الـجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جـامعة قـاصدي مـرباح ورقلـة
كلية العلوم التطبيقية

رقم الترتيب:
رقم التسلسل:

قسم الكيمياء هندسة الطرائق

اطروحة محضرة لنيل شهادة دكتوراه علوم
تخصص: كيمياء صناعية
فرع هندسة الطرائق
تحت عنوان

# IDENTIFICATION DE PLANTES EPURATRICES LOCALES ET LEUR UTILISATION DANS L'EPURATION DES EAUX USEES DE LA REGION D'EL OUED

من إعداد الطالب:زغدي سعد

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ:

أمام لجنة المناقشة

| | | |
|---|---|---|
| صخري لخضر | أستاذ التعليم العالي جامعة ورقلة | رئيسا |
| لعويني صلاح الدين | أستاذ محاضر أ جامعة الوادي | مناقشا |
| وهراني محمد رضا | أستاذ التعليم العالي جامعة الوادي | مناقشا |
| بية احمد عبد الحفيظ | أستاذ محاضر أ جامعة ورقلة | مؤطرا |

السنة الجامعية 2016 - 2017

# تشكرات


اشكر الله عز وجل الذي هداني و وفقني في إتمام هدا العمل الذي أنجز على مستوى مخبر تثمين وتطوير الموارد الصحراوية بجامعة قاصدي مرباح ومخبر ديوان الوطني للتطهير بالوادي ONA والشركة الجزائري للمياه.

ثم بعد شكري الله يأتي فضل و عرفان أستاذي الفاضل الدكتور ببه عبد الحفيظ محاضر بجامعة ورقلة على قبوله الإشراف على هذا البحث ،كما يسرني أن أتقدم بجزيل الشكر و التقدير إلى الأستاذ الدكتور صخري لخضر.أستاذ التعليم العالي بجامعة ورقلة على قبوله ترأس لجنة المناقشة.

أتوجه بالشكر الخالص إلى الأستاذ الدكتور وهراني محمد رضا ,أستاذ التعليم العالي بجامعة الوادي على قبوله المشاركة في لجنة المناقشة.

أتوجه بالشكر إلى الدكتور لعوني صلاح الدين أستاذ بجامعة الوادي على قبوله المشاركة في لجنة المناقشة.

يسعدني أن أتوجه بالشكر إلى عمال الديوان الوطني للتطهير بالوادي وأخص بالذكر مسؤول المحطة و مديرها و مهندسة المخبر و التقني سامي بالمخبر كما اخص بشكر المهندس بمركز البحث العلمي و التقني للمناطق الجافة بمحطة الوادي.

أتقدم بالشكر و الثناء و العرفان لعمال المستشفى بن عمر الجيلاني بالوادي ونخص بالذكر : مدير المؤسسة الإستشفائية بالوادي.وعمال مخبر المياه و التغذية بالوادي. وعمال مخبر الجزائرية للمياه. كما أتقدم بجزيل الشكر إلى الأستاذة.سقني لعجال طبشوش أحمد، شنوف نصر الدين، زبيدي عمار، با عمر لطفي ، شوقي موراد بجامعة قاصدي مرباح بورقلة على تقديمها يد المساعدة لي . كما أتوجه بالشكر إلى الأستاذ الدكتور قريشي مراد نائب مدير مكلف ما بعد التدرج وعلاقات الخارجية بجامعة قاصدي مرباح بورقلة.

كما لا يفوتني أن أتقدم بجزيل الشكر إلى كل أفراد العائلة كبير أو صغيرا إخوتي الأعزاء وكل أبنائهم و أبناء أخواتي أتقدم بجزيل الشكر إلى كل عمال جامعة قاصدي مرباح بورقلة وكل الأصدقاء كما نشكر كل من ساعدنا بإعادة كتابة أو توضيح أو إرشاد أو دعم معنوي أو حسي والله المستعان.

## الإهداء

إلى والدينا الأعزاء تيمنا بالآية الكريمة "وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا" سورة الإسراء الآية 24 وإلى علمائنا وأساتذتنا الكرام هداهم الله إلى فضل السبق في تعلم العلم وتعليمه

# الفهرس

# CONTENTS

**الملخص:**

إشتمل هذا البحث على دراسات ميدانية ومخبرية لاختبار مدى قابلية النباتات المائية(*Juncuseffusus*، *Phragmite australis*، *Typha* latifolia)على تنقية المياه المستعملة باستعمال نظام السقي التدفق الأفقي تحت السطحي،كما تضمنت هذه الدراسة مقارنة بين أحواض مزروعة،بنوع واحد من هذه النباتات حديثة العمر وحوض غير مزروع كشاهد. أنجزت الدراسة عبر نموذج تجريبي في منطقة محطة تطهير المياه المستعملة الحضرية بمؤسسة الديوان الوطني للتطهير ONA بمدينة الوادي الجزائر و التي تتميز بمناخ شبه جاف.يتكون النموذج التجريبي من أحواض اسطوانية ذات سعة80L مملوءة من الأسفل إلى الأعلى بسمك 45cm بحصى(52/15mm) و 20 cm بالرمل الناعم و 5cm من الطين. عملية تزويد الأحواض بالمياه المستعملة الحضرية بعد المعالجة الأولية ( المعالجة الفيزيائية ) ب 30L في اليوم بوتيرة منتظمة مرة واحدة في الأسبوع و الماء المتحصل عليه بعد مكوثه5 أيام في الحوض يتم تجميعه عبر إناء موضوع أسفل الحوض . بعد هذه الدراسة التي دامت سنة كاملة من شهر جانفي إلى غاية شهر ديسمبر 2014تحصلنا على إزالة الملوثات بالنسب التالية:COD%74.97بالنسبة ل *Juncus effusus*%76.08 بالنسبة ل *Phragmite australis*و73.8%بالنسبة ل *Typha latifolia*و $BOD_5$. 91.3%بالنسبة ل *Phragmite australis*بالنسبة ل *Juncus effusus*%92.2 بالنسبة ل *Typha latifolia* : TSS.%95.3 بالنسبة ل *Typha latifolia* 97.17 %بالنسبة ل *Juncus effusus*%95.13. بالنسبة ل*Phragmite australis* 93.05٪.أما بالنسبة:$NH_4^+$فكانت نسبة الإزالة في حدود 99% لكل الأحواض.

$NO_2^-$ : كانت نسبة الإزالة ل*Typha latifolia* 87.57%و بالنسبة ل*Juncus effusus* 77.02%. بالنسبة ل*Phragmite australis* 89.13% . $NO_3$ : بالنسبة ل *Typha* latifolia86.7% بالنسبة ل *Juncus effusus*81.5%. بالنسبة ل*Phragmite australis* 87.20%.$PO_4^{3-}$: ما بين(80.69-83.81% -78.88%-%) لكل النباتات على الترتيب :

*Phragmite australis. Typha latifolia،effusus Juncus*

كما وجدنا أن هذه النباتات أبدت قدرتها على إزالة الملوثات البكتيرولجية( البكتيريا ) بنسبة كبيرة تصل إلى حدود99٪ . سقي الأحواض باستعمال تدفق سطحي أفقي أظهرت نتائج معتبرة في التخفيض من نسبة الملوثات العضوية والمعدنية المتواجدة في المياه المستعملة. كما أ بدت هذه النباتات تأقلما و تعايشا باستعمال لمياه الصرف الصحي في مناخ المنطقة الجافة ،وقدرة التنقية بالأحواض المزروعة بالنباتات كانت أعلى من الأحواض غير المزروعة وكانت نبتة *Typha latifolia* أحسن من حيث أداءها و قدرتها على إزالة الملوثات العضوية و أورتوفوسفور $PO_4^{3-}$ مقارنة بالنبتتين الأخريين ولا يوجد اختلاف كبير في أداء مختلف الأحواض المزروعة. ونخلص القول بأن الانخفاض المعتبر للملوثات و الكائنات الضارة يجعلنا نهتم أكثر لإعادة استعمال المياه المعالجة في الري الزراعي و الوحدات الصناعية.

**الكلمات الدالة:**

مياه الصرف الصحي، التدفق الأفقي، إزالة الملوثات العضوية ،*Juncus effusus*،*Phragmite australis*، *Typha latifolia*،منطقة وادي سوف، إزالة الملوثات البكتيرولجية،مناخ المنطقة الجافة.

## Abstract :

The objective of this study is to highlight the treatment performance of plants :*Phragmite australs*, *Typha latifolia* and *Juncus effesus* vis-a-vis wastewater treatment in a subsurface horizontal flow. This studyincluded a comparison between planted basins, as each basin contains a sample of plants, and a non-planted basin taken as a witness. The study was conducted through an experimental model in the treatment of urbansewage area at the national office of sanitation of EL oued wilaya of EL oued in Algeria which is considered as a semi arid zone. This model consists of circular basins 80L of capacity filled from the bottom up by a 45 cm thick gravel (15/25) mm , 20 cm of sand,and 5cm of mud.The basin wasfeeded by urban wastewater is performed after preliminary treatment (physicaltherapy) at 30L/day and once/week. The water obtained in the basin after a period of 5 days is collected througha container placed under the basin where the study lasted one year (January to December 2014). Wearrived to remove pollutants by the following rates: The COD : (76,08% for *Phragmite australs*, 74, 97% for *Juncus effusus* and 73,8% for Typha latifolia). The $BOD_5$ : (91,3% *Phragmite australs* for *Juncus effusus*, 92,2% and 95,3% for *Typha latifolia*). The TSS : (97,17% for *Typha latifolia*, for *Juncus effusu*s, 95,13% Phragmite australs and for 93,05%).$NH_4^+$ :It was average 99% for three plants. $NO_2^-$ : content was decreasedat a rate of 87,57for *Typha latifolia*89,13% for *Juncus effusus* and89,13% for *Phragmite australs*. $NO_3^-$ : 86, 7%for *Typha latifolia* 81,5 for *Juncus effusus*, and 87,20% for *Phragmite australs* .

$PO_4^{3-}$ :Was foundit deband between (78.88%-83.81% -%80.69).

We also found that the plants are able to remove organic pollutants (bacteriological) by 99%. The plant *Typha latifolia* has given better results compared to the other two plants on its power to remove organic pollutants and orthophosphates $PO_4^{-3}$. In conclusion we can infer that the decrease of pollutants and harmful baciles allows us to focus on reusingtreated wastewater in agriculture and industry.

**KEYWORDS:**Wastewater, Removal organic pollutants ,Subsurface horizontal , EL-Oued, , Semi arid zone , *Phragmite australs*, *Typha latifolia*, *Juncus effusus*, Remove bacteriological pollutants.

**Résumé:**

Cette étude a portée sur l'évaluation des performances épuratoires des plantes aquatiques : *Typha latifolia, Phragmite australis*et,*Juncus effusus* dans l'épuration des eaux usées.

L'étude a été réalisée à l'aide d'un pilote expérimental dans la station de traitement des eaux usées (ONA) de la ville d'El Oued (Algérie) caractérisée par un climat aride.

Le pilote expérimental est constitué de quatre fûts en plastiques d'une capacité de 80 litres, remplis du bas vers le haut sur une épaisseur de 45 cm de gravier (15/25 mm) et 20 cm de sable fin et de 5cm d'argile.

L'alimentation se fait par des eaux usées urbaines brutes (après traitement physique) avec un temps de séjour de 5 jours. Les traitées sont récupérées en bas des fûts.

Dans cette étude qui s'est déroulée durant une année de janvier à décembre 2014, nous avons obtenu en terme de DCO des abattements de 74,97% pour la *Juncus effusus, 76,08%* pour la *Phragmite australi*s et 73,8 pour la *Typha latifolia,* en terme de DBO5, nous obtenons :91,3 pour la *Phragmite australi*s, 92,2% pour la *Juncus effusus* et 95,3 pour la *Typha latifolia.*

Pour les MES, nous obtenons 97,17% avec la *Typha latifolia, 95,13% pour* la *Juncus effusus et 93,05% pour la Phragmite australi*s.

Pour les ammoniums, nous obtenons 99% pour les trois plantes. Pour les nitrites, nous obtenons87,57 pour la *Typha latifolia, 77,02%* pour la *Juncu seffusus* et 89,13% pour la *Phragmite australi*s .Pour les nitrates 86,70% pour la *Typha latifolia, 81.50% pour la Juncus effusus* et 87,20% pour la *Phragmite australi*s. Pour les orthophosphates, nous obtenons 78,88%, 83,81% et 80,69% respectivement pour les plantes *Juncus effusus, Typha latifolia,* et *Phragmite australi*s.

L'élimination des microorganismes a pu atteindre les 99%.

Les résultats ont montré des abattements importants des polluants organiques et minéraux.

Les plantes utilisées ont présentées une bonne acclimations aux conditions locales.

Les taux d'épuration pour toutes les plantes sont toujours plus importants dans les lits plantés.

La plante *Typha latifolia* a présenté les meilleurs rendements pour les polluants organiques et les orthophosphates, pour les autres paramètres on ne distingue pas de grande différence entre les différents lits plantés.

En conclusion, nous pouvons conclure que la réduction des polluants et des microorganismes pathogènes nous incite à la réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture et l'industrie.

**Mots clés :**Eaux usées, Polluants organiques, *Juncus effusus*, *Typha latifolia*, *Phragmite australis*, climat aride,EL- Oued, Polluants Microorganismes.

## Contents الفهرس


| | |
|---|---|
| قائمة الخرائط List of maps | |
| قائمة المخططات List of charts | |
| قائمة الصور List of Photos | |
| قائمة الأشكال List of figures | |
| قائمة الجداول List of tables | |
| قائمة المختصرات List of Symbols | |
| المقدمة Introduction | |


## The Theoretical Part النظري الجزء


| | |
|---|---|
| مياه الصرف الصحي The Sewage | 2 |
| تعريف Definition | 2 |
| مكونات مياه الصرف الصحي Sewage components | 3 |
| العوامل الملوثة للمياه المصرفة(أنواع مياه الصرف الصحي)Factorswater dischrged | 3 |
| مياه الصرف الصحي المنزلي Sewage wastes | 4 |
| مياه الصرف الصحي الصناعي Industrial wastes | 4 |
| مياه الصرف الزراعي Drainage water | 4 |
| مياه الأمطار الملوثة والأودية (السيول) Rains& Flash floods | 5 |
| مياه الصرف الصحي للمستشفيات Sewage water for hospital | 5 |
| الفرق بين مياه الصرف الصحي للمستشفيات ومياه الصرف الصحي للمدينة | 6 |
| الخصائص الحيوية (البيولوجية) لمياه الصرف الصحي Vital characteristics (biological) sewage | 7 |
| البكتريا Bacteria | 8 |
| الفيروسات Virus | 8 |
| الأوليات Protozoan | 8 |
| الديدان المعوية وبيوضه Intestinal worms and eggs | 8 |

| | |
|---|---|
| 9 | مقاييس تصنيف الملوثات في مياه الصرف الصحي Standards classification of pollutants in sewage |
| 9 | أهم المقاييس المستعملة في تحديد مدى تلوث مياه الصرف الصحي |
| 9 | المقاييس الفيزيائيةPhysicalmeasurements |
| 9 | المواد العالقة Total Solid suspend (TSS) |
| 9 | المقاييس الكيميائية Chemical Standards |
| 8 | الأكسجين الحيوي الممتص Biochemical Oxygene Demande |
| 8 | الأكسجين الكيميائي المستهلك Chemical Oxygene Demande |
| 10 | الآزوت الكليTotal Nitrogen |
| 11 | الأمونيوم $NH_4^+$ Ammonium Ions |
| 11 | النيتريت $NO_2^-$ Nitrite |
| 11 | الفسفور Ortho Phosphore |
| 11 | الأضرار الناجمة عن استعمال مياه الصرف الصحي الملوثة Damage resulting from the use of wastewater contaminated |
| 11 | الأضرار الصحية على الإنسان Health damage to humans |
| 12 | الأضرارعلى الأراضي والمحاصيل الزراعيةDamage land and crops |
| 12 | معالجة مياه الصرف الصحيSewage treatment |
| 12 | أغراض معالجة مياه الصرف الصحيTargetssewagetreatment |
| 13 | مراحل معالجة مياه الصرف الصحيStages Of Sewage Treatment |
| 13 | المعالجة الابتدائية PrimaryTreatment |
| 13 | المعالجة الثانوية Secondary Treatment |
| 13 | المعالجة الثلاثية أو المعالجة المتقدمة Tertiary Treatment |
| 14 | طرق معالجة مياه الصرف الصحي ومراحلها في الميدان |
| 14 | طريقة معالجة مياه الصرف الصحي بالحماة المنشطة Characteristics and standards of treated wastewater triple |
| 14 | المعالجة الأولية (المعالجة الفيزيائية) Primary Treatment (physical Treatment) |
| 14 | المرحلة الأولى (الغربلة) The first phase (Screening) |
| 14 | إزالة المواد الكبيرة الحجم Remove Large Materials |
| 14 | إزالة الرملRemove The Sand |
| 15 | الترسيب Precipitation |
| 15 | أحواض التعديل basinsAmendmentThe |
| 12 | أزالة الزيوت The Remove of The oils |

| | |
|---|---|
| المرحلة الثانية المرحلة الثانية The second phase | 15 |
| إزالة الزيوت The Remove of The oils | 15 |
| حوض نزع الرمال Basin Remove Of The Sand | 15 |
| الحوض الثاني The Second Basin | 15 |
| المعالجة البيولوجية Biological Treatment | 15 |
| المرشحات البيولوجية Biological Filters | 15 |
| الأقراص البيولوجية الدوارة BiologicalTurntables | 16 |
| الحمأة المنشطة Activated Sludge | 16 |
| التهويـة المطـولة Prolonged Ventilation | 16 |
| خنـادق الأكسـدة The Treanches Of The Oxidative | 17 |
| بـرك الأكسـدة:Oxidation Ponds | 17 |
| المعالجة بالبحيرات LakesTreatment | 18 |
| البحيرات المهواة ومميزاتهاAerated Lagoons And Advantages | 18 |
| المفاضلة بين نظم المعالجة (بطريقة الحمأة لمنشطة وبرك التثبت) The Trade-off Between Processing Systems | 19 |
| المعالجة عن طريق استعمال النباتات (الأراضي الرطبة المصطنعة)ConstructedWetlands | 19 |
| المعايير والتركيز المسموح بها Standards And Concentrations Permitted | 20 |
| استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة The Use Of Treated wastewater | 20 |
| الاستعمالات في المجالات الزراعية Uses In The Agricultural Fields | 20 |
| ري المروج الخضراء المخصصة لاستجمام العامة Irrigate Intended for Public Recreation Green Lawns | 21 |
| ري المروج الخضراء غير المخصصة لاستجمام العامة | 21 |
| ري المزروعات غير المخصصة للأكل والتي لا تلامس الناس | 21 |
| ري نباتات الزينة التجارية | 21 |
| ري المحاصيل الغذائية التي لا تؤكل نيئة Irrigate food cropsthat are eatenraw | 21 |
| ري المحاصيل الغذائية التي تنمو فوق سطح الأرض و لا تلامس مياه الري | 22 |
| ري المراعي Irrigate pastures | 22 |
| ري الأشجار المثمرة Irrigate fruit trees | 22 |
| ري الأشجار المثمرة المخصصة للتصنيع | 22 |
| الفصل الثاني | |
| تعريف المعالجة النباتية | 24 |
| النباتات المائية المستخدمة ضمن الأراضي الرطبة المصطنعة Aquatic plants usedwithin the | 24 |

| | |
|---|---|
| artificial wetland | |
| تصنيف النباتات المائية : Classification Of Aquatic Plants | 25 |
| أولاً :على أساس علاقة الأعضاء الخضرية للنبات بالماء | 25 |
| النباتات المغمورة في الماء :Submerged Plants | 19 |
| النباتات العائمة:floating plants | 25 |
| النباتات الطافية الثابتة: Anchord Floating | 25 |
| النباتات الطافية طليقة:Free Floating | 25 |
| Emergent Plants | 26 |
| ثانياً :على أساس عمق الماء | 27 |
| نباتات المياه العميقة:Deep Water | 27 |
| نباتات مياه ضحلة :Shallow Water | 27 |
| نباتات شواطئ ضحلة :Shallow Shore | 27 |
| نباتات الضفاف :Marginal | 27 |
| الطافية الطليقة :Free Floating | 27 |
| ثالثا :على أساس المظهر | 27 |
| نباتات ذات أوراق قاعدية جذرية | 27 |
| نباتات ذات أوراق ساقية مختلفة | 27 |
| نباتات صغيرة ذات أجسام مختزلة | 28 |
| الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان السطحي الأفقي Subsurface Horizontal Flow Wetlands (SHF or HF) | 29 |
| الكلفة The Cost | 30 |
| أحواض النباتات ذات الجريان السطحي الحر Free Water Surface (FWS) | 30 |
| أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي الشاقولي Flow Wetlands Subsurface Vertical | 32 |
| أحواض النباتات ذات الجريان المتنوع (الأفقي و الشاقولي)Wetlands Hybrid Subsurface Flow (Horizontal, Vertical, Free Flow) | 35 |
| المخطط العام لمحطة المعالجة بالنباتات The general outline of the station processing plants | 35 |
| دور مختلف مكونات النظامThe Role Of The Various System Components | 36 |
| دور النبات ضمن أحواض النباتات: The Role Of The Plant Within The Plant Basins | 36 |
| دور ومواصفات المصفاة الحصوية والرملية ضمن أحواض النباتات The role of The Filter And Specifications Of Gravel And Sandy Basins within Plants | 39 |
| دور الكائنات الحية الدقيقةضمن أحواض النباتات TheRole Of Microorganisms Within Plants Basins | 40 |

| | |
|---|---|
| البكتريا Bacteria | 40 |
| الفطريات Fungi | 40 |
| دور المصفاة الحيويThe Role Of Bio-Filter | 40 |
| أساسيات ومبادئ إزالة الملوثات بمحطات المعالجة بالنباتاتBasics And Principles Contaminants Stations Treatment Plants Remove | 40 |
| آليات إزالة المغذياتMechanisms Removal Nutrient | 42 |
| آليات فصل وتحول المواد الصلبة المعلقة | 42 |
| آليات فصل وتحول المواد العضويةMechanisms Season And Turning OrganicMatter | 43 |
| آليات فصل وتحول النتروجين MechanismsSeason And TurningNitrogen | 44 |
| إزالة النترات Remove Nitrates | 46 |
| آليات فصل وتحول الفوسفورMechanisms Season And Turned Phosphorus | 47 |
| الفحوصات المخبرية المطلوبة ضمن محطات النباتات | 48 |
| الفصل الثالث | |
| تعريف النباتات المائية المستعملة في التنقية Aquatic Plants That Are Used In The Purification | 50 |
| نباتJuncuseffusus | 50 |
| التصنيف العلمي | 51 |
| تعريف بنبات *Juncuseffusus* | 51 |
| الأنتشار | 51 |
| التاقلم | 52 |
| قيصوب جنوبي *Phragmites australis* | 53 |
| التصنيف العلمي لنبات *Phragmites australis* | 54 |
| استخداماته البيئية Environmental Uses | 55 |
| نبات البوط عريض الأوراق | 56 |
| التصنيف العلمي عريض الأوراق نبات البوط | 56 |
| وصف نبات البوط عريض الأوراق*Typha latifolia* | 56 |
| البيئة والانتشار لنبات البوط عريض الأوراق Environment And Of Deployment(*Typha latifoli* | 57 |
| فوائد عشب نبات البوطعريض الأوراق The benefits of(*Typha latifolia* ) | 58 |
| الفوائد الصحية لنبات البوط The health benefits of a plant (*Typha latifolia*) | 58 |
| تحذير أخير Warning resort | 58 |
| موضع الدراسة والعملPlant location and design description | 59 |
| الموقع الفلكي لإقليم وادي سوفAstronomical Site | 59 |

| | |
|---|---|
| الموقع الجغرافي لإقليم وادي سوف | 59 |
| تقديم محطة التصفية بالوادي | 60 |
| الموقع الجغرافي لمحطة التصفية بالوادي | 61 |
| مظاهر السطح Aspects of the surface | 61 |
| الخصائص المناخية Climatic Characteristics | 62 |
| الرياح | 62 |
| الأمطارRain | 62 |
| الغطاء النباتي Vegetation Cover | 62 |
| المناطق الرطبة Wetland | 63 |
| البرتوكول التجريبيExperimental Protocol | 63 |
| العتاد التجريبي المستعمل | 63 |
| هندسة الأحواض Constructed Wetland Pilot Unite | 63 |
| مواصفات المصفاة الحصوية والرملية ضمن أحواض النباتات | 64 |
| الخصائص الفيزيوكيميائية للمصفاة الحصوية والرملية | 65 |
| الخصائص الفيزيوكيميائية للرملPhysico-chemical properties of the sand | 65 |
| الخصائص الفيزيوكيميائية للحصى Physico-chemical characteristics of gravel | 65 |
| النباتات المستعملة | 65 |
| مكان التحليل و الاختبار Location Analysis and Testing | 66 |
| الفحوصات الأسبوعية Weekly Tests | 66 |
| الفحوصات النصف شهرية | 66 |
| حساب المردود | 67 |
| قياس درجة الحرارة Temperature | 67 |
| قياس الكمون الهيدروجيني pH | 68 |
| طريقة العمل:Work up | 68 |
| طريقة القياس Method Measuring | 68 |
| قياس الناقلية الكهربائية Electrical Conductivity (EC) | 68 |
| العكارة Turbidity | 67 |
| قياس كمية الأكسجين المنحلDis$_2$O | 69 |
| آلية تحديد الطلب الكيميائي للأكسجين Chemical Oxygen Demand(COD) | 69 |
| المواد والأجهزة المستعملة Used Materials and Devices | 70 |
| المواد المستعملة Materials Used | 70 |
| طريقة العمل:Work up | 70 |
| آلية تحديد تحديد الطلب البيوكيميائي للأكسجين(Biochemical Oxygen Demand ($BOD_5$) | 71 |

| | |
|---|---|
| المواد المستعملة MaterialsUsed | 71 |
| الأدوات المستعملة UsedInstruments | 71 |
| كيفية تدويين النتيجة | 72 |
| تحديد المادة العالقة TSS | 72 |
| الطريقة الأولى (طريقة الطرد المركزي) Centrifugation | 72 |
| الأدوات والأجهزة المستعملة Used Instruments and Devices | 73 |
| إلية الطرد المركزي: AutomaticCentrifugal | 73 |
| الطريقة الثانية (طريقة الترشيح) | 74 |
| قياس ايون النتريت ($NO_2^-$) Measuring the Ion of Nitrite | 74 |
| طريقة Diazotation | 74 |
| الأجهزة المستعملة: Usedappliances | 74 |
| الأدوات المستعملة:UsedMaterial | 74 |
| طريقة استعمال جهاز:Spectrophotometer | 74 |
| المواد المستعملة :UsedMatrial | 74 |
| الأجهزة المستعملة :Usedappliances | 74 |
| المبدأ:Principle | 75 |
| منحنى التعديل :Calibration Curve | 75 |
| طريقة العمل:Work up | 75 |
| قياس ايون النيترات($NO_3^-$):Measuring the Ion of Nitrate | 76 |
| طريقة: Cadmium Redactionm | 76 |
| الأجهزة المستعملة: Usedappliances | 76 |
| الأدوات المستعملة:Usedtools | 76 |
| طريقة العمل:Work up | 76 |
| طريقة أستعمال جهاز:Spectrophotometer | 77 |
| المبدأ:Principle | 77 |
| المتفاعلات : The Reactifs | 77 |
| الأجهزة المستعملة:Usedappliances | 77 |
| منحنى التعديل :Calibration Curve | 78 |
| طريقة العمل:Work up | 78 |
| تدوين النتائج:The Rusults | 78 |
| المبدأ:Principle | 78 |
| قياس الأمومنيوم الأزوت الأمنياكي ( $NH_4^+$ ) Measuring the Ion of | 78 |
| المبدأ:Principle | 78 |

| | |
|---|---|
| الأجهزة المستعملة:Used appliances | 79 |
| منحنى التعديل :Calibration Curve | 79 |
| طريقة العمل:Work up | 79 |
| تدوين النتائج:The Rusults | 80 |
| قياس كمية ارتو فوسفات: ( $PO_4^{3-}$ ) Measuring the Ion of | 80 |
| المواد المستعملة :MaterialsUsed | 80 |
| الأدوات والأجهزة المستخدمة: Instruments and Equipment Used: | 80 |
| آلية العمل: work up | 80 |
| الدراسة البكتريولوجية :Study Bacteriological | 80 |
| الأدوات المستخدمة :Used Equipments | 81 |
| المواد المستخدمة :MaterialsUsed | 81 |
| طريقة العمل البكتريولوجية :Bacteriologic Methods | 82 |
| طريقة التمديد ( الإماهة ) :ofRehydrationMethod | 82 |
| البحث عن ( Coliformes Totaux Fecaux): | 82 |
| الخطوة الأولى ( الخطوة الأساسية ) الكشف الوجودي:Presomptif Test | 82 |
| التسجيل Registration | 83 |
| الطريقة الثانية :The second method | 83 |
| الأختبار التأكيدي: Confirmatif Test | 83 |
| التسجيل :Registration | 83 |
| الكشف عن العينات في الحالة الطازجة | 83 |
| الكشف عن العينات البكترية النامية لدى (Shubert) | 83 |
| طريقة العمل :work up | 83 |
| النتيجة :The result | 83 |
| طريقة الكشف وعد البكيريا السباحية الكلية والبرازية | 84 |
| طريقة العمل :work up | 84 |
| العملية الأولى:The First Operation | 84 |
| الأختبار الوجودي :Test Presomptif | 84 |
| النتيجة :The result | 84 |
| الأختبار التأكيدي: Confirmatif Test | 84 |
| النتيجة :The result | 84 |
| الفصل الرابع | |
| مميزات مياه الصرف الصحي الخام الذي تصرفه مدينة الوادي | 85 |
| التغير في درجة الحرارة Evolution of Temperature TC° | 87 |

| | |
|---|---|
| 89 | التغير في الأس الهيدروجيني Evolution of pH |
| 90 | التغير في التوصيل الكهربائي Evolution of Conductivity Electronic |
| 91 | التغير في المواد العالقة الصلبة Evolution of Total Solid Materials Suspende TSS |
| 92 | التغيرفي الأكسيجين المنحل Evolution of DissolvedOxygen(mg/l) |
| 93 | التغير في الطلب على الأكسيجين الكيميائي Evolution ofChemicalOxygenDemand COD (mg/l) |
| 94 | التغير في الطلب على الأكسجين البيوكيميائي Evolution of BiochemicalDemand $BOD_5$ |
| 95 | التغيرفي االنسبة$BOD_5$/COD |
| 98 | التغير في العكارة Evolution of Turbidity(NTU) |
| 99 | التغير في أيون الأمونيوم Evolution of Ammonium ions $NH_4^+$ |
| 101 | التغير في أيون النتريت Evolution of Nitrite ions $NO_2^-$ |
| 102 | التغير في أيون Evolution of Nitrates ions $NO_3^-$ |
| 104 | التغير في أيون Evolution ofphosphate ions $PO_4^{3-}$ |
| 105 | الفحوصات البيولوجية Biological tests |
| 105 | مياه الصرف الصحي قبل المعالجة Sewage pre-treatment |
| 105 | مياه الصرف الصحي بعد المعالجة Wastewater after treatment |
| 106 | بكتيريا ( Escherchia Coli) |
| 107 | بكتريا القولون (Coliformes Fecaux) |
| 107 | بكتيريا السباحية الكلية (Totaux Streptocoque) |
| 108 | بكتيريا السباحية البرازية (Streptocoque Fecaux) |
| 109 | متوسط النتائج المتحصل عليها |
| 111 | الخاتمة |
| 112 | الأفاق المرجوى لهذا العمل Recommendation |
| 113 | المراجع |
| 125 | الملحق |


## List of the charts قائمة المخططات


| الرقم | العنوان | الصفحة |
|---|---|---|
| 01 | المكونات الأساسية لمياه الصرف | 3 |

## List of the maps قائمة الخرائط


| | | |
|---|---|---|
| 01 | خريطة تبين موقع الوادي | 58 |
| 02 | خريطة تبين الموقع الجغرافي لمدينة الوادي سوف | 59 |
| 03 | الموقع الجغرافي لمحطة تصفية المياه كونين بالوادي. | 60 |

# قائمة الصور List of photos


| الرقم | العنوان | الصفحة |
|---|---|---|
| 01 | صورة لأحد النباتات الطافية | 26 |
| 02 | صورة لأحد النباتات البارزة | 28 |
| 03 | مستعمرات من الطحالب والبكتريا على سوق النباتات المغمورة بالماء | 37 |
| 04 | الفجوات الهوائية الموجودة في أحد جذور النباتات | 38 |
| 05 | نبات *Juncus effusus* | 53 |
| 06 | نبات *Phragmites australis* | 54 |
| 07 | نبات *Typha latifolia* | 57 |
| 08 | منظر يظهر السطح بمنطقة وادي سوف | 62 |
| 09 | الأحواض المستعملة في العتاد التجريبي | 64 |
| 10 | حبيبات الحصى المستعملة في هذا البرتكول التجريبي. | 65 |
| 11 | المصب النهائي لحي الشط (أخذ منه بعض النباتات) | 113 |
| 12 | غوط مغمور ببلدية كوينبن | 130 |
| 13 | نموذج تزويد المحطة النموذجية بالمياه الملوثة | 130 |

# List of figures قائمة الأشكال


| الرقم | العنوان | الصفحة |
|---|---|---|
| 01 | مظهر عام للنباتات ذات الجذور المغمورة والسوق الطويلة والأوراق الظاهرة | 27 |
| 02 | تدفق المياه ذات الجريان السطحي الأفقي | 30 |
| 03 | تدفق المياه ذات الجريان السطحي الأفقي(المسطح النباتي) | 30 |
| 04 | نموذج أحواض النباتات ذات الجريان السطحي الحر. | 31 |
| 05 | محطة معالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر( FWS ) مغروسة بنبات القصب( *Phragmites australiss*) | 32 |
| 06 | حوض المعالجة بالنباتات بجريان تحت سطحي شاقولي | 33 |
| 07 | حوض المعالجة بالنباتات بجريان تحت سطحي شاقولي (المسطح النباتي). | 33 |
| 08 | المعالجة بالنباتات بجريان تحت سطحي شاقولي يظهر توضع الرمل و الحصى. | 34 |
| 09 | أحواض النباتات ذات الجريان المتنوع (الأفقي و الشاقولي). | 35 |
| 10 | يبين نقل الأكسجين الجوي عبر النبات ليتحرر للوسط عبر الجذور | 38 |
| 11 | العمليات التي تحصل ضمن أحواض المعالجة بالنباتات ذات الجريان الحر. | 45 |
| 12 | البرتوكول التجريبي لعملية هندسة الأحواض | 64 |
| 13 | التغير الزمني لدرجة الحرارة T(C°) للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة | 87 |
| 13-I | التغير الزمني لدرجة الحرارة T(C°) للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة | 88 |
| 14 | التغير الزمني للأس الهيدروجيني pH للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة. | 89 |
| 15 | التغير الزمني لتوصيل الكهربائي (EC)للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة | 89 |
| 16 | التغير الزمني للمواد العالقة الصلبة TSS للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة. | 90 |
| 17 | التغير الزمني للأكسجين المنحل $O_2$ dis للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة. | 91 |
| 18 | التغير الزمني لطلب على ألأكسجين COD للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة | 92 |
| 19 | التغير الزمني للطلب على الأكسجين البيوكيميائي $BOD_5$ للمدخل والمخرج لكل من | 93 |

| | | |
|---|---|---|
| | الشاهد والأحواض المزروعة. | |
| 20 | التغير الزمني للعكارة للشاهد و المدخل و المخرج لكل من ألأحواض المزروعة | 98 |
| 21 | التغير الزمني لأيون ألأمنيوم $NH_4^+$ للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة. | 99 |
| 22 | التغير الزمني لأيون $NO_2^-$للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة. | 101 |
| 23 | التغير الزمني $NO_3^-$لأيون النترات للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة. | 102 |
| 24 | التغير الزمنيأرتو فوسفات $PO_4^{3-}$ للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة. | 104 |
| 25 | التغير الزمنيلبكتيريا(Escherchia Coli) للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة. | 105 |
| 26 | التغير الزمني لبكتريا القولون(Coliformes Fecaux)للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة. | 106 |
| 27 | التغير الزمني لبكتيريا السباحية الكليةStreptocoque ) ( Totaux للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة. | 107 |
| 28 | التغير الزمني لبكتريا السباحية البرازية (Streptocoque Fecaux) للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة. | 108 |

## قائمة الجداول liste of tables


| | | |
|---|---|---|
| 02 | أقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثنائيا. | 125 |
| 03 | أقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثيا. | 126 |
| 04 | المعايير الفيزيو كيميائي لمياه الصرف الصحي التي تطبقها منظمة الصحة العالمية في الجزائر<br>World Health Organization (WHO) | 128 |
| 05 | المعايير القياسية و الشروط المطابقة لكثير من الدول العربية. | 129 |
| 06 | يلخص دور النباتات ضمن محطات الأراضي الرطبة ( المعالجة بالنباتات). | 36 |
| 07 | قيم معامل التغيرFactor ($BOD_5$) بدلالة حجم العينة المستعملة | 86 |
| 08 | الوسائط الفيزيوكيميائية للقيمة المتوسطة ودنيا ،وكذا القصوى للمياه الغير معالجة المستعملة في تغذية أللأحواض. | 96 |
| 09 | يظهر النسبة بين قيم المتوسطة لطلب على الأكسجين البيوكيميائي و قيم المتوسطة لطلب على الأكسجين الكيميائي المستهلك لدى المياه الغير معالجة. | 97 |
| 10 | يظهر النسبة بين قيم المتوسطة لطلب على الأكسجين البيوكيميائي و قيم المتوسطة لطلب على الأكسجين الكيميائي المستهلك لدى الأحواضالغيرمزروعة (الشاهد) و الأحواضالمزروعة. | 110 |
| 11 | القيم المتوسطة لعوامل التلوث والعوامل الفيزيوكيميائية. | 98 |
| 12 | جدول( Mac-Crady ) | 135 |
| 13 | كيفية قراءة النتائج بطريقةNPP عن طريق جدول(Mac-Crady). | 136 |
| 14 | Evolution of Temperature | 137 |
| 15 | Evolution of pH | 137 |
| 16 | Evolution of TSS (mg/l) | 137 |
| 17 | Evolution of Electronic Conductivity (ms/cm) | 138 |
| 18 | Evolution of $O_2$ dis (mg/l) | 138 |
| 19 | Evolution of Turb (NTU) | 138 |
| 20 | Evolution of $BOD_5$ (mg/l) | 139 |
| 21 | Evolution of COD (mg/l) | 139 |
| 22 | Evolution of $NH_4^+$ | 139 |

| | | |
|---|---|---|
| **140** | **Evolution of $NO_2^-$** | **23** |
| **140** | **Evolution of $NO_3^-$** | **24** |
| **140** | **Evolution of $PO_4^{3-}$** | **25** |
| **141** | **Evolution of Escherchia Coli** | **26** |
| **141** | **Evolution of Coliformes Fecaux** | **27** |
| **142** | **Evolution of Streptocoque Totaux** | **28** |
| **142** | **Evolution of Streptocoque Fecaux** | **29** |

## List of abreviations قائمة المختصرات

| | |
|---|---|
| TSS | Total Solid suspend |
| CE | ElectricalConductivity |
| pH | Potentiel Hydrogene |
| $O_2$Dis | OxygeneDisolved |
| $NH_4^+$ | Ammonium ions |
| $PO_4^{-3}$ | Ortho Phosphore |
| $NO_2^-$ | Nitrite |
| $NO_3^-$ | Nitrate |
| COD | ChimicalOxygene Demande |
| $BOD_5$ | BiochemicalOxygene Demande (05 days) |
| WWG | Waste water Gardens |
| ZHA | Les zones humides artificielles |
| NPP | Nombre plus probable |
| BCPL | Bouillon lactose au bromocrésol propre |
| AFNOR | Association française de normalization |
| ONA | Office nationale d'assainissement |
| MTH | Maladies à Transmissions Hydrique |
| SAD | Sustainable of Agricultural Development |
| WHO | World HealthOrganization |
| E.Coli | Escherchia Coli |

# المقدمة

# INTRODUCTION

## المقدمة : Introduction

أدى التطور الذي شاهدته معظم دول العالم وكذا زيادة عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة إلى ارتفاع ملحوظ في الطلب على المياه ورغم أن بعض الدول لا تعاني من هذه المشكلة بسبب تنوع مصادر المياه التقليدية فيها ووجود هذه المياه بكميات تفي بالطلب إلا أن توزيع المياه الصالحة للاستعمال على سطح الكرة الأرضية ليس متساوياً , وقد أدى ذلك إلى اختلال التوازن بين الكميات المتوفرة من المياه والطلب الفعلي عليها ، الأمر الذي أدى إلى التفكير في تنويع مصادر المياه واستغلال أكبر كمية ممكنة منها بشتى الطرق . وتعد إعادة استعمال مياه الصرف الصحي المعالج بالنباتات من أهم الطرق المستعملة حديثا حيث تمر المياه الملوثة عبر أحواض مزروعة بالنباتات موجودة علي ارض رطبة اصطناعيا.تكون الأحواض المعالجة في هذه الحالة مملوءة بوسط حصوي أو رملي أو مزيج منهما معا وبترتيب معين كما إن أحواض المعالجة بالنباتات تعرف علي أنها مناطق شبه مشبعة بالمياه يتم تصميمها هندسيا بحيث تكون قادرة علي 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 ثلاثية حسب استخدام الأحواض المختلفة علي اعتبار أن المياه الملوثة الداخلة إليها تكون قد عولجت بشكل أولي. أما في الجزائر تعتبر هذه المحطات حديثة الإنشاء، أول محطة لمعالجة المياه المستعملة حضريا في منطقة تماسين تقرت و لاية ورقلة أنجزت في جويلية سنة2007 بعد ثلاث سنوات من العمل و الخبرة من طرف الباحثين من المعهد الوطني للأبحاث الزراعية INRA بسيدي مهدي تقرت المكلف بمراقبة المحطة، وجد ما يقارب 18 نوع من النباتات من 28 نوع ماتت من بين الفرضيات هو عدم ملائمة هذه النباتات للظروف المحلية (المناخ، مياه الصرف، الملوحة المفروضة ) . حيث استعملنا في دراستنا هذه ثلاثة أنواع من النباتات المائية التي لها القدرة و التأقلم مع مناخ المنطقة وهي *Phragmite australis* ، *Juncus effusus* ، *Typha latifolia* و يعود سبب اختيارنا لهذه النباتات لأنها نباتات محلية موجودة في منطقة الوادي.و تنمو تلقائيا دون جلبها من مناطق أخرى، و على سبيل المثال:نبات *Juncus effusus* معروف في المنطقة بالاسم الشائع السمار *Semmare* كما يعرف نبات *Phragmite australis* بنبات القصب ،ونبات *Typha latifolia* معروف في منطقة سوف باسم النجم .

هدف عملنا هذا هو قياس مدى فعالية هذه النباتات على تنقية المياه المستعملة الحضرية.والمقارنة فيما بينها من حيث التنقية و مقارنتها بحوض غي مزروع كشاهد. لذا لا بد من الإلمام بهذه المواصفات والخصائص لتحديد طبيعة المشكلة ومعالجتها, فقد صنفت خصائص المياه الملوثة إلى خصائص كيميائية وفيزيائية , والتركيب الكيميائي لمياه الصرف الصحي يختلف يوميا وأسبوعيا وسنويا , هنالك العديد من البحوث والدراسات حول استخدام مياه الصرف الصحي لأغراض الري بصورة عامة والمطلوب هو إن تنشا دراسات لكل موقع جغرافي للتقدير الكمي الدقيق لمؤثرات الاستخدام وفوائده على ضوء الدراسات السابقة لكل منطقة على انفراد تأخذ في الحسبان نوعية المياه والخواص العامة للموقع ذاته لتساهم في وضع إستراتيجية رصينة تخلو من العموميات وتستند إلى معلومات علمية دقيقة لكل موقع وبحسب خواص المياه والموقع , وهذا هو الافتراض العلمي الدقيق لهذه الدراسة . حيث إن كم ونوع التأثير يعتمد على خواص تلك المياه.

# الفصل الأول
# مفاهيم حول مياه الصرف الصحي وطرق معالجتها

# CONCEPTS ABOUT WASTEWATERAND METHODS OF TREATMENT

## مياه الصرف الصحي : The Sewage

### 1- تعريف : Definition

المياه العادمة (Wastewater ) أو مياه الصرف هي المياه التي حملت بالملوثات سواء كانت هذه الملوثات مواد سائلة أو صلبة فتصبح بذلك غير صالحة للاستعمال البشري أو للاستعمال في أعمال أخرى كالزراعة والتنظيف وغيرها، وتأتي الملوثات التي تتأثر بها المياه نتيجة للاستخدام المنزلي من أعمال التنظيف وغيرها، وكذلك بالملوثات الصناعية والزراعية و بالإضافة إلى مياه الصرف الصحي التي تتلوث نتيجة الفضلات البشرية كالبراز والبول والتي يتم نقلها عن طريق شبكات الصرف الصحي[1] ،[2]. جاء تعريف منظمة الصحة العالمية عام 1961 م لتلوث المياه على أنه هو أي تغير يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للمياه مما يؤدي إلى تغير في حالتها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، بحيث تصبح المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها، سواء للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره [3 ]. كما أن وصول المياه العادمة قبل معالجتها إلى الأراضي الزراعية يؤدي إلى تلوث هذه الأراضي خاصة بمواد معدنية كالزئبق مما يجعلها غير صالحة للزراعة، بالإضافة إلى تلوث الجو بشكل عام بالروائح المنبعثة من مياه الصرف الصحي عند عدم تصريفها بالشكل الصحيح أو فيضانها.

أما عن طرق التعامل مع المياه العادمة بعد استخدامها في المنازل أو المصانع أو المنشآت الأخرى يتم صرفها مع شبكا ت الصرف الصحي فتضخ المياه عبر الشبكات لتصل إلى محطة المعالجة أو أنها تكون منفصلة عنها فيتم نقل المياه عن طريق صهاريج خاصة لنقل المياه العادمة .

وتمتاز شبكات الصرف الصحي بالتصميم الدقيق إذ إنّ المهندسين الذين يقومون بتصميم هذه الشبكات يقومون بالاعتماد على إحصائيات وبيانات تحدد معدلات الاستهلاك والحمل على هذه الشبكة مع توزيعها بشكل جغرافي دقيق لتغطي جميع المناطق والمنشآت، كما أنه يتم وضع مجال في الشبكة للتوسعة ولاستيعاب الأحمال على الشبكة في المستقبل مع زيادتها . ويتم تصميم الشبكات بالعادة باستخدام الخرسانة المسلحة أو الأنابيب المعدنية أو غيرها وتمتاز هذه الأنابيب بتحملها للضغط الخارجي الواقع من الأرض وتحملها للضغط الداخلي أيضاً والواقع نتيجة لضغط المياه في الشبكة، كما أن المياه تنتقل داخل الشبكة عن طريق الميلان من أجل تقليل التكلفة وزيادة الكفاءة، كما أنه يتم استخدام المضخات لنقل المياه عبر الشبكة عند الحاجة .وبعد أن تصل المياه إلى محطات المعالجة فإنها تمر بعدد من المراحل كالمطاحن التي يتم فيها فصل المعادن عن المياه والمواد الأخرى كما يتم فصل الحجارة والرمال عن طريق الغربلة وطرق أخرى كالترسيب، بعدها يتم معالجة المياه بالمواد الكيميائية، وبعد معالجة المياه يتم استخدامها في عمليات كالزراعة إذ أنها تخفف العبء على مياه الري بالإضافة إلى احتوائها على مواد عضوية وعناصر مفيدة لتغذية التربة والنباتات .

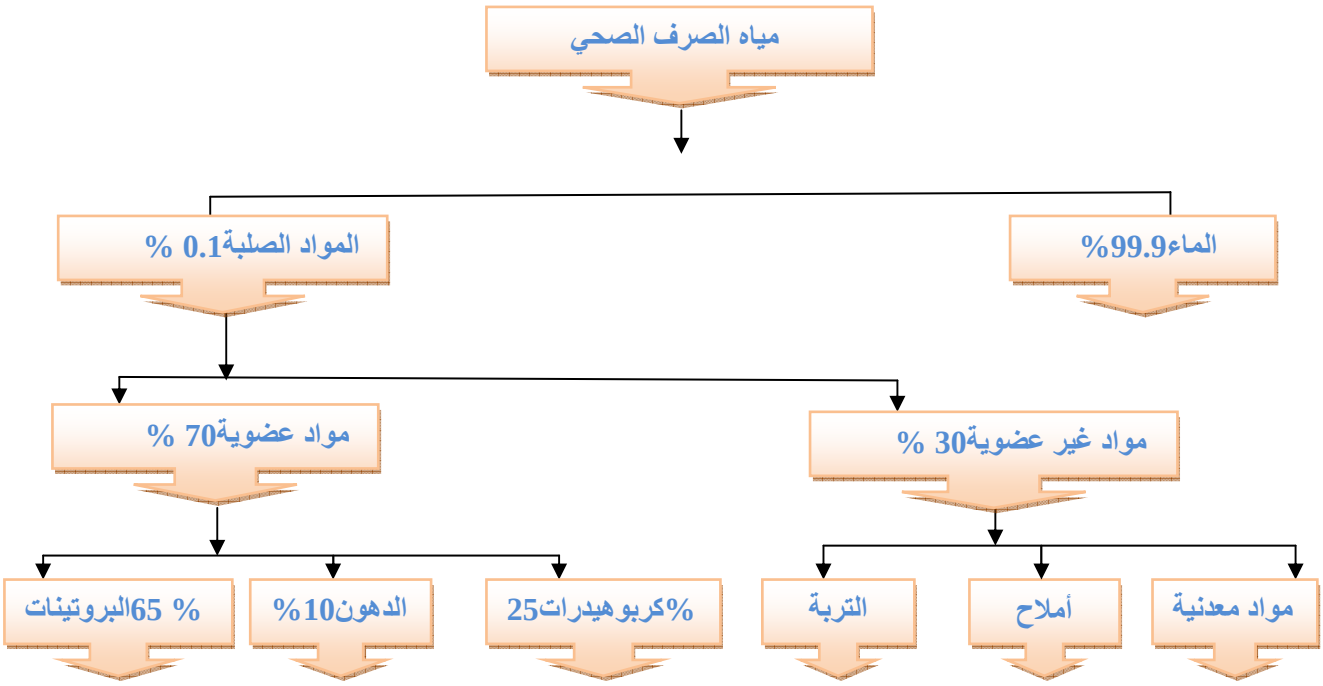
### 2-1 مكونات مياه الصرف الصحي:Sewage components

تحتوي مياه الصرف الصحي على نسبة 99.9 % من الماء والباقي مواد عضوية وغير عضوية تمت إضافتها للمياه نتيجة استعمالها كناقل لرواسب أو ما أضيف إليها أثنا الاستعمال .

تشكل المواد العضوية 70 % من أجمالي المواد المتواجدة في مياه الفضلات ,في حين تشكل المواد غير العضوية الباقي, وتتكون المواد العضوية من مجموعة مركبات تحتوي غالبا على الكربون والأكسجين والهيدروجين والنتروجين بالإضافة إلى الكبريت والفسفور والحديد أحيانا , ومن أهم هذه المركبات البروتينات تشكل 50 %من أجمالي المركبات العضوية , و الكربوهيدرات تشكل 25 % منها والدهون تشكل المتبقي منها , أما المواد غير عضوية فهي عبارة عن مركبات من الكبريتات و الكلوريدات والفسفور والمعادن الثقيلة .

وتعتبر هذه المواد سواء العضوية أو غير العضوية المتواجدة في مياه الصرف الصحي ,ملوثات وهي تتواجد في الماء إما بشكل مستعلق أو ذائب أما المستعلق منها فمن السهل إزالته عن طريق الترسيب وأما الذائب منها فيصعب إزالته عن طريق الترسيب .[4] المخطط (01) يبين هذه المكونات الأساسية ونسبتها في مياه الصرف الصحي.

**مخطط يوضح طبيعة مكونات مياه الصرف الصحي**




المخطط (01): المكونات الأساسية لمياه الصرف.

### 3-1 العوامل الملوثة للمياه المصرفة: Factors contaminated water discharged

يمكن تقسيم المواد التي من شأنها تلويث المياه المصرفة إلى ثماني مجموعات وكل منها يضم مجموعة من المكونات التي لها تأثير مباشرة على نوعية الماء ويمكن تلخيص هذه المجموعات فيما يلي:

- عناصر ذات سمية عالية مثل الكادميوم ، الزئبق ،الزرنيخ، الرصاص.....الخ
- مركبات كيميائية (منظفات ،مبيدات ،دهون وزيوت .....الخ )
- مركبات كيميائية مذابة في الماء (أحماض ،قلويات ،أملاح معدية)
- مركبات عالقة صلبة (مواد غير منحلة) مثل ألأنواع المختلفة من التربة والحصى
- مركبات قادرة على استهلاك ألأكسيجين الحيوي[5 ] [6 ] .
- مركبات ذات إشعاع عالي أو متوسط مثل اليورانيوم
- مركبات بيولوجية تتسبب في إنتاج أنواع كثيرة من البكتريا المسببة لعدد من الأمراض المعدية والغير معدية .

ومن خلال هذه المجموعات بمكن تصنيف مياه الصرف الصحي إلى عدة أنواع كما يلي.

### أ- مياه الصرف الصحي المنزلي: Sewage wastes

هي تلك المياه الناتجة من مخلفات الإنسان، سواءً كانت ناتجة من استخدام منزلي في الغسل والتنظيف، أو من استخدام شخصي مثل الاستحمام، بالإضافة إلى الفضلات والقاذورات[2]،[1]. وكما تحتوي مياه الصرف الصحي على فضلات الإنسان ومخلفاته، فهي تحتوي كذلك على نسبة كبيرة من الكيماويات السامة، التي يستخدمها الإنسان في الغسل والنظافة والتخلص من الحشرات.وتحتوي مياه الصرف الصحي، كذلك، على نسبة عالية من الأملاح، بول الإنسان، مثلاً، يحتوي على نسبة عالية من اليوريا، والأملاح الضارة بالجسم، التي يتخلص منها بطرحها إلى الخارج. كذا يحتوي البول، في بعض الأحيان، على بويضات لبعض الطفيليات، مثل البلهارسيا، وبعض أنواع الميكروبات[7]. أما الغائط، ففضلاً عن احتوائه على مخلفات الطعام والمواد الصلبة، التي لا يستطيع الجسم هضمها، فإنه يحتوي على البكتيريا

والفيروسات المعوية، ومنها: فيروس شلل الأطفال، بالإضافة إلى بيض وأطوار كثير من الطفيليات. تقدر كمية مياه الصرف الصحي المتاحة في الجزائر حوالي 5.0 مليار م$^3$/سنة (2004) يعالج منها 2.9 مليار م$^3$/ سنة ويتوقع إن تصل

إلي 6.2 مليار م$^3$/سنة عام (2017). ويستغل منها في الري ما يقرب 2 مليار م$^3$/سنة.و يتخلص الإنسان من مياه الصرف الصحي، بوسائل عدة، منها:

- صرفها في المسطحات المائية، مثل: البحار والمحيطات،
- صرفها في الصحاري و الأراضي غير المسكونة كما هو الحال في مدينة الوادي التي هي موضع دراستنا.إلا أن التخلص من مياه الصرف الصحي، التي لم تعالج بشكل سليم، يؤدي، في كثير من الأحيان، إلى عودة الملوثات إلى الإنسان، مع مياه الشرب، الأمر الذي يؤدي إلى انتشار الأوبئة والأمراض المختلفة.

### ب- مياه الصرف الصحي الصناعي:Industrial wastes

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

- المواد الدهنية والعضوية (الصناعات الغذائية .معامل السلخ)
- المعادن الثقيلة (صناعة المعادن)
- الأحماض، القواعد، بعض مركبات الفسفور (الصناعة الكيميائية ....)
- المواد المشعة (المفاعلات النووية معالجة الفضلات الإشعاعية) ،
- المواد الغير عضوية بعض العناصر الثقيلة مثل الرصاص والنيكل والكادميوم والزئبق بالإضافة إلى البكتريا والفيروسات[8]،[9] .

### ت- مياه الصرف الزراعي : Drainage water

هي كميات المياه التي تخرج من منطقة توزع الجذور بعد عمليات الري حيث تقدر ب15% من كمية مياه الري المقدمة للنبتات التي تصرف إلى مجاري المياه السطحية أو تذهب لتغذية مخزون المياه الجوفية ويعاد استعمالها جزئيا في الري لدى بعض المناطق ، وتقدر كميات الصرف الزراعي ألأجمالي في الجزائر حوالي 2 مليار م$^3$ .

أدى التوسع في استخدام المبيدات بصورة مكثفة في الإغراض الزراعية والصحية إلى تلوث المسطحات المائية بالمبيدات إما مباشرة عن طريق إلقائها في المياه أو بطريق غير مباشر مع مياه الصرف الزراعي .

والمبيدات اصطلاح يطلق على كل مادة كيميائية تستعمل لمقاومة الآفات الحشرية أو الفطرية أو العشبية وتنقسم إلى المجموعات الرئيسية :

1. مبيدات حشرية Insecticides
2. مبيدات فطرية Fungicides
3. مبيدات عشبية Herbicides
4. مبيدات القوارضRodenticides
5. مبيدات الديدان Nematocides

أسرف الإنسان فى استخدام الأسمدة والمخصبات الزراعية وخاصة الأسمدة النتروجينية والفوسفاتية وأضافتها إلي التربة الزراعية بهدف زيادة الإنتاج الزراعى بكميات تفوق إحتياج النبات وفى مواعيد غير مناسبة لمرحلة نمو المحصول قد يؤدي إلى هدم التوازن الكائن فى التربة بين عناصر غذاء النبات بالإضافة إلى غسيلها مع ماء الصرف وتسربها إلى المياه الجوفية ممايزيد المشكلة تعقيدا عند إعادة إستخدام مياه الصرف الزراعى فى الرى مرة أخرى.

تعتبر الجزائر من أكثر الدول العربية استهلاكا للأسمدة المعدنية حتى عام(2015) حيث بلغ حوالي مليون طن سنوى من الأسمدة النيتروجينية و250.0 ألف طن سنوي من الأسمدة الفوسفاتية. ومع إتباع أسلوب الزراعة المكثفة أصبح هناك استنزاف مستمر للعناصر الغذائية الموجودة بالتربة وخاصة النتروجين ومع محدودية استخدام الأسمدة العضوية والأتجاه نحو استخدام الأسمدة الكيماوية وخاصة النتروجينية قد أدى إلى تلوث التربة بالنترات ومن ثم إلى مياه المصارف بالغسيل. بالإضافة إلى أن مركبات الفوسفور تؤدى إلى ترسيب بعض العناصر النادرة الموجودة فى التربة الزراعية والتي يحتاجها النبات في نموه وتحويلها إلى مركبات عديمة الذوبان في الماء.فالبكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى بالتربة تقوم بتحويل المواد النتروجينية في هذه الأسمدة إلى نترات وهذا يزيد من خطر تلوث التربة بالنترات.وفى نفس الوقت يمتص النبات جزء منها ويتبقى الجزء الأكبر في التربة وماءها. ويكون هناك عدم أتزان بين العناصر الغذائية داخل النبات مما يؤدى إلى تراكم كميات كبيرة من النترات في الأوراق والجذور وينتج عنه تغير في طعم الخضروات والفواكه وتغير لونها ورائحتها. ومن أمثلة النباتات التي تخزن في أجسامها وأنسجتها نسبة عالية من النترات ذكر منها البنجر الجزر الكرنب الفجل الكرفس الخس السبانخ الخيار و الفاصوليا الخضراء.

وقد قدر أيون النيتريت الذي ينتج من اختزال النترات في بعض أنواع البقول والفجل والجزر كما يوضحه الملحق (01).

### ث- مياه الأمطار الملوثة والأودية (السيول): The Contaminated Rain and valley (Rains & Flash floods)

وهي الأمطار الهطالة على أسطح المباني والشوارع والساحات، وهي ذات تدفق غير منتظم وتحمل معها كل ما تجرفه من سطوح المباني والطرقات. كما يجب حماية مياه الأمطار من التلوّث، فان طبيعة هذه الأمطار أن تكون ملوثة بأنواع من الملوثات كالنتروجين والكبريت و ذرّات التراب وغيرها. وتذوب الملوثات الغازية التي تنفثها المصانع الحديثة بسبب مياه الأمطار أثناء سقوطها مما يؤدي إلى تلوّث المسطحات المائية والتربة التي تتساقط عليها هذه المياه.

والتلوث من الأمطار يكثر في المناطق الصناعية، أما تلوث المياه الجوفية، فإنها تتعرض للتلـوث جرّاء تسرب المواد الكيماوية إليها أو أنها تتلوث نتيجة تسرب مياه المجاري إليها، أو تسلل مياه الأمطار الحمضية إلى الطبقات التحتية التي تكون خزاناً واسعاً تحت القشرة الأرضية. ويمكن إن يضاف إليها نوع اخرمن الأمطار المعروفة بالأمطار الحامضية ( Acid Rain) وهي الأمطار الملوثة بالغازات الحامضية خاصة أكاسيد

الكبريت،والتي تتحول في الجو نتيجة سلسلة من التفاعلات إلى حامض كبريتيك، و أكاسيد النيتروجين التي تتحول إلى حامض( النيتريك)التي تنبعث نتيجة الصناعات المختلفة ومن عمليات احتراق الوقود وتعود هذه الأحماض إلى التربة والأنهار وكذلك إلى مياه الصرف .وتؤدي الأمطار إلى حدوث أضرار بمياه البحيرات خاصة المقفلة نتيجة رفع حموضتها مما يؤثر على الأسماك وكثير من الكائنات الحية الأخرى،ويحدث مثل ذلك في الأنهار أيضا مثل نهر "توفدال" Tovdal"بالنرويج الشهير بوجود اسماك السلامون ولكن أصبح بفعل الأمطار الحمضية لا يوجد به اسماك أو أي نوع من أنواع الكائنات الحية وتؤثر الأمطار الحامضية على مياه الشرب عن طريق تسببها في تآكل بعض قنوات المياه فزادة نسبة الرصاص في مياه الشرب وحدث ذلك في احد خزانات ولاية ماساشوستس الامريكية.كما وتسبب الأمطار الحامضية في اذابة بعض الفلزات مثل الرصاص والزئبق والألمنيوم من التربة حامله إياها إلى الأنهار،والبحار والبحيرات مسببة أضرار للكائنات الحية وكذلك تتأثر صحة الإنسان من خلال شرب هذه المياه الملوثة والأسماك والكائنات البحرية التي يتغذى عليها.ويمكن اتخاذ عدة إجراءات لتقليل الأمطار الحامضية عن طريق الحد من انبعاث أكاسيد الكبريت والنيتروجين إلى الهواء الجوي عن طريق إزالتها باستخدام طرق عملية أو استخدام وقود منخفض المحتوى من الكبريت وقد أمكن البعض استخدام الجير في معالجة مياه البحيرات التي تتعرض لأمطار الحامضية عن طريق معادلة حموضتها.

### ج- مياه الصرف الصحي للمستشفيات: Sewage water for hospitals

هي المياه التي تحتوي مياه الصرف الصحي للمستشفيات بالإضافة للمخلفات البشرية اليومية للمرضى والعاملين وعادة تحتوي مياه مجاري المستشفيات على كميات كبيرة من ميكروبات الأمراض المعوية من بكتيريا وفيروسات وديدان والتي تنتقل بسهولة خلال الماء. كما تحتوي على سوائل كيميائية خطرة ناتجة من عملية التعقيم والتنظيف اليومية للأجهزة والمعدات والأسطح والأرضية، كميات كبيرة من المذيبات من أحماض وقلويات عضوية وغير عضوية يتم تصريفها للمجاري العامة من وحدات التحاليل وأقسام الباثولوجية بدون معالجة.كما تحتوي أيضا على المخلفات الصيدلانية التي تحتوي كميات قليلة من الأدوية يتم تصريفها للمجاري العامة من الصيدلية ومن الأقسام الطبية المختلفة، هذه الأدوية قد تحتوي على المضادات الحيوية وأدوية سامة لعلاج الأورام (Cytotoxic drug ) وبعض الأنواع الأخرى. أما اخطر أنواع السوائل التي تتواجد في مياه الصرف الصحي للمستشفيات هي المخلفات المشعة الأتية من أقسام علاج الأورام السرطانية بالإضافة إلى كميات من المعادن الثقيلة ذات السمية العالية يتم تصريفها مثل الزئبق والفضة والرصاص من مراكز خدمات الأسنان ومن أقسام التصوير بالأشعة وكذلك من الأقسام الفنية المساعدة بالمستشفيات كقسم الحركة والميكانيكية( Pruss et al., 1999 ) [10]وهناك مصادر أخرى يمكن أن تكون هذا النوع مياه الصرف وهي كتالي

- معامل التحاليل الطبية العامة والخاصة.
- العيادات الخارجية ومصحات الإيواء الخاصة.
- مختبرات الأبحاث ومعامل الدراسية في الكليات الطبية والتقنية.
- مراكز خدمات الكلى الاصطناعية.
- مراكز وعيادات الأسنان.
- مصارف الدم ومراكز التبرع بالدم.
- المختبرات البيطرية وأبحاث عن الحيوانات.

- مراكز العناية بالعجزة والمسنين.

### 4-1 ما هو الفرق بين مياه الصرف الصحي للمستشفيات ومياه الصرف الصحي للمدينة؟

هناك اختلاف كبير بين مياه الصرف الصحي للمستشفيات ومياه الصرف الصحي للأنواع الأخرى ( مياه الصرف الصحي للمنازل والمصانع والزراعي) حيث تمتاز مياه الصرف بالمستشفيات بتنوعها واحتواها على الأتي:

1- وجود بكتيريا لها المقدرة على مقاومة عدد كبير من المضادات الحيوية في مياه الصرف الصحي للمستشفيات.

2- بصفة عامة، تركيز عدد البكتيريا في مياه الصرف الصحي للمستشفى أكثر من مياه الصرف الصحي للمدينة.

3- وجود ملوثات المياه الفيروسية مثل الفيروسات المعوية (*Adenovirus*)وفيروسات الدم ،فيروس تلف الكبد، وفيروس الإيدز الموجود بكميات كبيرة في سوائل جسم المرضى المصابين من الأقسام الطبية ، والتي تذهب مباشرة لشبكة الصرف الصحي بالمستشفيات ، بعض الدراسات أثبتت وجود أجزاء من فيروس HIV في مياه المجاري للمستشفى بكميات أكبر من مياه الصرف الأخرى[11] .( Lue-Hing et al., 1999 )

4- وجود كميات أكبر من المعادن الثقيلة من الزئبق والفضة وكميات من مركبات الكيماوية المسببة للهلوسة والهرمونات البيئية.

5- وجود كميات كبيرة من المضادات الحيوية بالمقارنة بمياه الصرف الصحي للمدينة.

المخلفات الطبية السائلة ومياه الصرف الصحي هناك عدة ملوثات خطيرة ناتجة من المخلفات الطبية السائلة بعد العناية بالمرضى سببت في خطورة مياه الصرف الصحي للمستشفيات بالمقارنة مع مياه الصرف الصحي للمدينة أو مياه الصرف الصحي الصناعي أو الزراعي، وصعوبة هذا النوع من المياه ترجع في عدم أمكانية التخلص من تلك الملوثات بواسطة محطات معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها والاستفادة منها، من هذه الملوثات على سبيل المثال:

- الفورمولدهيد: ويعتبر من أكثر الملوثات لمياه الصرف الصحي خطورة، كمياته كبيرة بحكم استخداماته الكثيرة في معامل الباثولوجية وأقسام الجراحة لحفظ العينات واستخداماته الأخرى في تعقيم الأجهزة والأدوات الطبية .

### 5-1 الخصائص الحيوية (البيولوجية) لمياه الصرف الصحي: Vital characteristics (biological) sewage

إن معالجة مياه الصرف الصحي تقلل إلى حد كبير من الحمولة الممرضة للطفيليات ويعتمد ذلك على طريقة المعالجة سواء الفيزيائية أو الكيميائية أو الحيوية .تحتوي مياه الصرف الصحي على أعداد وأنواع كبيرة من الطفيليات الممرضة والتي تتضمن البكتريا والفيروسات والأوليات والديدان (FAO, 1992) [12] , وقد بين(1995) (Metcalf and Eddy) [13] أن هذه الطفيليات تنتقل إلى مياه الصرف عن طريق الإنسان المريض أو الذي يحمل المرض ,كما أوضح Scott *et al* (2000)[14].أن ماء الصرف الصحي يمكن أن يحتوي على طيف واسع من الطفيليات التي لها تأثير سلبي على صحة الإنسان والبيئة .وفيما يلي أنواع الطفيليات الموجودة في مياه الصرف الصحي:

#### 1-البكتريا : Bacteria

البكتريا هي أكثر الطفيليات وجودا في ماء الصرف الصحي عنه في الماء المعالج ( Toze 1999 ) [15]، ولها القدرة الكبيرة على التكاثر والانتشار في البيئة ومن هذه الأنواع البكترية:

- **الإشرشيا الممرضة : *E. Coli*** معظم كائنات *E. Coli* غير ممرضة للإنسان لكن بعضها ممرض ويسبب الإسهال .السالمونيلا : *Salmonella* هي كائنات حية دقيقة ممرضة للإنسان ,تسبب مرض التفوئيد والإسهال وألم البطن والتقيؤ
- **الشيغيلا : *Shigella*** تسبب هذه البكتريا مرض الزحار أو الزنطاريا.
- ***Campylobacter spp* :**

تسبب هذه البكتريا تعفن الدم والإجهاض والتهاب الأمعاء (Anon, 2000) [16] .

- **البكتيريا العنقودية : *Staphaurous*** تسبب إسهال وآلام شديدة في البطن

### 2-الفيروسات : Virus

تسبب الفيروسات الموجودة في مياه الصرف الصحي عدد من الأمراض ض منها التهاب الكبد A وشلل الأطفال والالتهاب المعدي الحاد والإسهال

### 3-الأوليات : Protozoan

وهي كائنات طفيلية وحيدة الخلية ,يوجد عدة أنواع من الأوليات الممرضة والتي توجد في مياه الصرف والمياه المعالجة (Gennaccaro *et al.*, 2003) [17].

- ***Entameoba histolytica*:**

تسبب مرض الزحار الأميبي تعيش في الأمعاء الغليظة وتقوم بمهاجمة جدار الأمعاء لتتغذى على الأغشية المخاطية وخلايا الدم الحمراء مسببة تقرحات واسهال وألم في البطن.

- **الجيارديا : *Giardia lamblia***

تعيش في الأمعاء الدقيقة في الإنسان تسبب إسهال والبراز يكون كريه الرائحة مع آلام لدى الأطفال قد تسبب ارتفاع الحرارة والتهاب المفاصل لدى الكبار

### 4- الديدان المعوية وبيوضه: Intestinal worms and eggs

أي وجد عدد كبير من أنواع الديدان وبيوضها في
مياه الصرف الصحي والتي يمكن أن تسبب الكثير من الأم ا رض وهي ديدان طفيلية تخرج مع البراز وتعيش في الماء لمدة محدودة منها:

- **البلهارسيا : *schistosomiasis***

وهي ديدان دموية تعيش في أوردة المضيف تصيب غالبا الأمعاء والجهاز البولي وتنتقل لتصيب الكبد والرئتين والطحال ثم القلب تسبب الصداع وفقد الشهية واسهال مع دم في البول.

- **الإسكاريس: *Ascarias***

تصيب الأمعاء وتتغذى على الأكل المهضوم ,تسبب آلام البطن والإسهال والعصبية والخمول وفقدان الذاكرة وفقر الدم . حتى عدد قليل منها يمكن أن يحرم الطفل من المغذات الهامة مثل البروتين وفيتامين A وC .

- **الدودة الشريطية : *Tapeworms***

هي ديدان شريطية الشكل وتنتقل عدواها عن طريق تناول لحم الخنزير أو البقر التي لم يتم طهيه جيد ا . تعيش أجناس أونواع مختلفة من الديدان الشريطية في أمعاء الحيوانات والبشر وهي تتعلق بخطاطيفها أو ممصاتها من بطانة الأمعاء , ويتكون كل منها من عدة قطع وتتفاوت أنواعها في درجة خطورتها .تشمل أعراض الديدان الشريطية الإسهال والألم ألبطني ,ويتم انفصال قطع من الديدان الأكبر حجما أحيانا مع البراز أو تخرج عن طريق الشرج .

## 6-1 مقاييس تصنيف الملوثات في مياه الصرف الصحي : Standards Classification Of . Pollutants In Sewage

### 1-6-1 اهم المقاييس المستعملة في تحديد مدى تلوث مياه الصرف الصحي

### 2-6-1 المقاييس الفيزيائية:Physical Measurements

من أهم الخصائص الفيزيائية لمياه الصرف هو اللون و الرائحة و الحرارة و التعكر، و المحتويات غير المذابة، و منها الأجسام الصلبة و النفط و الشحم، و الأجسام الصلبة تصّنف إلى مواد معلقة و مواد مُذابة و أجزاء عضوية متطايرة و غير عضوية ثابتة و هي كالآتي:

#### أ- المواد العالقة: Total Solid Suspend(TSS)

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

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

#### ب- العكارة: Turbidity

العكارة هي عبارة عن وجود الرمل أو المواد المعلقة أو الشوائب في الماء، ويمكن ملاحظة العكارة في الماء بواسطة العين المجردة. وإن وجود العكر والشوائب في الماء يسبب مشاكل كثيرة منها الانسدادات والترسبات التي تؤثر على عمل التجهيزات الصناعية مثل المصفاة والأجهزة الأخرى ويقصر من عمرها التشغيلي. هناك عدة طرق للتخلص من العكارة والشوائب وذلك حسب نوع الماء وكميته واستعمالاته. ففي المعالجة عن طريق أستعمال النباتات يستخدم المصفاة الرملية المتعددة الطبقات ، وعندما يراد الحصول على ماء أنقى عندها يستعمل المصفاة الخرطوشية والمصفاة المكرونية بعد المصفاة المتعددة الطبقات.أما عندما تكون درجة العكارة عالية ويوجد استهلاك كبير للماء عندها يلجأ إلى المعالجة الأولية باستعمال أحواض الترسيب والمرقدات مع المواد الكيماوية التي تساعد على التخثير والتلبيد مثل Coagulants &Flocculants.

### 3-6-1 المقاييس الكيميائية: Chemical Standards

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

### أ- الأكسجين الحيوي الممتص:(Biochemical Oxygene Demande (05 days

الأكسدة البيوكيميائية للمواد العضوية. ولقياس الأكسجين الحيوي الممتص يتم عمل تخفيفات لمياه الصرف بماء مشبع بالأكسجين في زجاجات خاصة يضاف إليها البكتيريا. تحضر أيضا زجاجة تحكم معبئة بماء وبكتيريا فقط. يتم وضع الزجاجات في حضانة لمدة خمسة أيام على درجة 20°م، وبذلك تسمى العملية باختبارات الخمسة أيام للأكسجين الحيوي الممتص ($DBO_5$) ويستخدم الفرق بين تركيز الأكسجين في زجاجة التحكم والأكسجين المتبقي في الزجاجات الأخرى بعد خمسة أيام في حساب الأكسجين الحيوي الممتص مقدرا بـ ملغ/لتر، وتستخدم نتائج الأكسجين الحيوي الممتص ($DBO_5$) في الآتي:

تحديد كمية الأكسجين اللازمة للتثبيت البيولوجي للمادة العضوية الموجودة بمياه الصرف.

- تحديد قدرة محطات معالجة مياه الصرف.
- قياس كفاءة بعض عمليات المعالجة.
- تحديد مدى التوافق مع الحدود القانونية للصرف

### ب- الأكسجين الكيميائي المستهلك :Chimical Oxygene Demande

يستخدم اختبار الأكسجين الكيميائي المستهلك لقياس المواد العضوية في مياه الصرف التي تحتوي على مركبات سامة للحياة البيولوجية، و يتم بأكسدة المركبات المختزلة في مياه الصرف من خلال تفاعل مع خليط من حمضي الكبريتيك و الكروميك في درجة حرارة عالية. و هناك اختبار آخر لـ (DCO) تستخدم فيه البرمنجنات كعامل مؤكسد، ولكن هذا الاختبار يعطى نتائج ذات قيم منخفضة وليست لها علاقة مباشرة بالاختبار المعياري للأكسجين الكيميائي المستهلك. و بشكل عام فإن قيمة الأكسجين الكيميائي المستهلك لمياه الصرف أعلى من قيمة الأكسجين الحيوي الممتص، لأن المركبات يمكن أن تتأكسد كيميائيا و البعض فقط يمكن أن يتأكسد بيولوجيا، و بالنسبة لأنواع كثيرة من مياه الصرف فإنه من السهل الربط بين الأكسجين الكيميائي المستهلك و الأكسجين الحيوي الممتص. هذا يعتبر ذو فائدة لأن الأكسجين الكيميائي المستهلك يمكن تعيينه خلال 3 ساعات فقط بالمقارنة بالأكسجين الحيوي الممتص و الذي يلزم لتقديره 5 أيام. و عندما تحدد العلاقة بينهما فإن قياسات الأكسجين الكيميائي المستهلك يمكن استخدامها كمؤشر لكفاءة عمليات التشغيل و التحكم في محطات المعالجة. و في الغالب فإن نسبة الأكسجين الكيميائي المستهلك إلى الأكسجين الحيوي الممتص 1.5- 2 في مياه الصرف الصناعي التي تحتوى على مواد تتحلل بيولوجي (مثل صناعة الأغذية). أما مياه الصرف ذات النسب ($D_5$) أعلى من 3، فإنه يمكن اعتبار أن المواد المؤكسدة الموجودة في العينة ليست بيولوجية التحلل. في بعض الأحيان يطلق على المواد غير المتحللة بيولوجيا مواد حرارية حيث توجد بصفة دائمة في مياه الصرف الناتجة من الصناعات الكيماوية و الورقية.

### ج- الآزوت الكلي : ($N_t$) Total nitrogen

نظرا لأهمية النيتروجين كحجر أساس في سلسلة البروتين، فإن بيانات النيتروجين تستخدم لتقييم قابلية مياه الصرف للمعالجة البيولوجية. إن عدم وجود النيتروجين بشكل كاف يجعل من إضافته ضرورة لجعل مياه الصرف قابلة للمعالجة. و لكي يتم التحكم في نمو الطحالب في المياه المستقبلة فإن اختزال أو إزالة النيتروجين في مياه الصرف يعتبر ضرورة ملحة. ويشمل النيتروجين الكلى - والمستخدم كمؤشر شائع - على العديد من المركبات مثل الأمونيا وأيون الأمونيوم و النترات و النيتريت و اليوريا و النيتروجين العضوي (الأحماض الأمينية و الأمينات)،

- **الأمونيوم : Ammonium ($NH^+_4$)**

تعتبر البقايا الحيوانية و النباتية الموجودة في التربة مصدرا أساسيا للأمونيوم و ذلك عن طريق تحطيم البروتينات و المركبات العضوية الآزوتية الأخرى المكونة لتلك البقايا حيث ينتقل قسم كبير من الأمونيوم المشكل إلى الأنهار، كما أن وجود الأمونيوم بكميات كبيرة في المياه السطحية دليلا عن التلوث الناتج عن مياه الصرف المطروحة في المجاري المائية.

- **النيترات : Nitrate ($NO_3^-$)**

أثبتت الأبحاث الطبية أن للنيترات أضرار صحية كبيرة، وقد يعود و جوده في الماء إلى نترجة الآزوت العضوي، كما أن النيترات المتواجدة في المياه الطبيعية تأتي بفعل جريان الماء على سطح التربة التي تحتوي على الآزوت من جراء التوسع في إستعمال الأسمدة الكيميائية

- **النيتريت : Nitrite ($NO_2^-$)**

تمثل شوارد النيتريت مرحلة إنتقالية من شوارد النيترات و شوارد الأمونيوم ضمن عملية الأكسدة و الإرجاع لهما، و لذلك فإن شوارد النيتريت المتواجدة في الوسط المائي ناتجة عن إرجاع النيترات أو عن أكسدة شوارد الأمونيوم ولا يوجد مصدر طبيعي للنيتريت.

**ت- الفسفور : Phosphore**

يعتبر الفسفور ضروري لنمو الطحالب وغيرها من الكائنات البيولوجية ويكون الفسفور العضوي أحد أهم المكونات لمياه الصرف الصناعي و الحمأة ،وهو يتواجد على ثلاثة انواع من الأيونات الفسفورية وهي كتالي :

- اورثو فوسفات Ortho Phosphore
- بولي فوسفات Polyphosphates (بعد إماهة الحامض)
- الفوسفات العضويOrganophosphates (بعد إماهة الحامض وأكسدته)

وكل هذه الأنواع تشكل ما يعرف بالفوسفور الكلي Total Phosphore [18] .

## 1-7-1 الأضرار الناجمة عن استعمال مياه الصرف الصحي الملوثة : Damage Resulting from The Use Of Wastewater Contaminated

### الأضرار الصحية على الإنسان: Health Damage To Humans

وجود العديد من البكتريا الضارة للإنسان والحيوان بنسب عالية تتجاوز مئات الملايين من بكتريا مجموعة القولون والتي تعتبر المصدر الأساسي للأمراض المعوية وكذلك بكتيريا السالمونيلا( *Salmonella* )التي تسبب أمراض حمى التيفود وبكتيريا الشيجلا( *Shigella* ) التي تسبب أمراض الإسهال.

بالإضافة إلى وجود العديد من بويضات الطفيليات المسببة لكثير من الأمراض مثل البلهارسيا والأنكلستوما (*Hookworms*) والأسكارس (*Ascaris*) والديدان الكبدية بالإضافة إلى وجود البويضات التي تسبب الأمراض للماشية وتنتقل للإنسان مثل التينياسوليوم (*Alteniasuliom* ) والتينياساجيناتا(*Alteniasagiinata*) .

وجود نسب من مركبات المبيدات الفطرية والبكترية ومبيدات الحشائش والحشرات ومركبات الفوسفور والكلوريدات السامة والمنظفات الصناعية والمعدنية والعضوية التي تؤدى إلى الإضرار بالإنسان.

وجود العناصر السامة مثل الرصاص ، النيكل ، الزئبق ، الكروم ، الكوبلت ، الكادميوم بتركيزات عالية فوق المعدلات المسموح بها دولياً وهذه العناصر مصدرها الأساسي هو مياه الصرف الصناعي وهذه العناصر تترسب فى التربة وتصل إلى النبات ومن ثم الحيوان والإنسان وتسبب العديد من الأمراض التي تضر بصحة الإنسان.

وقد تنبعث روائح كريهة من مياه المجارى والتى تتمثل فى خليط من غازات كبرتيدالأيدروجين وهو يسبب تهيج للأغشية المخاطية بالعيون والجهاز التنفسى وغازالأمونيا وهو غاز شديد السمية يسبب تهيج الأغشية المخاطية للعيون والحنجرةوالأنف ويسبب أحيانا العقم.وتتفاوت شدة الإنبعاث لهذه الغازات تبعا لفصول السنة.

### ب- الأضرارعلى الأراضي والمحاصيل الزراعية: Damage Land And Crops

يمكن تلخيص الأضرار على الأراضي والمحاصيل الزراعية في عنصريين كتالي :

1- مخاطر الملوحة والقلوية: تتراكم الأملاح في منطقة انتشار الجذور مما يؤدي إلي تقليل النفاذية وهذا مايؤ ثر على نمو النبات.

2- مخاطر السمية: يؤدي ارتفاع نسبة عناصر البورون والكلوريد والصوديوم والعناصر الثقيلة بتركيزات عن الحدود المسموح بها إلى احتراق أوراق النبات وتأخير مراحل النضج وتقليل أنتاجيتة.

## 2-7-1 معالجة مياه الصرف الصحي: Sewage treatment

تعد معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في أغراض الري الزراعي من الخيارات الهامة ضمن استراتيجية وزارة الفلاحة للحفاظ على الموارد المائية غير المتجددة واستعمال الموارد المائية غير التقليدية نظراً لما تمثله هذه المياه من مصدر إضافي ومتجدد من مصادر مياه الري .

حيث كانت المعالجة تنحصر في إزالة المواد العالقة والطافية والتخلص من المواد العضوية المتحللة وبعض الأحياء الدقيقة المسببة للأمراض[19] . ونتيجة التقدم في الأبحاث العلمية في مجال الكيمياء والكيمياء الحيوية وعلم الأحياء الدقيقة وزيادة المعرفة عن تأثير الملوثات على البيئة سواء على المدى القريب أو البعيد إضافة إلى التقدم الصناعي وإنتاج المواد الجديدة صار من الضروري تطوير طرق معالجه لتلك المياه لتساعد في إزالة معظم الملوثات التي لم يكن من السهل إزالتها بالطرق المستعملة قديماً .تشمل معالجة مياه الصرف الصحي مجموعة من العمليات الطبيعية والكيميائية والإحيائية لإزالة المواد الصلبة والعضوية والكائنات الدقيقة أو تخفيضها إلى درجة مقبولة، وقد تشمل هذه الإجراءات إزالة بعض العناصر الغذائية ذات التركيزات العالية مثل الفوسفور والنيتروجين المتواجدة في تلك المياه ويمكن تقسيم تلك العمليات حسب درجة المعالجة إلى عمليات تمهيدية وأولية وثانوية وثلاثية متقدمة، وتأتي عملية التطهير للقضاء على الأحياء الدقيقة في نهاية( مراحل المعالجة بيولوجية) .

## 3-7-1 أغراض معالجة مياه الصرف الصحي: Targets Sewage Treatment

إن الغرض من معالجة مياه الصرف الصحي هو إسراع العمليات الطبيعية التي تحدث في المياه تحت ظروف محكمة وبحجم صغير. ومن الأسباب الهامّة لتطوير طرق معالجة تلك المياه تأثيرها على الصّحّة العامّة والبيئة أما إجراءات التنقية فتشتمل على ثلاث مراحل ومن مرحلة إلى أخرى يزداد مستوى التنقية والتطهير.

### 4-7-1 مراحل معالجة مياه الصرف الصحي:Stages Of Sewage Treatment

#### أ- المعالجة الابتدائية : Treatment Primary

في هذه المرحلة، يُزال ما بين 35 و50 % من المواد العضوية، القابلة للتحلل، بالإضافة إلى ما بين 50 و70 % من المواد العالقة.

وتترسب المواد الصلبة في أحواض خاصة، يطلق عليها "أحواض الترسيب"، مكونة طبقة طينية سوداء، أسفل الحوض، يطلق عليها "الوحل". وتطفو المواد الدهنية والزيوت والشحوم، على سطح طبقة الوحل، لتُزال بعملية، يطلق عليها "القشط". أما المواد العالقة، فتزال من على سطح الأحواض.

#### ب- المعالجة الثانوية :Treatment Secondary

وفيها تعالج مياه الصرف الصحي معالجة بيولوجية، أي أنها تُجرى باستخدام كائنات حية، من طريق تنمية البكتريا الهوائية، القادرة على التهام المواد الصلبة وتحليلها، بالإضافة إلى هضم المواد العضوية، الموجودة في مياه الصرف، وتحويلهما إلى طاقة وماء وثاني أكسيد الكربون. وغالباً ما تُجرى هذه العمليات، في أحواض أو برك وبحيرات ضحلة، ذات مياه ساكنة، لا توجد فيها تهوية. أو قد تُمد هذه الأحواض والبرك بتهوية صناعية، من خلال ماكينة لدفع هواء جوي في مياه الصرف، لتوفير الأكسجين اللازم للبكتريا. وتكون معدلات التحلل البيولوجي في هذه الحالة منخفضة. إلا أنه يمكن الإسراع من عمليات التحلل البيولوجي، من خلال إجراء تحريك مستمر لمياه الصرف الصحي، في الأحواض، أو إضافة بعض أنواع البكتريا المحللة، ذات المقدرة العالية على تحليل المواد العضوية. وبعد إتمام هذه العملية، يمرر السائل إلى خزان الترسيب الثانوي، أو النهائي، حيث يستقر الوحل في القاع، بينما ينقل السائل إلى المرحلة التالية. ويجمع "الوحل"، الناتج من المراحل، التمهيدية والابتدائية والثانوية، وينقل إلى "خزان هضم الوحل". لتتولّى البكتيريا تكسير المواد العضوية المعقدة، وتحويلها إلى مواد أقل تعقيداً، ويصاحب هذه العملية انطلاق غاز الميثان، الذي يستخدم مصدراً للوقود. ويجمع الوحل، المتبقي من هذه العملية، ويجفف، ويستخدم كمخصبات للتربة. ويمكن، من أن تكون مياه الصرف الصحي المعالجة ثنائياً مطابقة للمعايير القياسية الموضحة في الملحق رقم (02) .

#### ج- المعالجة الثلاثية أو المعالجة المتقدمة : Treatment Tertiary

وفي هذه المرحلة، يُجرى عديد من العمليات الكيماوية، للتخلص من مختلف الملوثات، التي لم يُتخلص منها، في المراحل السابقة، مثل الفسفور، والنيتروجين، والمواد العضوية الذائبة، وبعض العناصر السامة. وينتج من هذه المرحلة ماء، على مستوى عال من النقاء؛ إذ يُزال نحو 100 % من المواد العالقة الصلبة، والنيتروجين، والفوسفور، والزيوت العالقة والدهون . وتتضمن هذه العمليات: التخثر الكيماوي، والترسيب، والترشيح الرملي، والامتصاص الكربوني، والتبادل الأيوني، والتناضح العكسي . وتُضاف مركبات الحديد والألومنيوم والكالسيوم، إلى ماء الصرف الصحي، فينتج، عند ذلك، تغير في صفات الماء، بما يؤدي إلى تلاصق الجسيمات، العالقة في سائل الصرف الصحي، بعضها ببعض، مكونة كتلاً صلبة

أكبر حجماً، تترسب، فيُتخلص منها. وتسمى هذه العملية "عملية التخثر الكيماوي بغرض الترسيب ( Chemical Coagulation and Sedimentation). ثم يمرر سائل الصرف الصحي، على مرشحات، تحتوي على طبقات من الرمل، سمكها نحو نصف متر. وتسمى هذه العملية "عملية الترشيح الرملي" (Sand Filtraing). وللتخلص من الروائح

الكريهة، يمرر سائل الصرف الصحي، على خزانات، تحتوي على الفحم الناشط، الذي يتحد بجزيئات الرائحة الكريهة. ويتبقى، في النهاية، أملاح، بتركيزات عالية، يُتخلص منها بعمليات التبادل، الأيوني والأسموزي العكسي..

ولقتل الميكروبات المعدية، يوضع الكلور، بتركيز 100 ملجم/ لتر، لمدة تراوح بين 15 و120 دقيقة. وبذلك، يتحول سائل الصرف الصحي ، إلى مياه نقية، خالية من السمية والعدوى[20].كمايشترط في مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً أن تكون مطابقة للمعايير القياسية الموضحة في الملحق رقم (03)

### 1-7-5 طرق معالجة مياه الصرف الصحي ومراحلها في الميدان :

إن النشاطات البشرية و مياه الصرف الصناعي عادة ما تشكل ما يعرف بالمياه الملوثة . إذا تم صرف المياه الملوثة إلى الطبيعية بدون معالجة فان المستقبلات المائية سوف تتلوث و ستصبح ناقلة للأمراض مما يعرض الناس إلى الخطر . في بداية القرن العشرين تم اختراع طرق المعالجة الغير البيولوجية وكذلك البيولوجية ومنذ ذلك الوقت حتى الآن تشكل المعالجة البيولوجية الطريقة الأكثر شيوعا بالعالم لمعالجة مياه الصرف الصحي . تقوم العملية البيولوجية على إشراك الكائنات الدقيقة ( بكتريا –بروتوزوا- طحلبيات .. الخ ) في أكل و هضم المواد العضوية الكربونية . و كنتيجة لذلك تتكاثر الكائنات الدقيقة و تصبح المياه شبكة خالية من الملوثات العضوية .يمكن إعادة استعمال المياه المعالجة وفق شروط معينة . ومن هذا المنطلق سوف نتطرق الى الطريقتين بشيئ من التفصيل.

#### أ- طريقة معالجة مياه الصرف الصحي بالحماة المنشطة :

#### ب- المعالجة الأولية (المعالجة الفيزيائية):Primary Treatment (physicalTreatment)

فصل الصلب عن السائل وكذلك فصل الأطوار الغير مائية مثل الزيت عن الماء.

#### المرحلة الأولى (الغربلة) :The first phase (Screening)

في هذه المرحلة يتم إزالة الجسيمات الأعضوية الكبيرة الحجم بالإضافة إلى الألياف الغير منحلة بنسب في حدود 20الى 30% بالغربلة أو عن طريق الترسيب البسيط أو الغير بسيط عن طريق إضافة مواد مخثرة كما تعتبر هذه المرحلة ضرورية لحماية المنشات الميكانيكية والمضخات المختلفة الموجودة في المراحل اللاحقة من المعالجة.

#### 1- إزالة المواد الكبيرة الحجم :Remove Large Materials

تعتبر هذه المرحلة من المراحل الضرورية ويتم فيها فصل المواد الصلبة الكبيرة بوسائل ميكانيكية مناسبة بحيث تمر المياه الملوثة في مجاري معدنية مناسبة لتخلص من الأجسام الصلبة الكبيرة ،بعدها تترسب المياه الملوثة في أحواض مناسبة ليفصل فيها المواد الرغوية والطافية .

#### 2- إزالة الرمل : Remove The Sand

يزال الرمل وكذلك الحصى وبقية الأجسام الداخلة ضمن محتويات المياه الملوثة ،وضمن هذه المرحلة تستعمل مجموعة من الأحواض الترسيب المهواة من ألأسفل وفق حركة هرمية مع تحريك دائري وبذلك تزال كمية الرمل والحصى العالقة بالمياه الملوثة.

### 3- الترسيب : Precipitation

تعتبر هذه المرحلة مرتبطة ارتباطا وثيقا بالحالة الفيزيائية بحيث تستعمل الجاذبية في ترسيب الأجسام الثقيلة وهذه الترسيب يسمح بإزالة ما نسبته 40الى 50 % من مجموع المواد الصلبة في المياه الملوثة و من 40 إلى 60 % من ألأجسام الصلبة [21].

### 4- أحواض التعديل : The Amendment basins

ضمن هذه المرحلة تعدل فيها حدة المتغيرات ضمن سيلان وتدفق المياه الغير معالجة الواصلة الى المحطة حتى تكاد تكون ثابته التدفق وشبه ثابتة التركيزللمثلوثات التي تحتويها المياه الغير معالجة الداخلة الى المحطة.

## المرحلة الثانية :The second phase

تندرج هذه المرحلة كمرحلة مكملة للمحلة الأولى ويتم فيها فصل الأجسام الصلبة الدقيقة ضمن عملية الترسيب وأهم مكوناتها.

### 1- إزالة الزيوت :The Remove of The oils

يتم ضمن هذه المرحلة إزالة كل الزيوت والدهون التي تحتويها مياه الصرف الصحي بواسطة كاشطات وهو الأسلوب المتبع في كل محطات المعالة على المستوى الوطني [22] .

### 2- حوض نزع الرمال : Basin Remove Of The Sand

يتم في هذه الأحواض نزع كميات الرمل الدقيقة والثقيلة الوزن ذات القطر ما بين (0.1 -0.2 مم ) المتدفقة مع المياه الغير معالجة عن الترسيب ضمن فترة مكوث قصيرة مع مرعات سرعة التدفق التي لاتتجاوز0.3 م/ ثانية.

### 3- الحوض الثاني : The Second Basin

يستعمل هذا النوع من ألأحواض لنزع الأجسام الصلبة بطيئة الترسيب لدى فترة المكوث أطول في هذه الأحواض مما يتسبب في ترسيب المواد الثقيلة الصلبة أما الطبقة الزيتية فسوف تطفو على السطح وبذلك تنزع كلا من الطبقة السفلى التي تحتوي الأجسام الصلبة الغير ذائبة وكذا الطبقة العلوية التي تحتوي على المستحلب الزيتي.

### أ- المعالجة البيولوجية :Biological Treatment

تعتبر المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي من أهم مراحل المعالجة التي يجب تطبيقها على المياه في المحطة وتهدف هذه المعالجة إلى أكسدة المواد العضوية المختلفة الموجودة في مياه الصرف الصحي وتحويلها إلى مركبات مستقرة وكتلة حيوية[19].

تتألف في معظمها من البكتريا وبعض الكائنات الدقيقة التي يمكن فصلها عن المياه ومعالجتها على انفراد وبالتالي الحصول على مياه خالية عملياً من التلوث العضوي ، ويعتبر وجود الأوكسجين والبكتريا أهم عنصرين من العناصر المطلوبة لإنجاح المعالجة البيولوجية إضافة إلى شروط أخرى مثل درجة الحرارة ووجود بعض المغذيات المساعدة، ومن الطرق الشائعة للمعالجة البيولوجية نذكر :

### 1 - المرشحات البيولوجية: Biological Filters

تعتبر طريقة المرشحات البيولوجية من أقدم طرق المعالجة البيولوجية ويقل استعمالها في الوقت الحاضر ماعدا في بعض استخدامات المعالجة لمياه الفضلات الصناعية.

يتألف المرشح البيولوجي من سرير من المواد الحصوية أو البلاستيكية الخشنة توزع فوقه مياه المجاري بواسطة ذراع

رشاش دوار حيث تتسرب مياه المجاري عبر فراغات الوسط المرشح ملامسة هذا الوسط الذي تنمو عليه الكائنات العضوية الدقيقة التي تقوم بتفكيك المواد العضوية وأكسدتها بمساعدة الهواء الجوي وتخرج المياه المرشحة من أسفل المرشح إلى حوض ترسيب ثانوي لفصل وإزالة الحمأة عن المياه . والمرشحات البيولوجية نوعان ذات معدل ترشيح عالي أو منخفض ، والحمأة الناتجة تحتاج للتجفيف فقط . و من أهم مساوئ هذه الطريقة انتشار الذباب والبعوض في الموقع وعدم ثبات مردود المعالجة.

### 2- الأقراص البيولوجية الدوارة : Biological Turntables

وتعتبر هذه الطريقة إحدى طرق النمو بالغشاء الثابت كما هو الحال في المرشحات البيولوجية، فيما عدا أن الكتلة الحيوية هي التي تلامس الماء أثناء دوران الأقراص وليس الماء هو الذي يلامس الكتلة البيولوجية.

تتألف وحدة المعالجة من مجموع أقراص ( بلاستيكية غالباً ) تدور حول محور مرتبط بها وغاطسة إلى حوالي نصف قطرها ضمن مياه المجاري ، وبعد خروجها يدخل الهواء بينها ملامساً الغشاء البيولوجي ( طبقة بيولوجية تنمو على سطح الأقراص ) والذي تجري المعالجة بواسطته . تستعمل هذه الطريقة في محطات المعالجة الصغيرة وعادة يبنى عدد من صفوف أقراص التماس بشكل متتابع خلف بعضها في حوض التهوية ، وتمتاز هذه الطريقة باستهلاكها القليل للطاقة وبقلة الحمأة الناتجة عنها ويبلغ معدل التنقية 85٪ .

### 3- الحمأة المنشطة : Activated Sludge

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق شيوعاً في الوقت الحاضر بسبب فاعليتها العالية في المعالجة وسميت بهذا الاسم لأنه يتم إعادة جزء من الحمأة المترسبة في أحواض الترسيب الثانوية إلى حوض التهوية وذلك بشكل مستمر وهذا يساعد في تسريع العملية البيولوجية وزيادة كفاءتها بسبب زيادة كثافة الكتلة الحيوية في حوض التهوية وبالتالي زيادة معدل الأكسدة وتفكيك المواد العضوية إلى مكوناتها الأساسية ، وتدخل المياه المعالجة إلى أحواض التهوية بعد مرورها على أحواض الترسيب الأولية وبالرغم من أنها أكثر كفاءة من المرشحات البيولوجية فهي تحتاج إلى مهارة عالية في التشغيل ومن أهم .

### 4- التهويـة المطـولة : The Prolonged Of The Ventilation

وهي إحدى طرق الحمأة المنشطة التي تستخدم لمعالجة مياه الصرف للمجمعات الصغيرة ، وهي طريقة سهلة ومرنة في تشغيلها ويمكن الاستغناء عن مرحلة الترسيب الابتدائي ومعالجة مياه المجاري بعد عملية حجز المواد الطافية والرمال إن أمكن ، ومن مزايا هذه الطريقة تثبيت المواد العضوية والاستغناء عن معالجة الرواسب قبل تجفيفها أو استعمالها .

في طريقة المعالجة بالتهوية المطولة تدخل مياه المجاري الخام( بعد حجز المواد الطافية والرمال) لأحواض التهوية حيث تنشط البكتريا الهوائية في أكسدة المواد العضوية ، ويساعد على ذلك عملية التهوية الميكانيكية التي تعطي الأوكسجين الذائب للمياه ، وتسبب عمليات مزج وتحريك مستمر للسائل ضمن الحوض مما يزيد من فعالية عملية المعالجة ، وتخرج المياه من أحواض التهوية لأحواض الترسيب حيث ترسب المواد العالقة ومآبها من الكائنات الحية الدقيقة ، ثم يعاد نسبة كبيرة من هذه الرواسب(الحمأة المنشطة الثانوية) إلى أحواض التهوية للحفاظ على التركيز المناسب من المواد العالقة وما تحمله من البكتريا التي تقوم بعملية الأكسدة . ويلزم للحفاظ على تراكيز ثابتة من المواد العالقة في أحواض التهوية أن يتم تصريف نسبة من المواد المترسبة في أحواض الترسيب بدون مشاكل الرائحة حيث تكون هذه الحمأة مؤكسدة لبقائها في أحواض التهوية مدة طويلة .

### 5- خنـادق الأكسـدة:The Treanches Of The Oxidative Stress

وهي طريقة من طرق التهوية المطولة وتصمم بنفس الأسلوب ولكنها تعتمد على البساطة في الإنشاء والتشغيل وتتكون من واحدة أكثر من القنوات التي يتم فيها تهوية وتقليب مياه المجاري ميكانيكياً ومن ميزاتها الأساسية أن كمية الرواسب الزائدة المصروفة من أحواض الترسيب النهائية صغيرة نسبياً ومؤكسدة وتعالج فيها مياه المجاري بعد المصافي، ويمكن استخدام القنوات للترسيب أيضاً مدة معينة مرة إلى ثلاث مرات يومياً بوقف التهوية للسماح بالترسيب وبعد ذلك يتم تصريف المياه المروقة بعد الترسيب ويعاد تشغيل العملية. وفي أثناء فترة الترسيب يتم حجز مياه المجاري في خطوط التجميع أو باستخدام وحدتين من قنوات الأكسدة أو بتقسيم القناة إلى جزئيين ولاستخدم هذا التشغيل في التدفقات الصغيرة نسبياً ، أما في التشغيل العادي فيجب إنشاء حوض ترسيب نهائي بعد قنوات الأكسدة .

### 6- بـرك الأكسـدة:Oxidation Ponds

تعتبر برك الأكسدة أبسط الطرق على الإطلاق لمعالجة مياه المجاري والمخلفات الصناعية ويجري استخدامها بمعظم دول العالم وعلى سبيل المثال تمثل برك الأكسدة ثلث محطات معالجة المجاري في الولايات المتحدة [19]. وتنشأ هذه البحيرات بطرق هندسية بسيطة لا تتعدى في بعض الأحيان أعمال الحفر والتمهيد والتسوية إذا كانت التربة قوية متماسكة ويكون عمقها عادة صغير ومساحتها كبيرة .

وتتم المعالجة في هذه البحيرات بطريقة طبيعية تعتمد على نشاط مشترك متكامل تقوم به الطحالب والبكتريا بالاستعانة بأشعة الشمس وبعض العناصر الموجودة أصلاً في مياه المجاري. ويفضل قبل أعمال التصميم والتنفيذ عمل دراسة الأمور التالية : طبوغرافية المنطقة وما يحيط بها، طبيعة المياه الجوفية، خصائص التربة ومكوناتها، درجة الحرارة والرياح السائدة والسطوع الشمسي، خصائص مياه الصرف، شكل البحيرات المناسب وأسلوب تشغيلها الأمثلي، تكاليف الإنشاء والأرض والتشغيل، مجالات استعمال المخلفات السائلة بعد معالجتها. ويجب أن يحقق شكل البحيرات وعددها الأمور التالية : مرونة التشغيل، إمكانية وقف تشغيل أي وحدة دون التأثير على باقي الوحدات وذلك لعمل الصيانة وتفريغ الرواسب , إذا ساعدت طبوغرافية الأرض على تصميم بحيرات طويلة بعرض صغير فهذا يعطي كفاءة أفضل ( بشرط تعميق البحيرة في منطقة المدخل ) لمرونة التشغيل . وتستخدم بحيرات الأكسدة عادة للتدفقات الصغيرة ولكن لايمنع استخدامها للتدفقات الكبيرة عند توفر مساحات كافية من الأرض بسعر مناسب ، وعلى سبيل المثال فقد استخدمت بحيرات الأكسدة في كاليفورنيا بأمريكا بمساحة ( 250 )هكتار وذلك لمعالجة تدفق مبلغ ( 250000 m3/d).

وعموماً يمكن استخدام برك الأكسدة بعد مرحلة أو أكثر من مراحل المعالجة التالية : حجز المواد الطافية باستخدام المصافي، حجز الرمال في أحواض منفصلة، أحواض التحليل، أحواض الترسيب الابتدائية، أحواض أمهوف، بحيرات لا هوائية، أحواض حجز الزيوت والشحوم .

بدأ الاهتمام بمعالجة المخلفات السائلة بهذه الطريقة من أجل المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية الجافة والحارة كما هو الحال في مدينة وادي سوف خصوصاً ، حيث تساعد درجات الحرارة وكذلك أشعة الشمس على نمو الطحالب التي تمد البحيرات بالأكسجين الذائب ولهذه الطريقة مزايا لا يمكن توفيرها في طرق المعالجة الأخرى وتتلخص هذه المزايا كما في الآتي :

1- يمكن تشغيلها بطرق كثيرة .

2-يمكن تغيير طريقة التشغيل في حالة زيادة الأحمال الهيدروليكية والعضوية بدون الحاجة إلى إضافة وحدات جديدة ويتم ذلك باستخدام نظام أو أكثر من النظم المستخدمة في محطة معالجة واحدة : بحيرات أكسدة لا هوائية ( تعمل كمعالجة

تمهيدية لمياه المجاري )، بحيرات أكسدة اختيارية، بحيرات أكسدة هوائية، بحيرات أكسدة بالهواء المضغوط، بحيرات الإنضاج.

3-يمكن ربط أكثر من طريقة من هذه الطرق في عملية معالجة واحدة حسب درجة المعالجة المطلوبة والتي ترتبط باستعمال المياه الجوفية .

### ج- المعالجة بالبحيرات :Lakes Treatment

### البحيرات المهواة ومميزاتها : Aerated Lagoons And Advantages

تزداد أهمية هذه الطريقة مع الوقت لأنها تعطي درجة عالية من الكفاءة وتشجع على إعادة استعمال المياه المعالجة والأهم من ذلك تجعل التخلص من الحمأة أمراً بسيطاً وسهلاً لا يمكن مقارنته بطرق المعالجة الأخرى والتي تمثل الحمأة فيها مشكلة رئيسية .

المزايا التالية تجعل لهذه الطريقة أهمية خاصة في الدول النامية :

1-إن استخدام التهوية في البحيرات يتميز عن برك الأكسدة الطبيعية بصغر مساحات الأرض التي تحتاجها والتخلص من مشاكل الحشرات الضارة والرائحة .

2- إن تهوية البرك عموماً يمكن استخدامه كطريقة متكاملة لمعالجة المخلفات السائلة التي تحتوي على تراكيز عالية من المواد العضوية أو تستخدم كمرحلة أولى قبل بحيرات الأكسدة في حال عدم توفر مساحة كافية من الأرض .

3- في حال وجود مواد عالقة بتركيز كبير نوعاً ما بسبب عملية التهوية والمزج ، فهذا لا يؤثر في استخدام هذه المياه في الري ، أما إذا تطلب الأمر خفض تركيز المواد العالقة فيمكن استخدام بحيرات بعمق صغير تستقبل المياه من البحيرات المهواة يحدث فيها ترسيب للمواد الرسوبية العالقة ويمكن استخدام هذه البرك في تربية الأسماك حيث تكون هذه المياه مناسبة لهذا الغرض .

4- ملائمة هذه الطريقة لجميع مجالات إعادة استعمال المياه والتي توفرها طرق التشغيل المرنة الممكنة فمثلاً

آ -يمكن زيادة قوة التهوية.

ب -يمكن تعديل نسبة الحمأة المعادة.

ج -يمكن إضافة أحواض ترسيب إذا كانت البحيرات أصلاً تعمل بدون وجودها وهذا كله يزيد من سعة البحيرات في استيعاب الأحمال الهيدروليكية والعضوية المتغيرة والمتزايدة .

5- إن تشغيل هذه البحيرات المهواة له ميزات كثيرة فمثلاً : في حالة تشغيلها كبحيرات اختيارية تكون أرخص في التكاليف وأسهل في التشغيل ولكنها تحتاج إلى مساحة أرض كبيرة وفي الدول النامية تتواجد الأراضي عموماً بمساحات كبيرة . يبلغ عمق برك التثبيت المهواة بمعدل ضعف أو ثلاثة أو أربعة أضعاف عمق بحيرات الأكسدة الطبيعية كما أن مدة بقاء المياه في البرك المهواة يقل بمقدار النصف أو الثلث عن مدة بقاء المياه في بحيرات الأكسدة الطبيعية وعلى سبيل المثال فإن البحيرات المهواة تحتاج لمساحة تصل إلى 10٪ من مساحة البحيرات الطبيعية . وهذا شيء هام بالنسبة للمدن المتوسطة والكبيرة .

### 6-7-1 المفاضلة بين نظم المعالجة (بطريقة الحمأة لمنشطة وبرك التثبت ) : The Trade-off Between Processing Systems

يجمع البيولوجيون و المهندسون البيئيون و الاختصاصيون في معالجة مياه الصرف الصحي على أن الخبرات العملية المتجمعة خلال ربع قرن أكدت فعالية نظام المعالجة البيولوجية (التقليدية ) لمياه المجاري وأفضليته على أنواع المعالجات الكيميائية والفيزيائية [21] . رغم تطورها وحداثتها ، ذلك أن نظام المعالجة البيولوجية لمياه المجاري يمكن التحكم به وله ميزة هامة جداً وهي أنه نظام عملي يعتمد على الكائنات الحية الدقيقة التي تستوطن مياه الصرف الصحي المنزلية و التي تقوم بعمليات المعالجة ويمكن تشبيه عملها بعملية التنقية الذاتية لمياه البحار عندما تصرف ضمنها مياه الصرف الصحي . وهذا ما يبرر الانتشار الواسع لأنواع نظام المعالجة البيولوجية في مدن العالم المتقدم لمعالجة مياه الصرف الصحي .

إن نظم المعالجة ببرك التثبيت وبالمقارنة مع نظام المعالجة الحمأة المنشطة تتمتع بالفوائد التالية :

1- تتطلب مهارة أقل للعاملين فيها .

2- بسيطة الإنشاء وقليلة الكلفة.

3- لا تستعمل آليات كثيرة .

4- كلفة تشغيل وصيانة منخفضة .

5- ليس لديها مشكلة في معالجة الحمأة التي تترسب بالقاع وتجمع كل مدة ( 1-5 ) سنوات

6- يلعب حجم البركة دورا مخفضاً للصدمة .

يضاف إلى ذلك أن نظام الحمأة المنشطة يختلف عن نظام المعالجة ببرك التثبيت بأنه يحتاج إلى مساحات قليلة جداً من الأراضي ولذلك فهو يناسب المدن الساحلية ذات الشريط الزراعي الضيق والمناطق الساحلية المأهولة بكثافة عالية أو المدن الكبيرة التي تكون للأراضي الزراعية أو المستثمرة فيها أهمية كبيرة.

### د- المعالجة عن طريق استعمال النباتات (الأراضي الرطبة المصطنعة) : Wetlands Constructe

إن المعالجة بالنباتات ( الأراضي الرطبة ) تعتبر مناسبة لمعالجة المياه في المجمعات الصغيرة و المتوسطة الحجم و يمكن استخدامها لمعالجة مياه المجاري المنزلية أو الصناعية أو لمعالجة مياه الأمطار أو معالجة المياه الملوثة الراشحة من المطامر البلدية .....الخ .

خلال العشرين سنة الماضية فإن العديد من أنواع محطات المعالجة بالنباتات قد تم تطويرها و تحسين أدائها و لذلك فقد لاقت إقبالا جيدا عبر العالم و ذلك لحسناتها العديدة و منها :

أ- كلفة البناء المنخفضة

ب- سهولة الإنشاء و التشغيل و الصيانة .

ت- كلف التشغيل و الصيانة المنخفضة بسبب اعتمادها على المعالجة البيولوجية الطبيعية و عدم الحاجة للطاقة للتشغيل و الصيانة إلا في الاحتياجات الدنيا .و ليس هناك حاجة لاستخدام المواد الكيميائية أو التجهيزات الميكانيكية الاحتياطية، كما أنها لا تحتاج لكادر تشغيل خبير كما هو الحال بمحطات المعالجة التقليدية.

ث- الإزالة الفعالة للملوثات و العوامل الممرضة و بيوض الديدان علما "أن بيوض الديدان الشائعة في منطقتنا لا تزال بطرق المعالجة الميكانيكية )حمأة منشطة، تهوية مطولة،..الخ.(

ج- قدرتها الكبيرة على تحمل تذبذبات التدفقات بالإضافة إلى ثباتيتها العالية و الموثوقية في الأداء .

ح- و -الحمأة الناتجة هي الحمأة الأولية فقط.

خ- إعادة استخدام المياه المعالجة في ري المحاصيل كما يعاد استخدام النباتات في موسم الحصاد بعد قطعها لتغذية الحيوانات .

وتجدر الإشارة إلى أن هذا الموضوع مرتبط مباشرة بما تحتويه الرسالة المقدمة فسوف يتم التطرق إليه بشيء من الإسهاب والتفصيل.

### 7-7-1 المعايير والتركيز المسموح بها : Standards And Concentrations Permitted

تعد معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في أغراض الري الزراعي في الجزائر من الخيارات الهامة ضمن إستراتيجية محكمة للحفاظ على الموارد المائية غير المتجددة واستعمال الموارد المائية غير التقليدية نظراً لما تمثله هذه المياه من مصدر إضافي ومتجدد من مصادر مياه الري,والجدير بالذكر أن أخر الأبحاث التي أجريت [23]في قسم وقاية النبات أظهرت أنه لأضرر من استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ثنائية على الأقل في ري نباتات الزينة وأنها أمنة من محتواها الكميائي والمكروبي.

توجد معايير يمكن بها تقييم صلاحية المياه للري من خلال ما يلي:

أ- الأملاح الكلية الذائبة.

ب- العناصر النادرة والثقيلة.

ج- المعايير البيولوجية.

يجب أن تكون مياه الصرف الصحي المعالجة المعاد استخدامها في الري الزراعي مطابقة للمعايير.

وضمن إطار المحافظة على البيئة والصحة حددت منظمة الصحة العالمية (OMS) بسن معايير من خلالها تحديد قيم الحد الأقصى لمعايير الصرف نفايات الوحدات الصناعية السائلة ( مرسوم تنفيذي رقم 93 –160مؤرخ في 20 محرم عام 1414 الموافق ل10 جويلة 1963 ينظم النفايات الصناعية السائلة) كما هو موضح في الجدول (04).

### 8-7-1 استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة: The Use Of Treated wastewater

يمكن استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في عدة أغراض سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ،وفي هذه المذكرة سوف نركز على أهم استعمالات تلك المياه في عمليات الري الزراعي [24] .

### الاستعمالات ا في المجالات الزراعية: Uses In The Agricultural Fields

لتحديد الاستعمالات النموذجية لمياه الصرف الصحي المعالجة لا بد في البداية من تقسيم المياه المعالجة إلى عدة شرائح أو أنواع وذلك لتحديد مجالات الاستعمال المناسبة لكل نوع من أنواع المياه المعالجة ,حيث سنعتمد تقسيم المياه المعالجة حسب التالي:

- مياه صرف صحي معالجة ثانويا ولكن بدون تطهير.
- مياه صرف صحي معالجة ثانويا مع تطهير عادي.
- مياه صرف صحي معالجة ثانويا مع تطهير فعال.
- مياه صرف صحي معالجة ثلاثيا ( مطهرة تطهير فعال كاملا)

وفيما يلي نبين مجالات الاستعمال الزاعي لمياه الصرف الصحي المعالجة:

**1- ري المروج الخضراء المخصصة لاستجمام العامة : Irrigate Intended For Public**

بما أن مياه الري في هذه الحالة ستكون على تماس مباشر مع الأشخاص لذلك يجب التركيز ليس فقط على خلو المياه من الملوثات العضوية وان ما التركيز أيضا على الطهارة الفعالة لهذه المياه وعدم احتوائها على نسب كبيرة من العوامل الممرضة وذلك لحماية الصحة العامة للأشخاص ,وبالتالي لا بد أن تكون المياه المستعملة معالجة ثلاثيا مع تطهير فعال ولا يسمح باستعمال أي نوع آخر من المياه المعالجة .أما بالنسبة إلى ط ا رئق الري الموصى بها في هذه الحالة فيجب تجنب الانتشار الكبير لمياه الري وذلك حفاظا على الصحة العامة للأشخاص وبالتالي ينصح باعتماد نظام الري تحت السطحي أو الري الموضعي( الري بالتنقيط) .

**2- ري المروج الخضراء غير المخصصة لاستجمام العامة :**

إن مياه الري في هذه الحالة لن تكون على تماس مباشر مع الأشخاص وان ما سيكون وج ودها غير مباشر بالنسبة إلى الأشخاص وبالتالي يجب أيضا التركيز على خلو المياه من الملوثات العضوية والطهارة الفعالة لهذه المياه وعدم احتوائها على نسب كبيرة من العوامل الممرضة وبالتالي ينصح أن تكون المياه المستعملة معالجة ثلاثيا مع تطهير فعال ولا يسمح باستعمال أي نوع آخر من المياه المعالجة.

أما بالنسبة إلى طرق الري الموصى بها في هذه الحالة فيمكن اعتماد نظام الري تحت السطحي

أو الري السطحي الموضعي أو غير الموضعي( الري بالتنقيط & الري بالرش).

**3- ري المزروعات غير المخصصة للأكل والتي لا تلامس الناس: Irrigate Crops Not Privatization To Eat**

إن مياه الري في هذه الحالة لا تكون على تماس مع الأشخاص حيث يمكن التساهل بخصوص درجة المعالجة وكذلك فعالية التطهير وبالتالي يمكن أن تكون المياه معالجة ثلاثيا أو ثانويا مع تطهير عادي أو فعال ولا يسمح باستعمال المياه المعالجة غير المطهرة. أما بالنسبة إلى طرق الري الموصى بها في هذه الحالة فيمكن اعتماد نظام الري تحت السطحي أو الري السطحي الموضعي أو غير الموضعي( الري بالتنقيط & الري بالرش)

**4- ري نباتات الزينة التجارية:Irrigate Ommercial Ornamental Plants**

إن مياه الري في هذه الحالة لا تكون على تماس مع الأشخاص وان ما مع نباتات قريبة من الأشخاص وبالتالي يمكن التساهل قليلا بخصوص درجة المعالجة وكذلك فعالية التطهير ,استنادا لذلك يمكن أن تكون المياه معالجة ثلاثيا أو ثانويا مع تطهير فعال ولا يسمح باستعمال المياه المعالجة غير المطهرة أو إذا كان تطهير المياه غير فعال .أما بالنسبة إلى طرق الري الموصى بها في هذه الحالة فيمكن اعتماد نظام الري تحت السطحي أو الري السطحي الموضعي( الري بالتنقيط )أو غير الموضعي( بالرش )وذلك في حال كانت المياه معالجة ثلاثيا فقط.

**5- ري المحاصيل الغذائية التي لا تؤكل نيئة : Irrigate food crops that are eaten raw**

إن مياه الري في هذه الحالة ستكون على تماس مباشر مع صحة الأشخاص لذلك يجب التركيز على خلو هذه المياه من الملوثات العضوية وتطهيرها الفعال للتأكد من عدم احتوائها على نسب كبيرة من العوامل الممرضة وذلك لحماية الصحة العامة للأشخاص ,وبالتالي لا بد أن تكون المياه المستعملة معالجة ثلاثيا

مع تطهير فعال ولا يسمح باستعمال أي نوع آخر من المياه المعالجة. أما بالنسبة إلى طرق الري الموصى بها في هذه الحالة فيجب تجنب الانتشار الكبير لمياه الري وذلك حفاظا على الصحة العامة للأشخاص وبالتالي ينصح باعتماد نظام الري تحت السطحي أو الري الموضعي( الري بالتنقيط).

### 6- ري المحاصيل الغذائية التي تنمو فوق سطح الأرض ولا تلامس مياه الري: Irrigate food crops that grow above the ground and touches the water for irrigation

إن مياه الري في هذه الحالة تكون على تماس غير مباشر مع المحاصيل الغذائية القريبة من الأشخاص وبالتالي يمكن التساهل بعض الشيء بخصوص درجة المعالجة وكذلك فعالية التطهير ,استنادا لذلك يمكن أن تكون المياه معالجة ثلاثيا أو ثانويا مع تطهير فعال ولا يسمح باستعمال المياه المعالجة غير المطهرة أو إذا كان تطهير المياه غير فعال .أما بالنسبة إلى ط رق الري الموصى بها في هذه الحالة فيمكن اعتماد نظام الري تحت السطحي أو الري السطحي الموضعي( الري بالتنقيط )أو غير الموضعي( بالرش )وذلك في حال كانت المياه معالجة ثالثيا فقط

### 7- ري المراعي : Irrigate pastures:

إن تماس مياه الري في هذه الحالة يكون مع الحيوانات وبالتالي يمكن التساهل بخصوص درجة المعالجة وكذلك فعالية التطهير حيث يمكن أن تكون مياه الري معالجة ثلاثيا أو ثانويا مع تطهير عادي أو فعال ولا يسمح باستعمال المياه المعالجة غير المطهرة لأن العوامل الممرضة الموجودة في مياه الري يمكن أن تنتقل عبر الحيوان لتصل إلى الإنسان. أما بالنسبة إلى ط ا ئ رق الري الموصى بها في هذه الحالة فيمكن اعتماد نظام الري تحت السطحي أو الري السطحي الموضعي أو غير الموضعي( الري بالتنقيط و الري بالرش).

### 8- ري المحاصيل الصناعية : Irrigate industrial crops

إن تماس مياه الري في هذه الحالة يكون بعيدا عن الأشخاص وتصبح درجة المعالجة وفعالية التطهير من الأمور الثانوية وبالتالي يمكن أن تكون مياه الري معالجة ثلاثيا أو ثانويا مع تطهير أو بدون تطهير أيضا أما بالنسبة إلى طرق الري الموصى بها في هذه الحالة فيمكن اعتماد مختلف أنظمة الري تحت السطحي أو الري السطحي الموضعي أو غير الموضعي.

### 9- ري الأشجار المثمرة : Irrigate fruit trees

إن تماس مياه الري في هذه الحالة يكون بعيدا عن الثمار والأشخاص وبالتالي فإن خطر انتقال العوامل الممرضة إلى الإنسان يكون قليل جد ا , استنادا إلى ذلك يمكن التساهل بدرجة المعالجة وفعالية التطهير وبالتالي يمكن أن تكون مياه الري معالجة ثلاثيا أو ثانوي ا مع تطهير أو بدون تطهير أيضا. أما بالنسبة إلى طرق الري الموصى بها في هذه الحالة فيمكن اعتماد مختلف أنظمة الري تحت السطحي أو الري السطحي الموضعي أو غير الموضعي مع التركيز على ضرورة عدم ملامسة مياه الري لأي جزء من أجزاء النبات.

### 10- ري الأشجار المثمرة المخصصة للتصنيع : Ridedicated To The Manufacture Of Fruit Trees

إن تماس مياه الري في هذه الحالة يكون بعيدا عن الثمار وبما أن الثمار لن تستهلك طازجة فإن التساهل بدرجة المعالجة وفعالية التطهير ممكنة خاصة أن هذه الثمار ستتعرض خلال م ا رحل التصنيع لعمليات تكنولوجية تضمن نظافتها وخلوها من أي عوامل ممرضة ,وبالتالي يمكن أن تكون مياه الري معالجة ثلاثيا أو ثانويا مع تطهير أو بدون تطهير أيضا. أما

بالنسبة إلى طرق الري الموصى بها في هذه الحالة فيمكن اعتماد مختلف أنظمة الري تحت السطحي أو الري السطحي الموضعي أو غير الموضعي مع إمكانية استعمال الرش. الجدول (4) مجالات الاستعمالات الزراعية للنوعيات المختلفة من مياه الصرف الصحي المعالجة.

# الفصل الثاني

# إستخدام النباتات فى معالجه المياه الملوثه

# THEUSEOFPLANTSINTHE

# TREATMENTOFCONTAMINATED WATER

## 2-1- تعريف المعالجة النباتية : Phytoremediation

تعد مياه الصرف الصحي أحدى مصادر تلوث البيئة عموما والموارد المائية خصوصا،وذلك عندما تطرح من دون معالجة في الأنهار والبحار والبحيرات والكثبان الرملية.ولا يقتصر هذا التلوث على انتشار الأمراض والأوبئة فقط، بل يؤثر أيضا في الثروة الزراعية والحيوانية،وفي الناحية السياحية للمنطقة بتالي يؤدي إلىالتأثير السلبي في الدخل القومي واقتصاد البلد،وتلافيا لهذه الأضرار لابد من معالجة مياه الصرف الصحي قبل طرحها للاستفادة منها في أغراض اقتصادية.وانتشرت بالوقت الحاضرالتقنيات السليمة بيئيا والتي تحسن الأداء البيئي بشكل ملحوظ وتساعد على الاستمراريةوالاستدامة البيئة عند تطبيقها وتعتبر اقل تلويثا من غيرها.وتستخدم المصادر الطبيعية بصورة يضمن استدامتها [25].ومن أهم هذه التقنيات هي المعالجة الحيوية Bioremidation ويتم من خلالها استخدامكائنات حية (نباتات أو حيوانات أو أحياء دقيقة) لإزالة سمية الملوثات من البيئات المختلفة وهذه المعالجة هي عملية لا تقدر بثمن لأوسع تطبيق في مجال حماية البيئة[26].

أما المعالجة النباتية Phytoremediation هي صورة من صور المعالجة الحيوية وتعني استخدام نباتات معينة لها القدرة على تقليل مستويات التلوث عن طريق آليات ايضية معينة يقوم بها النبات تؤدي إلى إزالة أو حجز أو تحليل الملوثات المختلفة[27].

وان أصل كلمة Phytoremediationهي من Phyto وتعني نبات و Remediation وتعني التصحيح أو العلاج أو الإزالة.وهي من التقنيات الحيوية للنباتات الخضراء التي تستخدم لمعالجة الملوثات في البيئة أو التقليل من سميتها أو تقيد حركتها في التربة أو الماء من خلال فعليتها الحيوية الكيميائية والفيزيائية وقدرتها في تنظيف البيئة بأقل التكاليف[28].ومن أهم تطبيقات المعالجة بالنباتات هو استخدام نظم المعالجة المعروفة وأهمها نظام المعالجة بأسطح الجريان الحر Free Water Surfase(FWS)[29]. وهو احد أنظمة الأراضي الرطبة Constructed Wetlands وهذا النظام عبارة عن محطات معالجة بالنباتات يتم تصميمها هندسيا تمر فيها الملوثة المعالجة أوليا 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[30].ويستأثر استعمال النباتات المائية بأهمية كبيرة في معالجة المخلفات السائلة المنزلية بسبب سهولة إعادة منظومات المعالجة وتشغيلها وانخفاض كلفتها نسبي [31].ويعد نبات القصب *Phragmites australis* من أكثرا لنباتات المائية البارزة التي تلعب دورا كبيرا في معالجة مياه الصرف الصحي ،والقصب ذو مجموع خضري وفير،وإنتاجية عالية لوحدة المساحة وسهولة الحصول عليه مجانا،مما سهل الكثير من الباحثين على التفكير في الاستفادة منه لمعالجة مياه الصرف الصحي[32].

## 2-2- النباتاتالمائيةالمستخدمةضمن الأراضي الرطبة المصطنعة Aquatic plants used: within the artificial wetland

النباتات المائية لها أدوار أساسية ضمن مفهوم الأراضي الرطبة المصطنعة (أحواض المعالجة بالنباتات) ولكن الدور الأساسي للنباتات المائية هو طبيعة عملها كمحفزات لعمليات التنقية البيولوجية.أن عملية التنقية تنتج من مجموعة من العمليات الفيزيائية والكيميائية والميكروبية.كما يمكن القول أن النباتات لا تلعب دور هاما في الإزالة المباشرة لبعض الملوثات العضوية مثل الأزوت و الفسفور أو المواد العضوية الأخرى.وبنفس الوقت فان النباتات تعطي دعما فعالا لنمو أنواع البكتيريا بمنطقة الجذور.كما أن الهواء يتم توجيه إلى منطقة الجذور بواسطة طرق متعددة.

توجدأنواع مختلفة من النباتات المستخدمة في المعالجة تم تصنيفها ضمن مجموعات:

- النباتات القصبية ذات البنية العشبية.
- النباتات القصبية ذات البنية الخشبية.
- النباتات الطافية ذات الجذور المعلقة.
- النباتات العائمة ذات الجذور المثبتة في التربة.
- النباتات ذات الجذور المغمورة والسوق و الأوراق الظاهرة.

وغالبا ما يستخدم مهندس البيئة النباتات المتوفرة في منطقة إنشاء المحطة وذلك نظرا لتكيفها مع الظروف المناخية للمنطقة وكلفة الإنشاء[19].

العديد من علماء البيئة والنباتات أطلقوا تعابير متعددة على النباتات التي تنمو في المناطق الرطبة فبعضهم أطلق على النباتات التي تنمو ضمن الأراضي الرطبة والماء ما يعرف بمصطلح (*Hydrophyles*) ويعود استخدام هذا المصطلح إلى عام 1822 حيث استخدمه العالم Schouw . للتعبيرعن النباتات المائية التي تنموفي الماء وقد أطلق نفس التعبيرالعالم Warming سنة 1909.

في سنة 1920 قام العالم البيئي Arber بتقسيم مجموعات النباتات المائية (وعائيات البذور) إلى النباتات ذات الجذور و عديمة الجذور،وذلك تبع النوع الأوراق و الأزهار وتبعا لكون الأزهاروالأوراق مغمورة بالماء أو طافية على سطح الماء أو ظاهرة بحيث تعلو سطح الماء .وبناء على هذا فقد ظهرت لاحقا تصنيفات سهلة و شائعة لأنواع النباتات المائية عبر أبحاث العلماء مثل العالم Clements (1929) والعالم Daubenmire (1947) والعالم Sculthorpe(1967)

وهذه الأنواع يمكن تصنيفها فى مايلي:

## 2-3- تصنيف النباتات المائية:Classification Of Aquatic Plants

يعتمد تصنيف النباتات المائيةعلى جملة من العوامل لكن سوف نختار أسهل هذه الطرق لتعرف عليها وهي.

### أولاً :على أساس علاقة الأعضاء الخضرية للنبات بالماء

### 2-3-1- النباتات المغمورة في الماء :Submerged Plants

النباتات المائية المغمورة تتواجد تحت سطح المياه التي يصلعمقها إلى10م. ويشكل العمق عامل محدد لتواجد مثل هذه النباتات لأنه كلما زاد عمق المياه كلما قل اختراق الضوءلها.

أجزاء التكاثر الخضري تتواجد تحت سطح الماء، وفي هذه المجموعة يلاحظ أيضاً عدم تشابه كبير من ناحية المميزات لهذه النباتات ونباتات اليابسة وهيعلىنوعين.

أ- غاطسةجذرية لهاجذور (مثل الخويص ) *Vallisneria sp*.

ب- غاطسةغيرجذرية ليس لها جذور (مثل الشمبلان) *Ceratophyllum*.

### 2-3-2- النباتات العائمة:Floating Plants

تعوم هذه النباتات على سطح الماء بسبب أوراقها العريضة أو المجموع الجذري الكبير أو وجود انتفاخات تمكنها من الطفو على سطح الماء . وتساهم في الحد من أشعة الشمس فتوفر ظلاً لكائنات الماء وتمنع الضوء عن الطحالب فتساهم في القضاء عليها .

وتتميز هذه النباتات بأوراق طافية على سطح الماء. وغالباً ما تظهر في المياه التي عمقها ما بين 50 سم إلى 5 أمتار. فهي توجد في البرك والجداول الراكدة المياه .

أغلب هذه النباتات استوائية، ودرجة الحرارة المناسبة لها. في الماء من 20-25 أما في الهواء من 33 إلى 37، ورطوبة من

(70 – 90%). وبعضها كبير الحجم وبعضها صغير. و بناسبه للأس الهيدروجينيpH من 5 – 8 أما درجة عسر الماء Gh فيفضل درجة أقل من 10 وهو ماء يسر. وتتأثر بشدة بالإضاءة وهي تفضل الإضاءة القوية . وتستخدم هذه النباتات في تجميل الشلالات والنافورات والبرك الخارجية والداخلية الاصطناعية . ولزرع هذه النوع من النباتات نضع مجموعة منها في زوايا الحوض المائي أو قرب الصخور، حتى لا يشتتها تيار الماء، فوجودها بهذه الطريقة يعمل على تثبيتها .وهي تنقسم إلى نوعيين أساسيين هما:

### 2-3-3-النباتات الطافية الثابتة: Anchord Floating

يعتبر هذا النوع من النباتات ذات جذورمتميزة ومغروسة في القاع وأوراق طافيةعل سطح الماء مثل الكعيبة *Nymphoides* sp. وزنبق الماء (الكيكلة) *Nymphaea alba*.

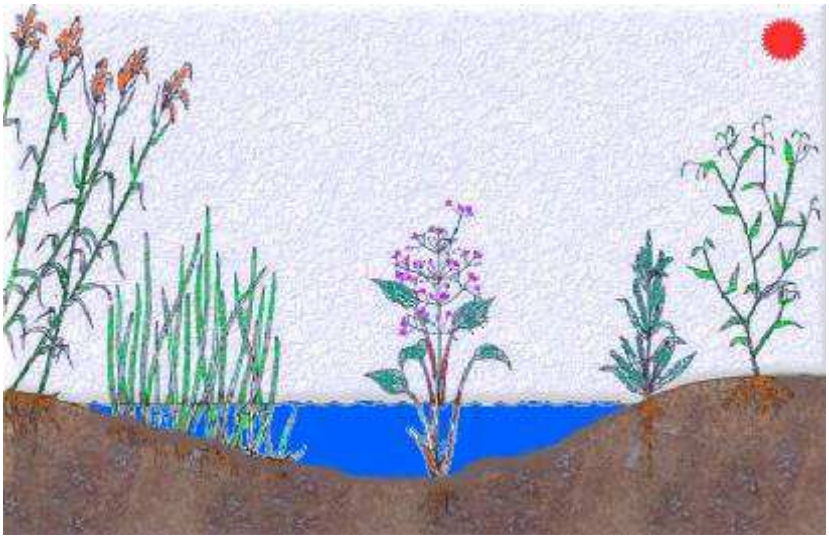
### 2-3-4- النباتات الطافية طليقة:Free Floating

وهي نباتات غير ثابتة بالقاعة وتكون حرة أوطليقة يحركها تيار الماء من مكان إلى أخر وتكون أجسامها مختزلة عادة ولهاجذورأوعديمة الجذورمثل أنواع عدس الماء *Lemna* sp. والعزيزة *Salvinia natans*.

**صورة(01): لأحد النباتات الطافية**

### 2-3-5- نباتات بارزة :Emergent Plants

وهي النباتات الكبيرة ذات الجذور المغمورة والسوق الطويلة والأوراق الظاهرة و تعتبر هذه النباتات شائعةا لاستخدام ضمن الأراضي الرطبة و السبخات حيث تنمو ضمن منسوب مياه بعمق 0.5 متر أسفل التربة إلى مياه سطحية بعمق 1.5 متر أو أكبر( الشكل01 ).



**الشكل ( 01 ) مظهرنباتات الكبيرة ذات الجذور المغمورة والسوق الطويلة والأوراق الظاهرة**

ومن الأمثلة على هذه النباتات القصب *(Phragmites)* و نبات *(Typha)* إن الجذوروالسوق.

الأرضية*(Rhizomes)* في هذه النباتات توجد بشكل دائم ضمن منطقة الترسبات وبحالة لاهوائية هي بحاجة للحصول على الأكسجين من الهواءعبرأجزاءالنبات الهوائية لاستمرار النمو.وبشكل مشابها فإن الأوراق االتي تكون تحت سطح الماءعليها أن تكون قادرة على تنفس اللاهوائي لفترة قصيرةحتى تتأمن البيئة الجوية الهوائية (AerialHabitat) لاسيمى وأنمحتوى الأكسجين ضمن الماء منخفض جدا إذاما تمت المقارنة بالهواءالجوي .

وعموما فهذا الصنف من النباتات المائية تضم الأنواع التالية:

*Acorus calamus (Sweet flag), Baumea articulata (Jointed twigrush), Bolboschoenus (Scirpus) fluviatilis (Marsh clubrush), Carex spp. (Sedges), Cyperus papyrus (Papyrus), Eleocharis spp. (Spikerushes), Glyceria maxima (Sweet mannagrass), Juncus spp. (Rushes), Phalaris arundinacea (Reed canarygrass) Phragmites australis (Common reed), Panicum hemitomon (Maidencane), Pontederia cordata (Pickerelweed), Sagittaria spp. (Arrowheads), Scirpus spp. (Bulrushes), Sparganium spp. (Bur-reeds), Spartina spp. (Cordgrasses), Typha spp. (Cattails), Zizania aquatica (Wild rice).*

**صورة (02):لأحد النباتات البارزة *Typha domingcnsis***

**ثانياً :على أساس عمق الماء :**

**2-4-1- نباتات المياه العميقة :Deep Water**

وهي التي تعيش على عمق أكثرمن 2مترمثل أنواع زنابق الماء (*Nymphaea*) وال (*Potamogeton*) وحشائش البحر(*Seagrasses*) .

**2-4-2-نباتات مياه ضحلة :Shallow Water** وهي التي تعيش على عمق 1-2 متر مثل الشمبلان والشبيكة

**2-4-3- نباتات شواطئ ضحلة :Shallow Shore** وهي التي تعيش في أعماق اقل من1 مترمثل (*Alisma* sp) و(*Sagittaria*).

**2- 4-4- نباتات الضفاف :Marginal**وهي ا لتي تنموفي المستنقعات والأماكن ا لمغمورة أوالرطبة وتكون بارزة مثل الاسل (*Juncus*) وصفصاف (*Salix*) والغرب.

**2-4-5- الطافية الطليقة :Free Floating**وهي التي تعيش مباشرة فوق سطح الماء أو تحته قليلا مثل عدس الماء.

**ثالثًا :على أساس المظهر وهي:**

**1-** نباتات ذات أوراق قاعدية جذرية (ومحاور) سيقان مختزلة غيرواضحة مغروسة في القاع وقد تكون بارزة مثلا لبردي أو طافية مثل الزنبق (*Nymphaea*)أوغاطسة مثل الخويصة.

**2**-نباتات ذات أوراق ساقية مختلفة الترتيب ولها محاور أو سيقان واضحة متميزة إلى عقد وسلاميات عادة مثل العتوي (*Myriophyllum* sp) .والشمبلان والقصب(*Potamogeton*).

**3**- نباتات صغيرة ذات أجسام مختزلة مثل عدس الماء (*Leman*).

## 2-6- تصنيف الأراضي الرطبة تبعا لاتجاه تدفق المياه:

## Classification Of Wetland Depending On The Direction Of Water Flow

تلعب أنظمة الري دورا مهما في تصنيف هذا النوع من الأحواض ومنه برزت أربعة أنظمة رئيسية [33].

- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان السطحي الأفقي(SHF)Subsurface horizontal flow.
- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر(FWS)Free water surface.
- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان الشاقولي(SVForVF)Subsurface vertical flow
- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان المتنوع( المهجن )(HS)Hybrid system

### 2-6-1- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان السطحي الأفقي : Subsurface horizontal flow Wetlands (SHFor HF)

إن هذا النوع من الأحواض يعتمد على مستوى تدفق الماء بأن يكون مستوى التدفق ضمن هذه الأحواض دائما اخفض من سطح الحوض (ببضعة سنتيمترات وذلك عبرضبط منسوب فوهة أنبوب المخرج الجزءالشاقولي من أنبوب المخرج بحيث تكون أخفض من سطح الوسط الحصوي ببضعة سنتمترات حوالي (20 -10 سم) يتم استخدام الرمل الخشن أو الحص بأنواعها كمادة مكونة للمصفاة (filter) ضمن الحوض .إنا ختيار نوع و حجم مكونات المصفاة (filter) يعتمد على النقالية الهيدروليكية[34].المختارة وكذلك على أساس مسامية الوسط والعوامل الفيزيائيةا لمرافقة لمرورمياه المجاريا لمعالجة أوليا عبرالحوض .إن اختيار مكونات المصفاة يعتبرا أمرا بالغ الأهمية لنجاح عمل حوض المعالجة بالنباتات. الحصى الناعم يعني D60=3.5 mm والحصى الخشن يعني D60 = 10 mm كلما كانت المعالجة الأولية فعالة كلما كانت فترة ظهورالانسداد الحوض طويلة الأمد[35]. كماأن 50 % من إزالة المواد العضوية يحصل بمنطقة المدخل (منطقة المصفاة) . إن وجود منشآت المدخل والمخرج في هذه الأحواض يكون ضرورى التوزيع وتجميع المياه .إن دخول المياه إلىا لأحواض يعتبر أقنية أو عبرأنابيب ذات موزعات متوضعة على عرض المدخل ويجب أن تتضمن منشآت المدخل والمخرج وجود كميات من الحجارة والحصويات الكبيرة. ليتم إعادة تجميع المياه في منشأة المخرج حيث يتواجد أنبوب تصرف في نهاية الحوض.

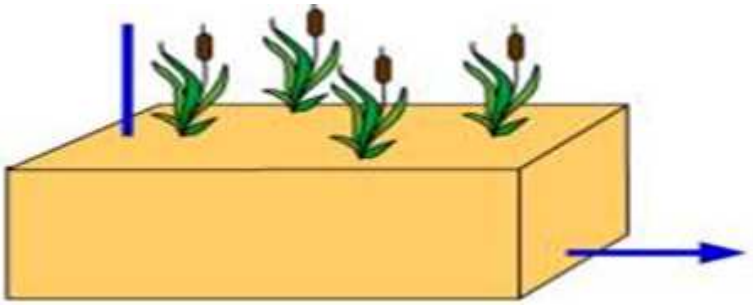
الأنبوب الخارج من الحوض تكون نهايته شاقولية وبحيث يكون ارتفاعه أخفض من سطح مكونات المصفاة للحوض بمقدارمعين لضمان بقاء المياه اخفض من سطح لحوض[36].

إن الدور الأساسي لمكونات المصفاة تعمل على حجزالمواد الصلبة الموجودة ضمن المياه الملوثةحيث يتحل لالجزء العضوي منها[37] .كما أن مكونات المصفاة تعمل على تأمين سطح التصاق ونمو للكائنات الدقيقة والتي تلع بدورا حاسما في تحليل وتحطيم الملوثات العضوية وحدوث عمليات تحلل للمركبات النتروجينية[38] ،[39] وبالإضافة إلى ذلك فإن مكونات المصفاة تمتد عبرجذور النباتات المائية .أن مرور المياه الملوثة أسفل سطح الوسط الحصوي أو الرملي يمنع انتشار الروائح ويمنع انتشارالحشرات.وهذا النوع من الأنظمة ذات الجريان الأفقي فعالة بشكل خاص في إزالة المواد الصلبة (SS) والمواد العضوية ($BOD_5$)والجراثيم بالإضافة إلى حدوث إزالة النترجة.

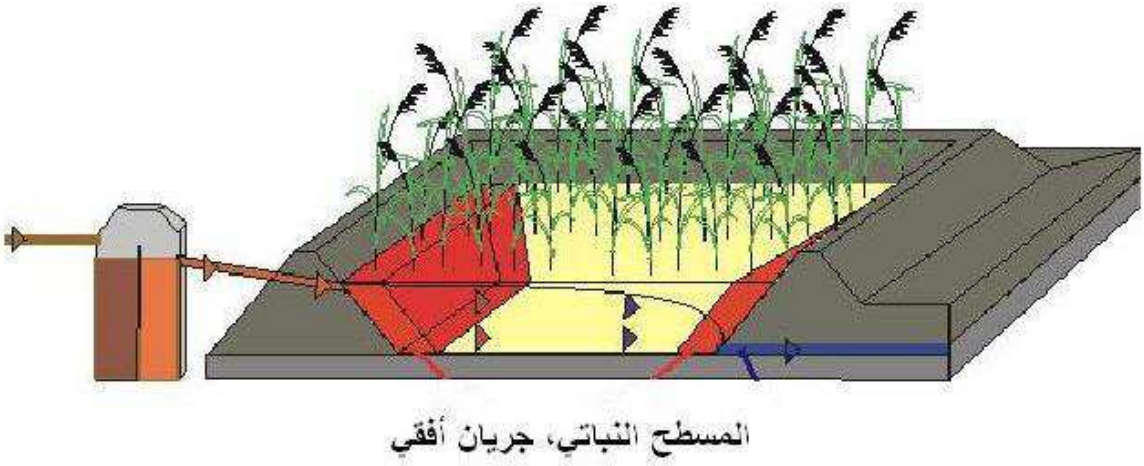
المساحةالمطلوبة في المناطق الاستوائية وشبه الحارة تكونبمقدار 1.5 متر مربع للشخص .وهذا ليس معيارا فبأخذ العوامل التي تتحكم بالمساحة يمكن إن تصل المساحة بحدود 3.5م$^2$ للشخص .كما أن مساحة إضافية تستوجب لساحات تجفيف الحماة و لبقية منشات المحطة وملحقاتها. يتوقف معدل التحميل العضوي في الأحواض الأفقية عن نوعية ($BOD_5$) ضمن المياه الخارجة المعالجة[39]،[40] .

كثيرا ماتنفذ منشأة المدخل و وحدات المعالجة الأولية من الخرسانة المسلحة ،بينما يتم استخدام الغضار المرصوص لجعل أرضية الحوض كتيمة وبحالة تعذرذلك يتم اللجوءإلى رقائق البولي ا يتيلين عالي الكثافة.والشكل (02) يبين عملية تدفق المياه الملوثة.

Subsurface horizontal flow (SHFor HF)



**الشكل (02): تدفق المياه ذات الجريان السطحي الأفقي**



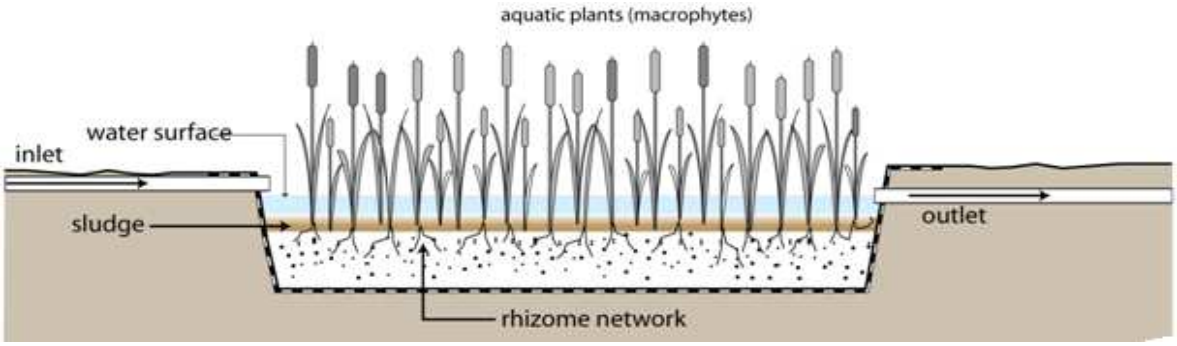

**الشكل (03): تدفق المياه ذات الجريان السطحي الأفقي(المسطح النباتي)**

## الكلفة :The Cost

تقدركلفة رأس المال لمحطة معالجة بالنباتات الأحواض ذات الجريان الأفقي تخدم قرية تضم ألف نسمة بحدود 40 - 100 دولارأمريكي للشخص الواحد بما في ذلك تكاليف المعالجة التمهيدية والأولية وذلك حسب آخرالدراسات ( 2008 ) في دولأمريكا اللاتينية وذلك تبعا لتكاليف المواد والأرض اللازمة ووسط المصفاة كما تبلغ كلفة التشغيل و الصيانة 5 دولارات أمريكية لشخص الواحد [40].

### 2-6-2-: أحواض النباتات ذات الجربان السطحي الحر(FreeWater Surface (FWS

إن أحواض المعالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي أومايعرف بالجريان الحر للماء قريبة جدا من أحواض المعالجة الطبيعية (المستنقعات) وبحيث يتراوح عمق المياه بين (0.05- 0.8 م).و قد تم أستخدمها لمعالجة مياه المجاري المجمعة مسبقا .إن تكنولوجيا الأحواض ذات الجريان السطحي ظهرت مع بداية منتصف القرنا العشرين حيث استعملت المبادئ والتصاميم الهندسية في تحديد أبعاد وشكل هذه الأحواض .وتبلغ أبعاد هذه الأحواض من مساحة صغيرة تخدم منصرفات حوض تحليل إلى آلاف الأمتار،وتصمم عادة للتدفقات بين (4- 75000 م $^3$/ يوم). إن أحواض المعالجة بالنباتات ذات الجريان الحرللمياه تصمم بحيث يشمل مقطعها العرضي حيزا هاما لصرف المياه المعالجة تمهديا أو أوليا بشكل حر،بينما توجد على أطرافها أوساط من الحصى أو الرمال أو التربة لتساعد على نموالنباتات .وبمعنى آخرتعتبرهذه الأحواض كمستنقعات كبيرة ذات عمق منخفض وتحوي على نباتات مائية متنوعة منها النباتات المغمورة كليا بالماءأوالنباتات الصغيرة الطافية على سطح الماء وذات الجذورالمائية ومنها النباتات الطافية ذات الجذور المغمورة بالتربة بحيث أن الأجزاء المغمورة سوق النباتات أو الأوراق (من النباتات) و الأوراق الكبيرة الطافية على سطح الماء تنموعليها الكتلة البيولوجية (Biofilm) وضمن هذا النظام المتنوع تتم بعض عمليات ترسيب الجزيئات و أكسدة الملوثات أواستنفاذها مما يحسن نوعية المياه الخارجة منها.والشكل (04) يبين هذا النموذج.




**الشكل (04) : نموذجأحواضالنباتاتذاتالجريانالسطحيالحر.**

إن هذا الصنف من الأحواض يستعمل كمرحلة معالجة ثانوية و ثالثية (Polishing) فهي مناسبة جدا لإزالة العوامل الممرضة بسبب تعرض المياه لأشعة الشمس كما تعتبر المغذيات المتبقية في المياه الداخلة إليها تزال ضمنها إلى حد تمنعها إمكانية حصول عملية النمو لبعض أصناف من الطحالب في مياه الأنهار أوالبحيرات المستقبلة للمياه المصفات .ولأجل كل هذه الأمورفإن الأحواض ذات الجريان السطحي الحر يستعمل كمرحلة أخيرة من مراحل المعالجة . تتكون الأنظمة ذات الجريان السطحي وبشكل نموذجي من أحواض مزودة بحواجزطبيعية أو اصطناعية غير نفوذه لمنع التسرب .أما النباتات المزروعة مثل نبات القصب فتكون سوقها مغمورة بالماء ( من 0.2-0.5 م) بينما تكون الجذورمثبتة ضمن طبقة رقيقة من التربة بسمك حوالي (0.15م) تقريبا،وتعمل النباتات في هذه الأنظمة (السوق،الأوراق المغمورة،بقايا الأوراق و الأغصان.

تمثل وسط داعم لنموالبكترياعلى سطوحها والتصاقها لتشكل الطبقة البيولوجية،كما يستحسن استخدم عدة أنواع من النباتات المائية ومن أشهر النباتات المائية المستخدمة ضمن هذه الأحواض القصب (*Phragmites australiss*).

**شكل (05):محطة معالجة النباتات ذات الجريان السطحي الحر( FWS ) مغروسة بنبات القصب( *Phragmites australiss*) .**

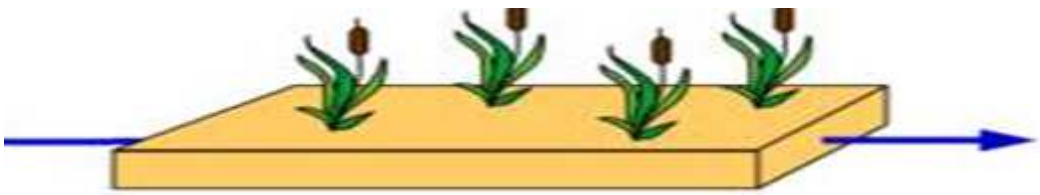
تحدث عمليات متنوعة بيولوجية وفيزيائية وكيميائية بين النباتات والوسط المائي والملوثات و ينتج عنه معالجة المياه الملوثة ( المستعملة).

## 2-6-3- أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي الشاقولي : FlowWetlandsSubsurface Vertical

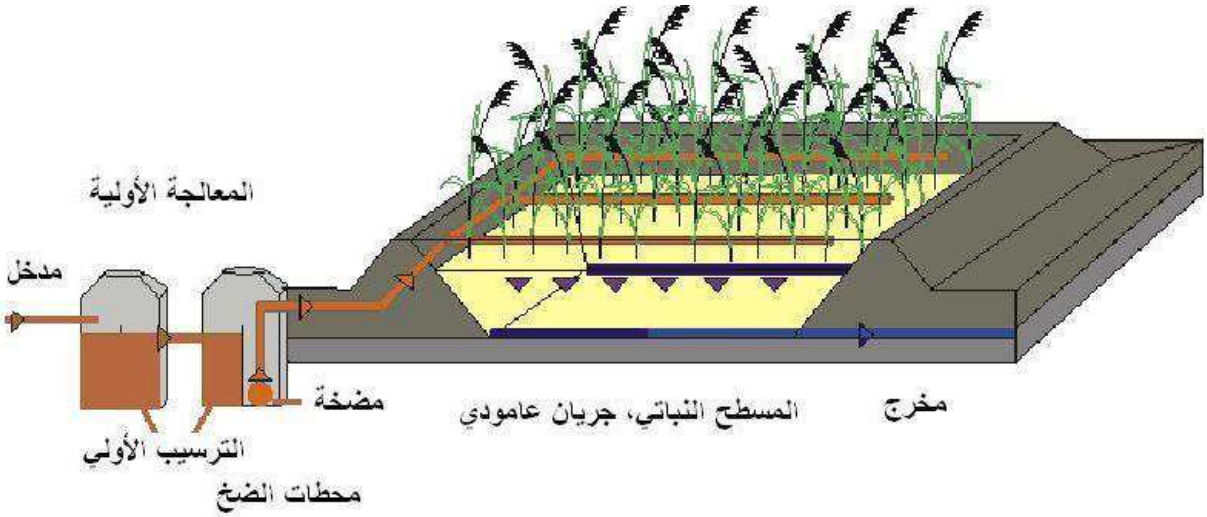
لقد ظهرتهذه الأحواض كبديل عن الأحواض من نوعية التدفق تحت السطحي الأفقي لتلبي المعايير العالمية نسبة إلى القيمة المسموح بصرفها مع المياه االمصفات من عنصر النتروجين و ايون الأمونيا ($NH_4^+$) إن هذه الأحواض تتميز بإتمامها لعملية النترجة (nitrification)عبرالتشغيل المتقطع وعبر زيادة في عدد الأحواض .كما أن هذه الأحواض تستعمل بمرحلة منفصلة لتجفيف وتثبيت الحمأة المنشطة الأولية الناتجة عن مرحلة المعالجة الأولية لمياه الصرف الصحي والمجاري.

إن هذه الأحواض ذات التدفق الشاقولي تصمم بحيث تمرالمياه (المعالجة بشكل أولي) المراد معالجتها من أعلى السطح عبر مجموعة من الأنابيب المثقبة ومضغوطة إلى أسفل الحوض عبرالوسط الحصوي أوالرملي أو الوسط الخليط ( المصفاة) يتمجمع المياه المعالجة عبر شبكة أنابيب سفلية للتصريف أوعبرطرق أخرى . وتتم تغذية الحوض بصورة متقطعة بحيث أن الفرغات بين الوسط الرملي و الحصوي في فترة الراحة تعود و تمتلئ بالهواء .ولذلك فان الأكسجين اللازم لعملية النترجة يكون متوفرا أو تحصل عملية النترجة بصورة كاملة ضمن هذه الأحواض و مع ذلك فان جزءا بسيطا من النتريت تم تحويله إلى غازالنتروجين ضمن الظروف الأنوكسية ( anoxic) النادرة.

**FlowWetlandsSubsurfaceVertical**

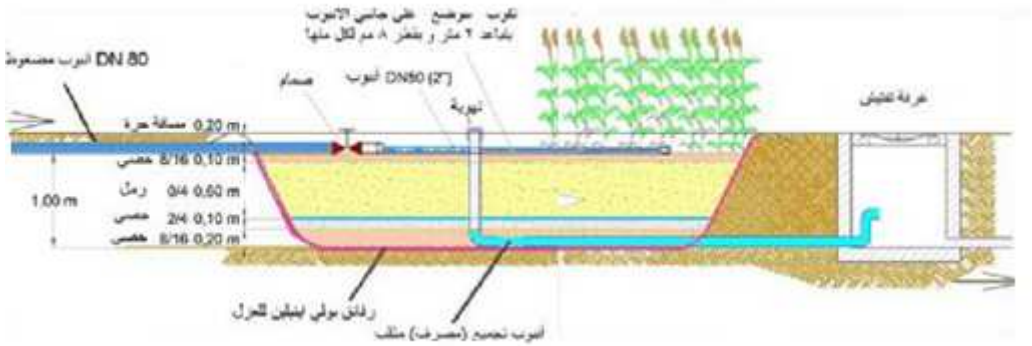


**الشكل ( 06 ) :حوض المعالجة بالنباتات بتدفق تحت سطحي شاقولي.**




**الشكل ( 07 ) :حوض المعالجة بالنباتات بتدفق تحت سطحي شاقولي.**

ولما كان المطلوب إزالة المواد الأزوتية فان هذا يمكن تأمينها عبرتدويرالمياه المنصرفة من هذا الحوض جزئى او إرجاعها إلى حوض التحليل . عادةما تتضمن عملية المعالجة في هذه الأحواض على الحصى المتدرج والرمل تكون طبقة الرمل هي الطبقة الرئيسية ويكون ارتفاعها بحدود (60سم) .وباعتبارارتفاع المصفاة بالحوض في حدود المتر الواحد يكون تسلسل الطبقات من الأعلى باتجاه الأسفل حصى خشن سمكه بحدود (10سم)،رمل ناعم أقطاره بحدود بين (0.2-1 مم) سمكه (60سم)،حصى ناعم سمكه (10سم)،حصى خشن بحدود 20سم كما هو مبين بالشكل (08).




**الشكل ( 08) :حوض المعالجة بالنباتات بتدفق تحت سطحي شاقولي يظهر توضع الرمل و الحصى.**

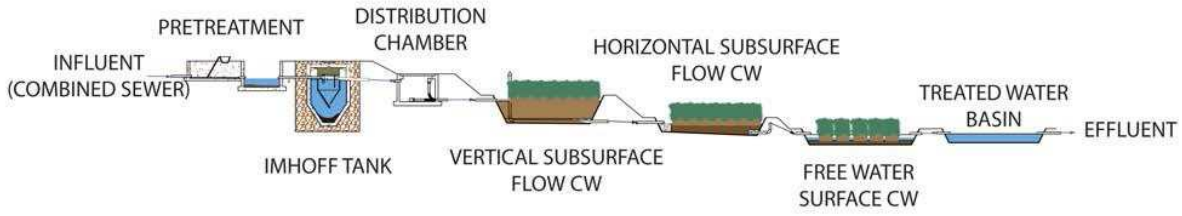
أما مواصفات الأخرى للأحواض يجب أن تكون أرضية الحوض كتيمة ضد مجموع الترسبات وذلك عبر بسط الأرضية بطبقة من رقائق البولي الايتيلين عالي الكثافة (HDPE) أوعبراستخدام رقائق البلاستيك . PVC ويمكن الحفاظ على منسوب المياه بحيث يبلغ ارتفاعها مابين (5-10سم) اعتبارا من مستوى أرضية الحوض وهذا يعني أن الحوض سيكون بمعظمه خاليا من المياه بعد فترة الترجيعيجب أن تكون كذلك سماكة الرمل على الأقل بين 30-60 سم وتعلوها طبقة حصى كماأن أنابيب التجميع المياه المعالجة تكون محاطة بالحصى لمنع انسدادها بالرمل ان تهوية الطبقة السفلية يحسن من أداء المعالجة . ولذلك يتم وصل أنابيب التوصيل الخندق (الدريناج) الأفقية بأن نابيب قصيرة شاقولية مفتوحةعلى الهواء الخارجي كما هو إن متوسط العمق للأحواض من نوعية ذات الجريان الشاقولي يكون محصور بين(1-0.9م) إن هذا

الصنف من الأحواض يكون أكثر فاعلية و بصفة منأجل القيام بعملية النترجة (nitrification)بالإضافة إلى إزالة المواد العضوية($BOD_5$ ) والموادالصلبةالمعلقة (TSS) .

### 2-6-4- أحواضالنباتاتذاتالجريانالمتنوع (الأفقيوالشاقولي) :

### Hybrid Subsurface FlowWetlands (Horizontal, Vertical, Free Flow)

لقد توصل العلماء والباحثون [41].أن التغلب على مساوئ الحل المنفرد لكل من الأحواض الأفقية أو الشاقولية يكمن في دمج الأنواع السابقة من أحواض المعالجة (الأفقي HFو شاقوليVF ) بالإضافة إلى أحواض الجريان الحرفي بعض الحالات [42].وأن استخدامها ضمن منظومة معالجة واحدة يزيد كفاءة إزالة الملوثات العضوية[43]. مع إزالة فعالة للمواد الصلبة المعلقة(TSS) والعوامل الممرضة بيوض الديدان بالإضافة إلى تحقيق إزالة مقنعة للمغذيات مثل تخفيض النتروجين الكلي (Total nitrogen) من خلال انجاز عمليتي النترجة(Nitrification) وإزالة النترجة ( Remove nitrification)[44].حيث تعتبرأحواض المعالجة ذات الجريان الشاقولي عبارة عن أحواض هوائية تتم فيها عملية النترجة (nitrification) بشكل جيد بينما تعتبر الأحواض ذات الجريان الأفقي ذات كفاءة عالية في إزالة النترجة (Remove nitrification) ولذلك فإن دمج النوعين السابقين ساعد في التخلص من النتروجين عند الحاجة لذلك [45].كما أن أحواض الجريان الحر يمكن أنتستخدم كمعالجة معمقة بعد أحواض المعالجة الأفقية أوالشاقولية [46] .




**الشكل ( 09) :أحواضالنباتاتذاتالجريانالمتنوع (الأفقيوالشاقولي).**

### 2-7- المخطط العام لمحطة المعالجة بالنباتات: The General Outline Of The Station Processing Plants

المخطط الأكثر شيوعا لمحطة المعالجة بالنباتات يتضمن في البداية معالجةأولية عبر استخدام أحواض التحليل أو أحواض أمهوف ( أو أحواض ترسيب أولية) بالإضافة إلى حوض إزالة الرمال و الدهون إن تطلب الأمر ذلك . ومن ثم تمرالمياه الخارجة من المعالجة الأولية إلى وحدة المعالجة بالنباتات ذاتالجريان تحت السطحي (أفقي أو شاقولي) للمعالجة الثانوية و بعدها تمر المياهإلى وحدة المعالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي و التي تعتبر كمرحلة إنضاج أو تحسين المواصفات النهائية للمياه المعالجة.

هناك العديد من خيارات تسلسل أحواض المعالجة وأبسط هذه الخيارات هووجود سلسلة واحدة للمعالجة (حوض تحليل أو حوض أمهوف(Imhoof)، حوض معالجة بالنباتاتذو الجريان الأفقي تحت السطحي ) و تتطلب محطة المعالجة بالنباتات وجود حفرتفتيش لمراقبة نوعية المياه قبل حوض المعالجة بالنباتات و بعده. و هذاالخيار هو المناسب عندما يكون المطلوب فقط تخفيض المواد العضوية و الموادالصلبة المعلقة. و لكن عندما يكون من المطلوب تخفيض الأمونيا فإن وجود وحدةمعالجة بالنبات ذات الجريان تحت السطحي الشاقولي (VF) يكون ضرورياً، ولذلك يمكن هنا في هذه الحالة أن تكون أحواض (VF) قبل أحواض (HF) حيث تجريالنترجة في الأحواض ذات الجريان الشاقولي و إزالة النترجة في

الأحواضالأفقية. إن وصول المياه المراد معالجتها إلى وحدة الجريان تحت السطحيالشاقولي يتم عبر الضخ لتسريع دخول المياه عبر وسط المصفاة على عكس ما يحدثبالجريان السطحي الحر و من المنصوح به بالنسبة لوحدة VF أن يتم توزيعالتدفق على أحواض متوازية بالتناوب مما يعطي فترة راحة أكبر للحوض بعد كلمرحلة تحميل بالمياه الملوثة . إن النظام الذي يستعمل مزيجاً من الأحواضالمتتالية ذات الجريان تحت السطحية الشاقولية و الأفقية تعتبر الأكثرفاعلية في تنقية المياه الملوثة.

## 2-8- دور مختلف مكونات النظام:The Role Of The Various System Components

### 2-8-1- دور النباتضمنأحواضالنباتات: The Role Of The Plant Within The Plant Basins

يعتبروجود النباتات الكبيرة ( كالقصب مثلا ) أحد اهم السمات المميزة لمحطات المعالجة بالنباتات مقارنة مع الأنظمة الطبيعية الأخرى المستخدمة لمعالجة مياه المجاري مثل برك الأكسدة .تمتلك النباتات التي تنمو ضمن محطات المعالجة بالنباتات ( الأراضي الرطبة )العديد من المزايا الخاصة بعملية المعالجة مما يجعلهاعنصرا أساسيا في مثل هذه المحطات . الجدول(06)يلخص دور النباتات ضمن محطات الأراضي الرطبة(محطات المعالجة بالنباتات).

**الجدول(06):يلخص دور النباتات ضمن محطات الأراضي الرطب(محطات المعالجة بالنباتات).**

| خصائصالنبات | الأهميةفيالمعالجة |
|---|---|
| أنسجة النبات المحاطة بالهواءالجوي | ضوءخفيف-نمومنخفض للعوالق النباتية- تأثيرالتغيرالطفيف 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 المغمورة بالماء | تأثيرالترشيح تطرد إلى الخارج المواد المترسبة الكبيرة –سرعة المياه المنخفضة زيادة معدل الترسيب – تؤمن مساحة سطحية لنمو الطبقة البيولوجية- تطرح الاكسجين المنحل للوسط المائي مما يزيد التحلل الهوائي للملوثات تستهلك. |
| الجذوروأشباه الجذور (الجذمور) ضمن وسط المصفاة أو التربة | تؤمن ثباتية سطح التلف (التربة)- تمنع الوسط من الانسداد في الأحواض ذات الجريان الشاقولي- تحرر الأكسجين مما يساعد على النترجة- تستهلك المغذيات تحرر مضادات حيوية |

إن وجود النباتات في أحواض المعالجة يؤدي إلى توزيع وتخفيض سرعة التدفق المائي .وهذا ما يساعد على تأمين ظروف أفضل لعملية ترسيب المواد الصلبة المعلقة (TSS).كما أن الجزء العلوي من النبات فوق السطح يؤدي إلى نقص سرعة هبوب الرياح قرب سطح التربة أو الماء[47].وهذا بدوره يساعد من شروط مناسبة لترسيب المواد الصلبة لمعلقة (TSS) ويحسن إزالة المواد الصلبة لدى أحواض النباتات من نوعية الجريان الحر.

كما أن النباتات تحد من نفاذ الضوء إلى الماء مما يقلل من نمو الطحالب. كما أن النباتات تلعب دورا هاما في العزل الحراري للحوض وخصوصا في فصل الشتاء عندما يكون الطقس باردا.

عندما تتغطى النباتات بالثلج فإنها تشكل عزل حرارى تام وهذا ما يساعد في حماية التربة من الصقيع .وهذه الميزة مهمة جدا في الأحواض ذات الجريان تحت السطحي .بينما نجد أن النباتات تمنع الانسدادات في الأحواض ذات الجريان الشاقولي حيث تتم تغذية الحوض من السطح العلوي، كما أن حركة الرياح تؤدي بالنباتات إلى مساعدة المياه بالدخول إلى ضمن الحوض عبرالفراغات التي يصنعها ساق النبات نتيجة الاهتزازات المتكررة.

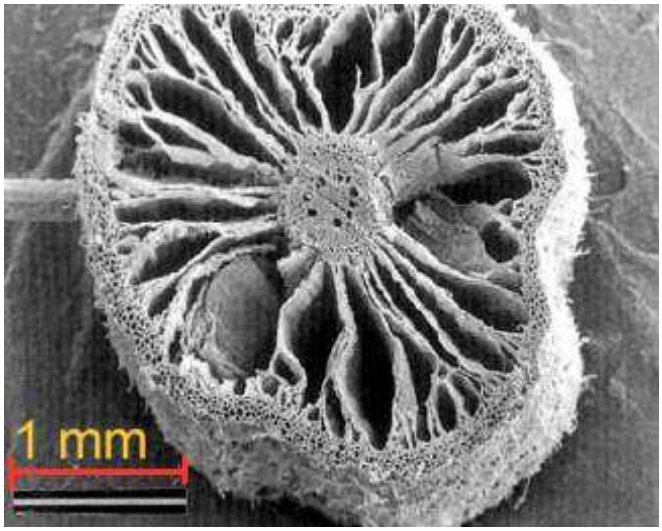
تقوم الأوراق وسوق النباتات المغمورة بالماء بتأمين سطوح لنمو الكتلة البيولوجية عليها .كما أن أنسجة النبات االمغمورة بالماء تستعمر من قبل الطحلبيات و البكتريا الصورة (03 )،حيث تقوم الطحالب باستهلاك المغذيات و بتزويد المياه بالأكسجين المنحل نتيجة التركيب الضوئي و تقوم البكتريا بهضم المواد العضوية.

**الصورة (03) :تشكل مستعمرات من الطحالب والبكتريا على سوق النباتات المغمورة بالمياه.**

تقوم الجذور وأشباه الجذور بتأمين سطوح التصاق لتنمو عليها الكتلة البكتيرية لتشكل الطبقة البيولوجية حيث تطرح الأكسجين وتتم أكسدة الملوثات بالإضافة إلى النترجة (nitrification)[48].وقد أوضحت الدراسات [49] ، [50]. أن العدد الكلي للكائنات الدقيقة على محيط الجذرو المسافة (1mm) بدءا من سطح الجذر تزيد عشرة مرات عن تلك الموجودة على مسافة (15mm -20) بدءا من السطح .وقد بينت الدراسات المجهرية [51] أن التجمعات البكترية تغطي ما يعادل من 5- 10% من مساحة سطح الجذر.

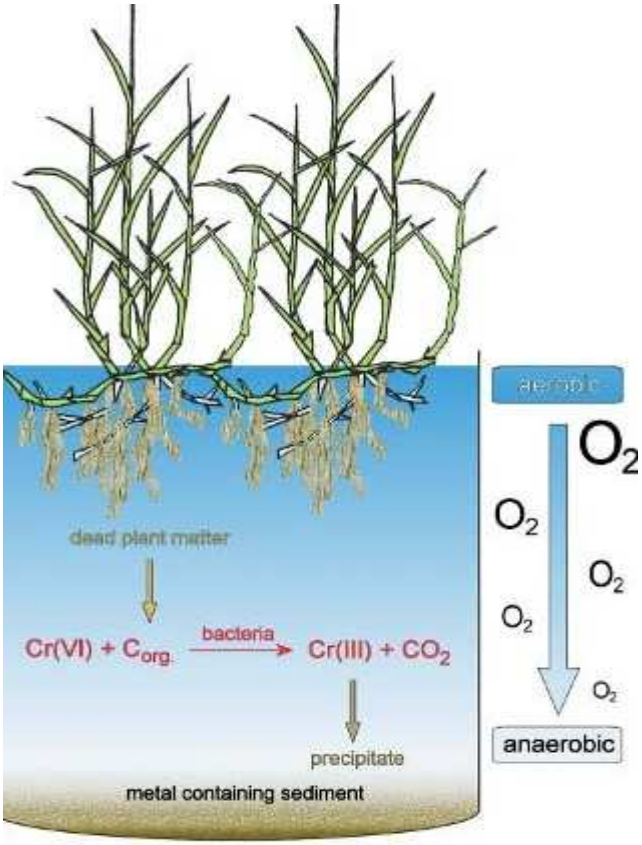
إن الأكسجين المنطلق ( Up to 3 g $O_2$/m) من الجذور يلعب دورا مهما في ترسيب الحديد والمغنزيوم وتحسين عملية النترجة (nitrification) وأكسدة المركبات الضارة وذوبان الكبريتات. يعد وجود فراغات هوائية وفجوات ضمن الجذور و أشباه الجذور و السوق والأوراق من أهم ما يميز النباتات المائية من الناحية البنيوية.

إن وجود الأنسجة النباتية الممتلئة بالهواء يساعد هذه النباتات على النمو ضمن التربة اللاهوائية والأنوكسية شبه اللاهوائية




**الصورة ( 04 ) الفجوات الهوائية الموجودة في أحد جذور النباتات**

إن وجود الفجوات الكثيف مع الفواصل بينها يؤدي إلى الحفاظ على التكامل الهيكلي للنبات ويحصنها من أيأثرسلبي للماءعليها .فالماءيمكن أن يحتل حجما حتى 60 % من الحجم الكلي للأنسجة الخلوية .إن هذه الفراغات تلعب دور مخازن للأكسجين الذي ينتقل بدوره ليتحرر للوسط عبر الجذور.




**الشكل( 10 ) :نقل الأكسجين الجوي عبر النبات ليتحرر للوسط عبر الجذور**

**2-8-2- دورومواصفات المصفاة الحصوية والرملية ضمن أحواض النباتات:**

**The Role Of The FilterAnd Specifications Of Gravel And Sandy Basins Within Plants**

مواد التعبئة هي تلك الجملة المتكونة من أنواع الحصى بمختلف أشكاله بالإضافةإلى الأنواع المختلفة من الرمل وهذه الجملة التي غالبا م تعرف بالمصفاة التي تلعب الدور المهم في إزالة الملوثات (المواد العالقة ) من المياه الغير معالجة وهذا الدور يعتمد على الخصائص الهيروديناميكية منها النقالية الهيدروليكية في الأوساط الغير مشبعة وكذا المشبعة.

نظرا لكون أحواض المعالجة بالنبتات تعتمد على مرور المياه ضمن ألأحواض المزروعة بالنباتات عبر أوساطها (رمل-حصى ....الخ) فإنه من الضروري التطرق إلى الصرف المائي عبر التربة الزراعية هل النظام المطبق في التصفية أفقي ، شاقولي أو مهجن (أفقي + شاقولي ).وتعتبر حجم ونوع مكونات مواد التعبئة من الأمور المهمة بالغ ألأهمية لإتمام نجاح عمل ألأحواض التي تستعمل في عملية المعالجة بالنباتات.

أن التوازن البيولوجي ناتج عن استعمال مواد التعبئة المختارة و مرتبط بسرعة صرف المياه وفترة بقاء المياه أحواض المعالجة بالنباتات.

تعتبر عملية وضع مواد التعبئة في أحواض المعالجة بالنباتات عملية فيزيائية صرفة وسهلة ولكن من الناحية البيولوجية جد معقدة[52].حيث لحظ (Ronner .1994 et Mitchell .1964)[53], [54] .

أنه يمكن إن تنشأ تدخلات الإفرازات البكتيرية حسب العملية الميتابوليزية (Metabolism )البكتيرية وصنف البكتيريا اللاهوائية (Anaerobic )والهوائية حسب شروط الوسط مواد التعبئة لها القدرة على امتصاص الفسفور والمعادن الثقيلة وهذا مرتبط بكمية الحديد والألمونيوم والكالسيوم الموجد فيها وكذا زمن بقاء المياه داخل أحواض المعالجة بالنباتات

وهذه القدرة تتغير وفق مسامية مواد التعبئة المستعملة.أن الملاحظة التي يجب الوقوف عندها إن المعايير التي تتحكم في تصميم أحواض المعالجة بالنباتات تتلخص بالجملة الهيدروليكية السطحية وبمعدل حمولات المواد العضوية والمواد الصلبة المعلقة بالإضافة إلى نوع المصفاة (مواد التعبئة) المستخدمة والتي ستحدد السعة الهيدروليكية للحوض.

تتنوع مواصفاتا المصفاة الحصوية والرملية المستخدمة تبعا للأصناف العالمية الهندسية ذات الصلة ويمكن حصرها كمايلي:

مدخل ومخرج الحوض:

يجب أن تحتوي على حجارة بأبعاد5-10سم بامتداد مترين للمدخل ومتر واحد للمخرج.

وسط الحوض الأفقي:

المواصفة الأوربية تحدد أبعاد الوسط الحصوي بين (5-10 مم )وحددت الموصفات الأمريكية في عام 2000 أبعاد الحصى بين (20 - 30 مم)[55].

في حال وجود أكثر من صف من الأحواض الأفقية فإن الصف الأول من الأحواض الأفقية ستكون المصفاة الحصوية ضمنها بأبعاد متوسطة ( 16-30 مم) المصفاةالحصوية للصف الثاني ( 8- 16 مم) والمصفاةالحصوية لبقية الأحواض الأفقية ضمن المحطة بين (5-10 مم) ويجب غسل المصفاة قبل وضعها ضمن الأحواض مما يطيل عمرها الاستثماري.

وبحال كانت المصفاة (Filter) غيرمدروسة بشكل جيد أو بحال استعمال الرمل بأقطار صغيرة وناعمة سيؤدي إلى انسداد المصفاة (Filter) وجريان المياه بعد فترة فوق سطح الحوض . لقد أظهرت بعض التجارب الدولية إن الانسداد المصفاة (Filter) يحصل بالقسم الأول للحوض بعد منطقة التوزيع مباشرة و إن المصفاة (Filter) التقريبية لبداية ظهورالانسداد تحتاج إلى عامين حيث تبدأ المياه بالجريان على سطح الحوض ولذلك ينصح باستبدال منطقة الانسداد أو اخذ ذلك بعين

الاعتبار أثناء التصميم بحيث يتم اختيارات تدفق قليل للمياه ضمن الحوض وبجعل امتداد منطقة الدخول الحاوية على الحجارة أو الحصى الكبيرة حتى أربعة أمتار بحيث تتم إطالة المدة المتوقعة لظهور الانسداد. وكلما كانت المعالجة الأولية فعالة كلما كانت فترة ظهور الانسداد ضمن الحوض طويلة الأمد[56] .

## 2-8-3- دور الكائنات الحية الدقيقة خلال احواض النباتات : The Role Of Microorganisms Within Plants Basins

الكائنات الحية الدقيقة تقوم بأدوار جد مهمة وحاسمة في عملية إزالة الملوثات من مياه الصرف الصحي وذلك ضمن عمليات هدم الملوثات العضوية مما ينتج عنها تحول المواد الأزوتية(Nitrogenous)[57] ..كما تقوم هذه الكائنات على تأمين عملية الأكسدة والإرجاع التي بدورها تنتج الطاقة اللازمة لحدوث التخليق العضوي حيث تحول المواد الأزوتية والفوسفورية إلى مواد معدنية سهلة الامتصاص من قبل الجذور (النباتات) . إما الدور الثاني التي تقوم به هذه الكائنات الدقيقة المهجرية يتمثل في نزع النتريت (هدمه) حتى تقوم البكتيريا من أداء دورها على أكمل وجه.

وتحتاج الكائنات الحية إلى وسط حامل أو بيئة مناسبة تنمو عليها وتستخدم الرمل في مرشحات الرمل البطيء أيستخدم الفحم في مرشحات الكربون. وتعمل هذه الأنظمة من المعالجة البيولوجية بالمرشحات على الحد بشكل فعال من الأمراض المنقولة عن طريق المياه، وكذلك تفكيك الكربون العضوي، مع الحد من درجة التعكير وتغيير اللون في المياه، ويؤدى ذلك إلى تحسين نوعية المياه عموما. ويشيع استخدام المرشحات في أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي عن طريق الأراضي الرطبة المصطنعة، وتستخدم العديد من التصميمات، ولكل تصميم مزايا وعيوب مختلفة، ولكن هناك وظيفة واحدة: هي الحد من التبادلات في المياه وذلك عن طريق تحويل الأمونيا إلى نترات أقل سمية.

يمكن ان نصنف الكائنات الدقيقة الحية أو ما يسطلح بالمجهرية كتالي .

- البكتريا :Bacteria

هي كائنات وحيدة الخلية تتكاثر بالانقسام الثنائي أو التكاثر الجنسي من أهم الكائنات الدقيقة لدورها الفعال في أكسدة المواد العضوية ولكونها من أكثر الكائنات الممرضة في المياه.

- الفطريات :Fungi

هي كائنات متعددة الخلايا تتكاثر بالأنكثار (الجنسي أو اللاجنسي) الانقسام أو التفرع تنشط وتنمو في وجود الأكسجين.تحتاج إلى كميات قليلة من المواد النتروجينية (Nitrogenou) يمكنها التغلب على الظروف البيئية الصعبة مثل التغير فيpHعلما إنpH المثالي لها 5.6 [58].

2-8-4- دور المصفاة الحيوي: The Role Of Bio-Filter

إذا كنا نستخدم أكثر من مصفاة ( فلتر) فيجب تنظيف الجميع في آن واحد، ومن الأفضل في حالة التنظيف ألا نستخدم مياة الحنفية لأن بها نسبة من الكلور قد يؤدى إلى قتل الكائنات الموجودة بالمصفاة، ولإجراء التنظيف يتم تفريغمصفاة ويتم الاحتفاظ بها ويؤخذ جزء من الماء الرائق أعلى النمو ويتم إضافته إلىالمصفاة (Filter)ويتم بها الغسيل.

## 2-9- أساسيات إزالة الملوثات في محطات المعالجة بالنباتات

هناك عمليات معقدة بحيث تتنوع من عمليات بيولوجية الى كيميائية وفيزيائة تجري ضمن أحواض المعالجة بالنباتات وذلك من اجل تحسين مواصفات المياه الخارجة من الحوض .هذه الآليات تعتمد على التفاعلات المتبادلة بين مياه المجاري والكائنات الدقيقة والنباتات و وسط المصفاة يتم أكسدة المواد العضوية وتحليلها الى مواد بسيطة ومنتجات ثانوية وذلك عبر الطبقة الرقيقة البيولوجية التي تتشكل على سطوح مادة المصفاة وعلى سوق و جذور النباتات و التي تحتاج لتتكون

مدة تصل بين ثلاثة إلى ستة شهور .كما أن المواد الصلبة المعلقة فيتم حجزها عبر عمليات الترسيب المصفاة من ثم يتم تحلل الجزء العضوي منها بينما يبقى الجزء الغير عضوي محجوزا ضمنها .بالنسبة للمغذيات فإن عمليات النترجة تكون منخفضة في الأحواض ذات الجريان الأفقي نتيجة نقص الأكسجين المطلوب لذلك بينما تحصل النترجة بشكل جيد ضمن أحواض المعالجة ذات الجريان الشاقولي بسبب توفر الأكسجين ،و يتم أستهلاك جزء من النتروجين عبر النباتات وأما الفوسفور فيتم ازالة جزء منها عبرالامتصاص الكيميائي له عبر وسط المصفاة وجزء أقل يمتص عبرالنباتات .كما يتم ازالة أغلبية العوامل الممرضة عبرحجزها ضمن مادة المصفاة عبر عمليات ترسيب والامتصاص أو عبر افتراسها من قبل كائنات متنوعة أو بالموت الطبيعي، وتتراوح نسبة إزالتها بين90 - 99.9% إن فاعلية الإزالة ضمن هذه الأحواض تعتمد بشكل أساسي على معدل التحميل السطحي الهيدروليكي وعلى نوع مادة وسط المصفاة وكلما زادت درجة حرارة موقع المحطة زادت فاعلية إزالة المواد العضوية عبر التحلل البيولوجي وعلى العموم فإن الآليتان الرئيسيتان في أغلب أنظمة المعالجة بالنباتات هي:

- عمليات فصل المواد الصلبة من السوائل : Separations(Liquid/Solid)

تتضمن عمليات الفصل كل من الترسيب بالثقالة والمصفاة والامتصاص (Adsorption) والإدمصاص (Absorbents) والتبادل ألشاردي (Ion exchange) والتعرية (Stripping) والترشيح (Nomination).

- عمليات تحول الملوثات والمكونات ضمن مياه المجاري: (Constituents Transformations)

أن عمليات الإزالة تتضمن التفاعلات الكيميائية وتفاعلات الأكسدة ولأختزال لأحماض و الأسس وعمليات التخثير والترسيب الإضافة إلى مختلف التفاعلات البيوكيميائية (هوائية– أنوكسية – لاهوائية) إن معظم هذه التفاعلات وعمليات التحول تقود إلى إزالة جزء من الملوثات بالإضافة إلى حجزقسم منها ضمن وسط الأحواض .هذها لمواد المحجوزة تتعرض لعمليات تحول في بنيتها وتركيبها وهذه التغييرات تؤدي غرض المعالجة بشكل فعال وعلى سبيل المثال فالتحول البيوكيميائي (Biochemical) للمواد العضوية يؤدي تحويلها الى كتلة خلوية جديدة بالإضافة إلى منتجات أخرى مثل الغازات كثاني أكسيد الكربون و غازالميثان.

يمكن تصنيف عمليات إزالة المغذيات في مجموعتين :

- ❖ الأنظمة الحيوية :Biological systems
- ❖ الأنظمة الفيزيوكيميائية : Physicochemical systems

و يمكن أيضاً تقسيم العمليات الحيوية إلى أنظمة الغشاء المثبت وأنظمة النمو المعلق ، ومؤخراً فقد لزم الكثير من التعديلات ضمن عملية المعالجة لإزالة المغذيات لأن معظم المحطات المبنية في السبعينات من القرن الماضي كانت مخصصة لإزالة الـ BOD و TSS دون أخذ إزالة المغذيات بعين الاعتبار .

على الرغم من التطبيقات الموجودة للغشاء المثبت والعمليات الفيزيوكيميائيةPhysicochemical systems لإزالة المواد الغذائية ، فقد نالت أنظمة النمو المعلق أكثر الاهتمام . لذلك يركز هذا النص على عمليات النمو المعلق في الحمأة المنشطة ويبين الآليات الحيوية المسؤولة عن إزالة المواد الغذائية إضافة إلى عمليات المعالجة الأخرى .والجدول التالي يبين أهم آليات الإزالة الرئيسية للملوثات ضمن أحواض المعالجة بالنبتات (الأراضي الرطبة ).

### 2-9-1- آليات إزالة المغذيات:Nutrient Removal Mechanisms

تتمثل هذه الآليات بتوفير الظروف المناسبة لتكاثر البكتريا المسؤولة عن المعالجة عن طريق الانقسام و الحد من الظروف الغير مناسبة التي تؤدي إلى تموت هذه البكتريا أثناء تصميم العملية و تشغيلها.

أ- آليات فصل وتحول المواد الصلبة المعلقة Mechanisms Season And Turning Suspended Solids :

* المواد الصلبة الكلية :Total Solids

ويقصد بها كافة المواد والشوائب المحمولة بمياه الفضلات سواء كانت رملاً أو مواد عضوية أو لاعضوية أوجراثيماً ... ويرمز لها عادة ( TS ) وتتألف من جزئين :

* مواد صلبة كلية معلقة( TSS ):Total solid materials suspended

وهذا الجزء يحجز فوق ورقة الترشيح عند ترشيح عينة من مياه المجاري وتتألف عادة من قسم قابل للترسيب المباشر في أحواض الترسيب العادية . وقسم غير قابل للترسيب إلا بإضافة مواد مخثرة .

* مواد صلبة كلية راشحة ( TFS ) : Total solid materials leaky

وهذه الموادتكون ذات أبعاد صغيرة تمر عبر ورقة الترشيح وعادة تكون إما غروية، أو ذائبة أو كليهما .

ويتألف أي جزء من المادة الصلبة من قسمين : قسم عضوي ويدعى المواد المتطايرة و قسم لاعضوي ويدعى بالقسم غير الطيار . كلما كان القسم العضوي أكبر من القسم اللاعضوي كان ذلك دليلاً على شدة تلوث مياه الفضلات وعلى أن مصدر هذه المياه الملوثة هو منزلي على الأغلب وليس مصدره صناعياً إن نوع مادة المصفاة وأبعاد الثقوب والفراغات المسامية و مساحة الحوض وسماكة المصفاة المترسبة ضمن الحوض تعتبرمن العوامل الأساسية التي تؤثر بعمليات فصل المواد الصلبة المعلقة عن المواد الصلبة المنحلة تتضمن المواد الصلبة المعلقة الجزيئات التي أبعادها أكبر من 100ميكرون وحتى 01 ميكرون .المياه المعالجة أوليا والداخلة لأحواض النباتات تحوي كمية هامة من المواد الصلبة المعلقة فإن المواد الصلبة المعلقة تزال وتنتج بسبب العمليات الطبيعية التي تحصل ضمن الحوض .ولكن العمليات الرئيسية الفيزيائية التي تسهم في إزالة المواد الصلبة المعلقة هي التخثير/الترسيب و التصفية/الحجزبينما يعود إنتاج المواد الصلبة المعلقة إلى موت اللافقاريات وتشتت بقايا النباتات وتواجد العوالق النباتية والميكروبات ضمن الماء أو تكون ملتصقة بسطوح فإن المواد و تنتج المواد الصلبة المعلقة أيضا بسبب الترسيب الكيميائي مثل ترسب كبريت الحديد .الشكل ( 11 )يوضح أهم العمليات التي تحصل ضمن أحواض المعالجة فإن المواد ذات الجريان الحر كمثال .في بعض الأحيان يحدث إعادة انتشار المواد الصلبة المترسبة ضمن الوسط المائي بسبب اضطراب الجريان الحاصل بفعل الرياح أو تدفق المياه بسرعة عالية أما في الأحواض ذات الجريان تحت السطحي فإن الآليات التي تسهم في إزالة المواد الصلبة المعلقة تتضمن عمليات التخثيروعمليات ترسيب الجزيئات الغر وانية والجزيئات التي أبعادها بين واحد إلى مائة ميكرون .وهذه الأحواض تعتبر فعالة في إزالة المواد الصلبة المعلقة بسبب سرعة الجريان المنخفضة والمساحة السطحية الكبيرة للحوض والتماس مع وسط الحوض .وتعمل هذه الأحواض كمرشح حصوي أفقي وبذلك فهي تؤمن الفرص المناسبة لفصل المواد الصلبة المعلقة عبر الترسيب ألثقالي والتصفية وعمليات الالتقاط الفيزيائي الأخرى و كذلك عبرالامتزازضمن الطبقة البيولوجية (Biofilm)الملتصقة بالحصى والنباتات (الجذور)عن دوروتدفقات ذات حمولة عالية من المواد الصلبة المعلقة من انسداد المصفاة. ضمن الحوض وكلما كانت المعالجة الأولية فعالة كلما تحسن أداء الأحواض[59 -62].

إن هذه الانسدادات تزيد من الضياع الهيدروليكي للحوض ومع زيادة الانسدادات يرتفع منسوب الماء ضمن الحوض إلى الدرجة التي تجري فيها المياه على سطح الحوض مما يعني ضرورة استبدال وسط الحوض. بعض الأبحاث عام (2000) [62] . قارنت مستوى إزالة الملوثات ضمن الأحواض ذات الجريان تحت السطحي المزودة بالنباتات مع أحواض أخرى غير مزودة بالنباتات وقد أظهرت النتائج عدم وجود اختلافات مهمة بالنتائج ولكن هذا لا يلغي الدور المهم الذي تلعبه النباتات في تحسين أداء هذه الأحواض في معالجة المياه الملوثة [59]. وتتميزهذه الأحواض بعدم وجود حالة إعادة انتشار المواد الصلبة المعلقة ضمنها لأن الجريان فيها غيرحر.

**ب -آليات فصل وتحول المواد العضويةMechanisms Season And Turning Organic Matter:**

تحوي المياه المعالجة أوليا عبر أحواض التحليل أو الترسيب الأولي على مواد عضوية دقيقة، على الرغم من أن الكمية الأهم من المواد العضوية تكون على شكل غرواني أبعادها بين 0.001 إلى 1 ميكرون أو منحلة أبعادها أصغرمن 0.001 ميكرون إن إزالة المواد العضوية الدقيقة يتم كما في حالة المواد الصلبة المعلقة عبرالفصل الفيزيائي. إن التحولات البيوكيميائية التي تحدث للمواد العضوية المترسبة و المحجوزة ضمن الأحواض تؤثربشكل فعال في معدل الإزالة الكلية للمواد للعضوية ضمن مياه الأحواض كما أن المواد العضوية المنحلة يمكن إزالتها بواسطة عدد من عمليات الفصل والإزالة [63] .إن عمليات الامتصاص (Adsorption)والإدمصاص (Absorbents) تلعب دورا مؤثرا في إزالة بعض الجزيئات العضوية [64] .فالطبقة البيولوجية تتشكل على سطوح المواد المترسبة للقاع وعلى سطوح أجزاء النباتات المغمورة بالماء و تلعب دورا في أكسدة المواد العضوية .يمكن أن تحدث عملية التطاير مما يؤدي إلى فقدان مواد عضوية معينة على شكل غازي .وعلى العموم فالمواد العضوية الداخلة مع المياه المعالجة أوليا إلى أحواض المعالجة لن تحوي كميات مهمة من المواد العضوية الطيارة .وعلى أية حال فبعض تلكالموادیمكنأنتتكونبسببالتحولاتالبيولوجية. إن التحولات البيوكيميائية تعد من الآليات الهامة التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار لدورها في التغيرات الحاصلة في تركيز المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي و في كمية إنتاجها عبرتكاثرا لكتلة الحيوية ضمن النظام .ومعروف أن الكائنات الدقيقة سوف تستهلك المواد العضوية للبقاء حية وللتكاثر عبر عمليات الأكسدة والإرجاع والحلمهة بحيث تكون المواد العضوية مصدر اللطاقة ومصدر اللبناء الجزيئي الخلوي .ويعتبرالأكسجين عنصرا مهم في عملية التحول البيوكيميائي للمواد العضوية [65] .حيث ينتقل الأكسجين من الهواء الجوي إلى الوسط المائي عبر تماسها مع السطح المائي بالانحلال و يتأثر معدل الانتقالب بعوامل عديدة وتتراوح قيمة الأكسجين المنحلال من تنقل الهوى الجوي إلى الماء عادة بين( 0.9 - 0.5 $g/m^2/d$) كما تلعب النباتات والعوالق النباتية دورا في تزويد الوسط المائي بالأكسجين المنحل .والعلاقة العامة لإنتاج الأكسجين من قبل النباتات الخضراء المغمورة بالماء عبر عملية التركيب الضوئي هي إنتاج 2.5غرام أكسجين مقابل كل 1 غرام كربون مثبت ككتلة خلوية .أن النباتات التي هيكلها فوق سطح الماء وجذورها ضمن التربة فإنها تنقل الأكسجين من الغلاف الجوي لتحرره عبر جذورها في المنطقة المحيطة بالجذور .بعض الدراسات أشارت إلى أن انتقال الأكسجين بواسطة النبات كالقصب يتراوح بين ($3-0g /m^2$) وبعضهم أعطى قيم أعلى منها .إذا عند توفر الأكسجين المنحل تكون الشروط هوائية وتكون نواتج أكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي كتلة خلوية جديدة وماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.. الخ .وأما بحال انعدام الأكسجين المنحل فتنشأ شروط لاهوائية بحيث تكون النواتج النهائية للتخمير بفعل العمل البكتيري الغاز الحيوي و كتلة بكتيرية جديدة.

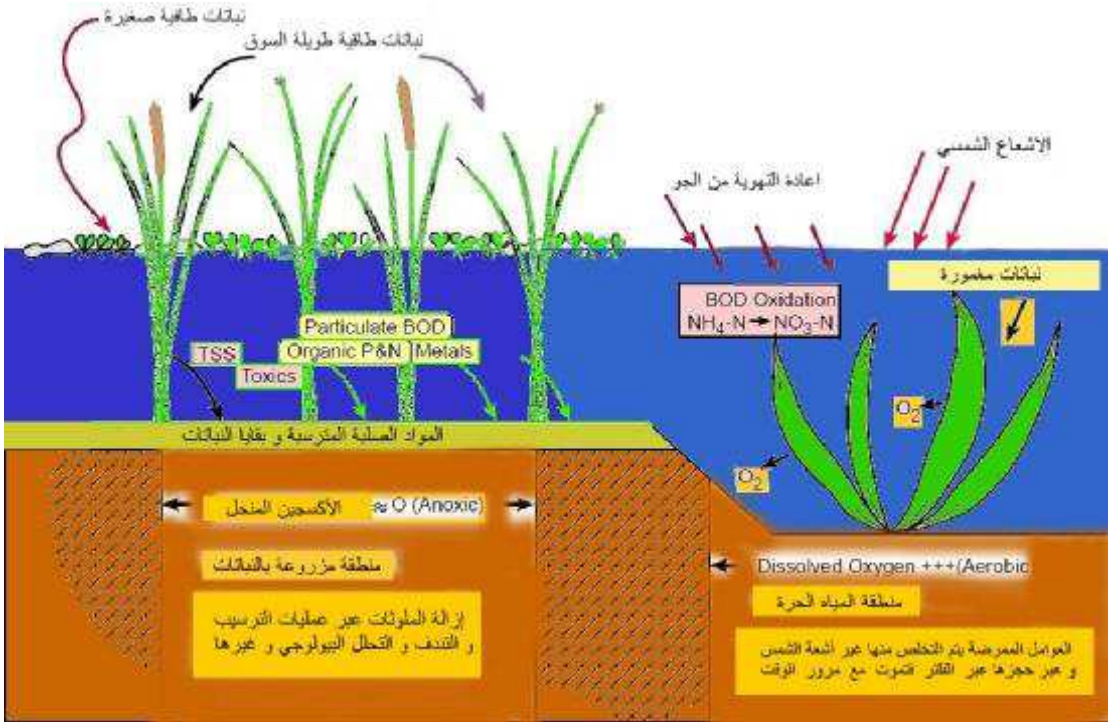
وأما بالنسبة للأحواض ذات الجريان تحت السطحي فهي تلعب دور أحواض المعالجة البيولوجية ذات الوسط الثابت (fixed-film bioreactors) [59]. ويلعب النبات دورا في المعالجة وخصوصا عبر الجذور حيث تشكل سطوحا إضافية تتشكل عليها الطبقة البيولوجية الرقيقة التي تؤكسد الملوثات العضوية . كما أنها تساهم بنقل الأكسجين المنحل لسرير المصفاة الحصوي ضمن الحوض ،وبالتالي فمعدل انتقال الأكسجين بواسطة النبات يتراوحبين ( $3 g O_2/m^2$ - 0.) إن الجزيئات العضوية الدقيقة يتم إزالتها بواسطة أحواض النباتات ذات الجريان الأفقي بشكل مشابه لفصل المواد الصلبة المعلقة عبر أحواض حصوية أفقية .بعد حجز هذه المواد يتم حلمهتها وينتج بذلك مركبات منحلة .المواد العضوية المنحلة يتم امتزازها (Adsorption) إلى داخل الطبقة البيولوجية الرقيقة حيث تتم أكسدتها [66]. إن مصادر الأكسجين في هذه الأحواض يعتمدعلى التهوية السطحية وعلى نقل الأكسجينمن الجوي إلى منطقة الجذور وعادة ما

يكون تركيز الأكسجين المنحل ضمن. هذه الأحواض أقل من 0.1 mg/ l و يتم أيضا التخلص من جزء من الملوثات عبر التفاعلات اللاهوائية ضمن الحوض .وتلعب درجة الحرارة دورا مهما في تسريع التفاعلات الحيوية ضمن الحوض.

**ت -آليات فصل وتحول النتروجين Mechanisms Season And Turning Nitrogen:**

يكون النتروجين في المياه العادية ومياه الصرف الصحي على هيئة نترات ونتريت ونتروجين عضوي وغاز النشادر .كل هذه الأصناف للنتروجين يطلق عليها بالنتروجين الكلي (Total Kjeldahl Nitrogen) ($N_t$) يعرف اختصارا النتروجين العضوي (TKN).ضمن مياه

الصرف يتكون من البروتينات (Proteins) والبيبتيدات (Peptides) واليوريا (Urea) والأحماض النووية (Nucleic Acids)النتروجين العضوي ربما يتواجد على شكل منحل أو دقائق بينما أشكال النتروجين لأخرى فتتواجد على شكل منحل. كما يمكن أن يتواجد على شكل متشرد متمثلا في الامونيوم($NH^+_4$) أوعلى شكل$NH_3$ نتروجين الأمونيا على شكل غير متشرد وذلك تبعا لدرجة حرارة الماء ودرجة الحموضة ويكون الشكل الشاردي هو السائد في محطات المعالجة بالنباتات .وعلى سبيل المثال فمن أجل درجة حموضة معتدل pH= 7 و درجة حرارة 20C°تكون نسبة النشادر الغير متشرد بحدود0.6 % . بالنسبة إلى أحواض المعالجة بالنباتات فهناك العديد من طرق فصل الملوثات والتي تؤثر في أشكال النتروجين المختلفة ضمن محطات المعالجة بالنباتات .فالنتروجين المرتبط بالمواد الصلبة المعلقة( نتروجين عضوي ) ربما يزال بواسطة عدد من عمليات الفصل التي ذكرت سابقا مثل التخثير والترسيب بالمصفاة كما




**الشكل ( 11 ) :العمليات التي تحصل ضمن أحواض المعالجة بالنباتات ذات الجريان الحر.**

أن متزاز النتروجين العضوي المنحل عبرالطبقة البيولوجية الرقيقة المتشكلةعلى أجزاءالنباتات المغمورة بالماء أو غيرها مثل الوسط الحصوي وكذلك فإن المعادن الموجودة ضمن التربة الغضارية تعمل على إزالة شوارد الامونيوم بالتبادل ألشاردي. وكما بينا سابقا أن نسبة النشادر تكون منخفضة بسبب التركيبا لضوئي ضمن المياه فربما ترتفع قيمة pH لتصل إلى8.5 تبعا لقلوية المياه وعندها ترتفع نسبة غاز النشادر إلى حدود 25 % عند درجة حرارة 20C°.عادة ما تحوي مياه المجاري القادمة لمحطة المعالجة 50 % من النتروجين على شكل عضوي و النصف الآخر تحول على شكل أمونيوم.

$$N_{org} \rightarrow NH_4^+$$

وعند تحلل الموادا لعضوية فإن النتروجين المرتبط عضويا يتحول إلى أمونيوم وعندما يتشكل الأمونيوم تقوم النباتات بامتصاصه عبرجذورها كما أنها تستقر ضمن تربة القاع عبرعملية التبادل ألشاردي (Ion exchange) أوتتطاير على شكل غازي أو تتحول لا هوائيا (Anaerobically) إلى مادة عضوية عبرالعمل الميكروبي أوتمتص بواسطة العوالق النباتية و النباتات الطافية أو تتحول هوائيا (Aerobically) إلى نتريت ونترات كتالي .

$$NH_4^+ + 1.5O_2 \text{ — Nitrosomonas} \rightarrow NO_2^- + 2H^+ + H_2$$
$$NO_2^- + 0.5O_2 \text{—Nitrobacter} \rightarrow NO_3^-$$

وتتراوح كمية النتروجين التي تستهلكها النباتات بين (0.5-3.g $N/m^2/year$) وأثناء موسم نمو النباتات يتم تخزين النتروجين ضمن السوق و الأوراق حيث تعود وتنتقل ليتم تخزينها ضمن الجذورو أشباه الجذور بفترات هرم النبات (فترةالشيخوخة ).وعلى أيةحال فإن قسما أساسيا من النتروجين يعود إلى الوسط المائي لأسباب عديدة. إن عملية النترجة (nitrification) تحتاج إلى أكسجين ( 4.3g $O_2$ )لأكسدة كل غرام من الأمونيوم إلى نترات .و لذلك فإنها تحصل عليه من محيط الجذور بسبب توفر الأكسجين في تلك المنطقة وكذلك قرب سطوح الماء بسبب توفر الأكسجين المنحل عبر تماس الماء مع الهواء الجوي. النترات المتشكل يتم استهلاكها من قبل العوالق النباتية و من قبلال النباتات المائية وكذلك تمتص عبر جذور النباتات . وفي ظل شروط اللاهوائية (Anaerobically) وبوجود المواد العضوية فإن الكائنات الدقيقة تحول النترات إلى غازات النتروجين حيث تتحرر إلى الجو. أما في أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي فإن النتروجين العضوي يتم احتجازه عبر الوسط الحصوي أو الرملي الحاوية على الطبقات البيولوجية الرقيقة (Biofilms) حيث يتحول إلى الأمونيا (غازالنشادر) والذي يتحول إلى أمونيوم عند انحلالها بالماء ويتم استهلاكه عبر جذور النباتات ويقدراستهلاك النبات منا لنتروجين بمقدار (0.03-0.3 $gN/m^2/d$ ) وهذا الاستهلاك يعتبر . اضعف إذا ما قورنا بحمولات النتروجين القادمة لهذه الأحواض .ولذلك فإن معدل إزالة النتروجين لا يكون فعالا خلال مرحلة توقف نمو النباتات أو موتها،ويعتبرتركيزالأكسجين المنحل شبه معدوم ضمن هذه الأحواض ولكن سيتواجد قرب سطح المصفاة الحصوي أو الرملي وقرب منطقة الجذورو بالتالي ستحدث عندها النترجة .ولذلك فيجب أن يكون تدفق مياه المجاري متقطعا على شكل جرعات حتى تكتمل عملية النترجة (nitrification) وهذا ما نجده بأحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي الشاقولي، بينما نجد إزالة النتروجين في أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي الأفقي.

### ث- إزالة النترات :Remove Nitrates

عملية إزالة النتروجين بيولوجيا تؤدي إلى تخفيض النترات $NO_3^-$ إلى غاز الآزوت $N_2$ وثاني أوكسيد الآزوت $NO_2^-$ او أول أكسيد الآزوت NO .

إن مغتضيات عمليات إزالة النترات هي أوليات اختيارية هوائية عضوية التغذية تستطيع استعمال النترات بغياب الأوكسجين المنحل dis $O_2$. إن العديد من أنواع البكتريا قادر على إزالة النترات ( الأكروموباكتر ، باكيلوس ، بريفياكتريوم ، ميكروكوسيوس ، سيدوموناس ، سبيريليوم )[67]، [69]، [68] .

هناك العديد من الظروف التي تحسن كمية إزالة النترجة الحيوية (Remove bio nitrification) النترات ، مصدر كربون سهل وفعال ، تركيز منخفض من dis $O_2$. إن dis$O_2$ المنخفض هو الحالة الأكثر حرجا حيث أن إزالة النترجة(Remove Nitrification)ببساطة هي مجموعة من التعديلات على المسار الهوائي المستخدم في أكسدة $BOD_5$.

إن تفاعل الاتحاد العنصري (الكيمياء الكمية) الذي يصف هذا التغير الحيوي يعتمد على مصدر الكربون المستخدم المعادلات التالية تظهر متغيرات العملية النموذجية لنظام النترجة وحيد الطور.

| Carbon Source | Theoretical Stœchemestry |
|---|---|
| Methanol | $NO_3^- + 0.83CH_3OH \rightarrow 0.5N_2+0.83CO_2+H_2O+OH^-$ |
| Acetic acid | $NO_3^- + 0.63\ CH_3COOH \rightarrow 0.5N_2+1.3CO_2+0.75\ H_2O + OH^-$ |
| Sewage | $0.1\ C_{10}H_{19}O_3N \rightarrow 0.5N_2+CO_2+0.3\ H_2O +0.1NH_3+ OH^-\ NO_3^-$ |
| Methane | $NO_3^- + 0.63CH_4 \rightarrow 0.5N_2+0.63CO_2+0.75H_2O+OH^-$ |

إن معدل إزالة النترات (Remove nitrates) يتبع العديد من الشروط مثل حرارة مياه الصرف ونوع مصدر الكربون المستخدم للنقل الالكتروني ، ولكن تحديد المادة الكربونية المغذية الأنسب لمعالجة مياه الصرف أمر صعب.

إن إمكانية إنتاج القلوية في عملية إزالة النترجة (Remove nitrification) تمكن النظام المشترك( النترجة / إزالة النترجة) من إبقاء الـ pH في ثبات أكبر .

### ج - اليات فصل وتحول الفوسفورMechanisms Season And Turned Phosphorus:

يعتبرالفوسفورأحد العناصرالمهمة للنظام البيئي،ويتواجد إما على شكل منحل أو شكل دقائقي .و بما أن الفوسفورلايتحول إلى الحالة الغازية فإن الفوسفور يميل ليتراكم ضمن القاع يتم ترسب الفوسفورالدقائقي نحو القاع أو احتجازه عبر النباتات عبر الالتصاق بها حيث يتم اهتزازه إلى داخل الطبقة البيولوجية الرقيقة المتشكلة على سطوح النباتات .أما الفوسفور المنحل فيتم استهلاكه من قبل الكائنات الدقيقة الموجودة ضمن الوسط المائي أو يتم امتزازه عبر الطبقة البيولوجية المتشكلة على سطوح االنباتات والمواد المترسبة .كما يمكن للفوسفوران يترسب على هيئة مركب غيرمنحل (الفوسفات الحديدي مثلا ) أو يمتز بواسطة الجزيئات.

هذه التحولات البيولوجية في المركبات الفوسفورية تتم عبر الكائنات الدقيقة البكتريا و الطحالب الموجودة في الماء و عبر الطبقات ا لبيولوجية المتشكلة على سطوح النباتات أو الجذور أو سطوح المواد المترسبة .و يقدر استهلاك الفوسفور سنويا من قبل النباتات (Emergent Plants) التي يكون جزءا منها تحت الماء السوق وجزأها الأخر في الهواء و الجذور ضمن القاع بحدود 1.8–18 g. P/m2/year فوسفوريستهلك من قبل النباتات للنمو كما يستهلك أيضا من قبل الكائنات الدقيقة وعند تموت الكائنات الدقيقة والنباتات يعود الفوسفورليتحررضمن الوسط المائي. إزالة الفوسفور من مياه المجاري ضمن أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطح يترتبط باستهلاك النباتات للفوسفور ومن ثم حصاد وقطع النباتات لتنمو من جديد . كما أن بعض المواد المعدنية الموجودة ضمن وسط الحوض تزيل الفوسفور عبر الامتزازأوالترسيب أو التبادل الشاردي وهذا يعتمد على طبيعة مادة المصفاة ضمن الحوض.

## 10-2- الفحوصات لمخبرية المطلوبة ضمن محطةالنباتات: Lab tests required within the plant station

تتميزالفحوصات المخبرية المطلوبة لمحطات المعالجة بالنباتات بسهولة التشغيل وتتضمن ما يلي :

# الفصل الثالث
# طرق وأدوات

# MATERIALS AND METHODS

## 3-1- تعريف النباتات المائية :

تلعب النباتات المائية دورًا مهمًا في إدارةالأراضي الرطبة والاهوار(Marshes) والأنهار وفي حماية المياه العذبة وقد تم إلقاء الضوءعلى هذا الدورمن قبل الكثيرمن الباحثين [69] مؤكدين على الدور، الحاسم لها في إنعاش الأنهار و الاهوار (Marshes) وإدامتها . في توزيعها الجغرافي والكتلة الحيوية (Biomass) لها تؤثران مباشرة على النظام المائي وكيميائي لها بشكل غيرمباشرعلى تغييرالتنوع الإحيائي (Biological diversity) من خلال تجزئة الأماكن وخلق البيئات(habituts) المختلفة وللنباتات المائية قيمةجمالية مهمة وفوائدعظيمة للأسماك والطيوروالإحياءالأخرى، [72] [71].

وللأراضي الرطبةسماتها الخاصة فهي جزء من التراث الثقافي وهي أحد منابع الحس الجمالي وملاذ للحياة البرية يؤدي التعديالمتزايد على الأراضي الرطبة إلى فقدانها وبالتالي إلى دمار بيئي كبير غير قابلةلتعويض في بعض الأحيان.

تلعب النباتات المائية الدور الرئيسي فيها كمحفزات في عملية الإزالة الفيزيائية و الكيميائية والميكروبية وفي دراستنا هذه قمنا باستعمال ثلاثة أصناف من النباتات المائية المعمرة التي تنمو في المنطقة بوادي سوف (الجنوب الشرقي للجزائر) التي لها القدرة على التلأم مع العوامل المناخية للمنطقة المتمثلة في المناخ الشبه جاف وهي كتالي).

1. *Juncus effusus*
2. *Typha latifoli*
3. (*Phragmites australis*)

تتباين هذه النباتات*Juncus effusus,Typha latifoli ,Phragmites australis*[73][74] [75] من حيث كفاءتها في حفظ النظام البيئي وفي حماية البيئة طبيعيا وهندسيا وبيولوجيا وعلى هذه المجتمعات يعتمد تواجد الأحياء الأخرى وخصائص الماء وصحة البيئة وخاصة الأكسجين الجوي المذاب في الماء.

## 3-2- نبات :*Juncus effusus*

**التصنيف العلمي [75] [76].**

| النطاق | النوى حقيقيات | *Eucaryote* |
|---|---|---|
| المملكة | النباتات | *Plantea* |
| الشعبية | البديات | *Phanerrogams* |
| الشعبية | مستورات البذور | *Angiospermes* |
| الصف | احادية الفلقة | *Monocotylédone* |
| الرتبة | القبانيات | *Juncales* |
| الفصيلة | الأسيلة | *Juncaceae* |
| الجنس | الأسل | *Juncus* |
| النوع | المفترس | *effusus* |

**الاسمالعلمي *Juncus effusu*:**

### 3-2-1- تعريف بنبات *Juncus effusus*

يعتبر نبات*Juncus effusus*من النباتات العشبية المعمرة وله سيقان متعددة من القاعدة اسطوانية رقيقة الشكل،

وقائمة.عادة مايعرف باسم نبات (الأسل المفترس) وينتشر عبر جداميره في الأوساط المائية ويوصف كذلك بأنه ذو لون وردي وذلك يعود إلى طبيعته المعشوشبة وإنشائه البراعم الأرضية.فنبات (الأسل المفترس) يتواجد في البداية على هيئة مجموعة من البراعم التي تنمو بصورة دائرية تحت التربة.فالجاذمير الأرضية تعطي فسيلات زهرية عقيمة يصل طول كل نبتة إلى حوالي 1.5 متر،ويكون لون الأوراق فيها مائل إلى الأحمر ألأجوري.أما سيقان نبات(الأسل المفترس) فتنمو أفقيا تحت التربة بعمق مابين (1.5-3سم)،مشكلة بذلك شبكة تحت التربة.أما الجذور الأصلية فتنموبشكل عمودي ليصل طولها مابين (15- 23 سم) تحت التربة. أما عملية الإزهار لنبات*Juncus effusus* عادة متكون في نهاية شهر جوان، هو جنس من الفصيلة الأسلية يتكون من 250 إلى300نوع من النباتاتالعشبية.

## الانتشار:Spreading

تتواجد أنواع هذا الجنس في جميع المناطق الرطبة في العالم، لكن نادرا ما يوجد في المناطق الاستوائية. العديد منها تعتبر حشائش في الحدائق،وتوجد أنواع كثير منه في الوطن العربي. من أنواعه الأصلية في الوطن العربي نذكر منها :

(*Juncus valvatus*) في المغرب العربي وجنوب أوروبا

(*Juncus maritimus*) في بلاد الشام

(*Juncus bulbosus*) في المغرب العربي وأوروبا

( *Juncus rigidus*) في بلاد الشام

يتواجد نبات*Juncus effusus* أيضا في ايطاليا و تركيا وقبرص وشرق أسيا كما يتواجد في الأمريكتين الجنوبية والشمالية وظهر أيضا في استراليا.

## التأقلم :Coping

ينمونبات*Juncus effusus* (الأسل المفترس) في المستنقعات والمسطحات المائية والغابات كما يتميزبعيشه في الظروف الرطبة ويتلأم العيش في الظروف الطبيعية المختلفة مع اختلاف التربة والوسط. كما يمكنه العيش ونمو في الأوساط الأقل رطوبة التي عادة ماتعرف بنصف مشبعة.كما إن قليلا ما ينمونبات*Juncus effusus* في الأماكن المغمورة بالمياه بشكل دائم طوال السنة. يتاقلم نموه مع الأماكن التي تتعرض إلى التهوية المباشرة ،كما ينمو في الأماكن السطحية المفتوحة ومن ميزته النمو في الأوساط التي يتواجد فيها الظل ويكون حينها أقل نمو،وعرف عنه بأنه مقاوم للبرودة الشديدة.يتعايش نبات *Juncus effusus*(الأسل المفترس) في الأراضي الحامضية[75] [76].

## استخداماته البيئية :Environmental Uses

يستخدم نبات *Juncus effusus* (الأسل المفترس) في معالجة مياه الصرف الصحي وإزالة الروائح الكريهةمنها وتنقيتها في كثير من البلدان الأوربية مثل بريطانيا والدنيمارك يزرع أيضاً على جوانب الطرق وضفاف المجاري المائية لمنع أنجراف التربة[78].القليل منها يستعمل كنبات زينة في الغابات.

**الصورة (05): نبات *Juncus effusus***

## 3-3- قيصوب جنوبي :(*Phragmites Australis* )

يعتبر نبات القصب *Phragmites australis*من أكثر النباتات المائية البارزة التي تلعب دور كبير في معالجة مياه الصرف الصحي ،والقصب ذو مجموع خضري وفير،وإنتاجية عالية لوحدة المساحة وسهولة الحصول عليه مجانا،مماشجع الكثير من الباحثين على التفكير في الاستفادة منه لمعالجة مياه الصرف الصحي[77].ويتلخص دور نبات القصب في أن جذوره تقوم بدور العائل للبكتيريا الهوائية والابتدائية،إذ يقوم النبات بامتصاص الأكسجين من الهواء الجوي ثم نقله إلى الجذور بالأسفل وحقنه إلى داخل بيئة النمو ومن ثم يقوم هذا الأكسجين بأكسدة المادة العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي وبتالي تقليل الملوث العضوية والروائح الكريهة[78]. من هنا جاءت فكرة أهمية الدراسة ومحاولات التغلب على المشاكل التي تواجه قطاع معالجة مياه الصرف الصحي بشكل عام ونظام المعالجة التقليدية بشكل خاص وإيجاد الحل المناسب لبيئة صحية، من خلال تطبيق نظام المعالجة بأسطح الجريان الحر(FWS) مع تحديد كفاءة نبات القصب (*Phragmites australis*) في تحسين عملية تنقية مخلفات مياه الصرف الصحي،ومحاولة الوصول إلى نظام شبه طبيعي يعتمد على ما هو متوفرة بالأسواق المحلية في معالجة المخلفات السائلة المنزلية وتطبيقها على ارض الواقع .
نبات البرديالقيصوب الجنوبي أو القيصوب الأسترالي أو الغاب أو البردي أو البوص نوعنباتيعشبيمعمرينتمي إلى جنسالقيصوبمن الفصيلةالنجيليةواسمه باللاتينية (*Phragmites australis*) سمي هذا النوع بالجنوبينسبة إلى النصف الجنوبي للكرة الأرضيةباللاتينية(*australis*).

يوجد منه عدة أنوع:

- (الفئة الأوروبية) باللاتينية( *Phragmites australis subsp. australis* )
- (الفئة الأمريكية) باللاتينية( *Phragmites australis subsp. americanus* )
- (الفئة الأسيوية) باللاتينية*Phragmites australis subsp. chrysanthus (Mabille) Kerguélen*

**الصورة (06):منظر عام لنبات القصب الأسترالي(*Phragmites australis*)**

### 3-3- 1 التصنيف العلمي لنبات قيصوب جنوبي*Phragmites australis*[77] [78].

| | |
|---|---|
| المملكة | النباتات |
| الشعبة | مستورات البذور |
| الطائفة | أحاديات الفلقة |
| الرتبة | أحاديات الفلقة |
| الفصيلة | القبئيات |
| الأسرة | نجيلية |
| القبيلة | *Arundinoideae* |
| الجنس | *Arundineae*القيصوب |
| النوع | *Aaustralis*الجنوبي |

**الأسم العلمي :*Phragmites australis***

### 3-3-1- الانتشار:Spreading

ينتشر في كثير من مناطق العالم من أستراليا إلى أوروبا وأمريكا الشمالية.

### 3-3-2- التأقلم :Coping

القيصوب الجنوبي من أهم النباتات التي تنتشر في البيئات المائية العذبة مثل شواطئ البحيرات وضفاف الأنهار والترع والمصارف. يتميز القيصوب بسرعة الانتشار نظراً لتأقلمه مع البيئة وقدرته الفائقة على التنافس، فهو يتميز بالسيادة على النباتات المائية المصاحبة له، لذا يعتبر نباتاً مجتاحا في كثير من البلدان مثل كندا والولأيات المتحدة .

### 3-3-3- الوصف النباتي :Description Vegetation

القيصوب نبات معمر ينتشر عن طريق الجذاميرويصل ارتفاعه إلى 3 أمتار. النبات ذو مجموع خضري وفير وذو إنتاجية عالية في وحدة المساحة. تنتهي الساقبقمة تُسمى الشّمراخ. يحتوي على العديد من الفروع، كل فرع ينتهي بتجمّع زهري يُسَمَّى السنيبلات. ومن الأمثلة على هذه النباتات القصب (*phragmites*) ونبات (*Typha*). إن الجذور والسوق الأرضية (*Rhizomes*) في هذه النباتات توجد بشكل دائم ضمن منطقة الترسبات وبحالة لا هوائية و هي بحاجة للحصول على الأكسجين من الهواء عبر أجزاء النبات الهوائية لاستمرار النمو. وبشكل مشابه فان الأوراق التي تكون تحت سطح الماء عليها إن تكون قادرة على التنفس اللأهوائي لفترة قصيرة حتى تتأمن البيئة الجوية الهوائية (*Aerial habitat*) لاسيما وان محتوى الأكسجين ضمن الماء منخفض جدا إذا ما قورن بالهواء الجوي. وعموما فهذا الصنف من النباتات المائية يضم الأنواع التالية[77] .

### 3-3-4- استخداماته البيئية :Environmental Uses

يستخدم القيصوب في معالجة مياه الصرف الصحي وإزالة الروائح الكريهة منها وتنقيتها في كثير من البلدان الأوربية مثل بريطانيا والدنيمارك يزرع أيضاً على جوانب الطرق وضفاف المجاري المائية لمنع انجراف التربة[78].

### 3-3-5- الجذر:The Root

جذر نبات البردي كما هو الحال في نباتات الفلقة الواحدة إلا أنه تكيف المعيشة المائية أو شبه المائية حيث تزداد الغرف الهوائية لنموها في وسط مائي فقير بالأوكسجين لذلك حاجة النبات إلى استخدام الجذور في امتصاص الماء تقل فنجد درجة تفرع الجذور لتكون الشعيرات الجذرية يقل بزيادة كمية الماء، وهذا يمثل تكيفا تركيبيا للعرض والطلب في البيئة.

3-3-6- الساق: The Stalk

الساق الرئيسي لنبات البردي رايزومي تنشأ منه سيقان طويلة اسطوانية تحمل في نهايتها الأزهار وكما هو الحال في نباتات ذوات الفلقتين يكون التركيب التشريحي للساق في ذوات الفلقة الواحدة إلا أن النسيج الأساسي فيه لا يتميز إلى القشرة والب كما أن الحزم الوعائية مبعثرة وكل حزمة وعائية محاطة بغمد مكون من خلايا سكلرنكيمية.والأهم أن الحزمة الوعائية لا تحتوي على كمبيوم.

## 3-4- نبات البوطعريض الأوراق : ( *Typha latifolia*)

**التصنيف العلمي:**[79]

| | | |
|---|---|---|
| النطاق | حقيقيات النوى | *Eucaryote* |
| المملكة | النباتات | *Plantea* |
| الشعبية | البديات | *Phanerrogams* |
| الشعيبة | مستورات البذور | *Angiospermes* |
| الصف | احادية الفلقة | *Monocotylédone* |
| الرتبة | القبانيات | *Typhales* |
| الفصيلة | البوطية | *Typhaceae* |
| الجنس | البلوط | *Typha* |
| النوع | عرض الأوراق | *Latifolia* |

**الأسم العلمي *Typha latifolia***

### 3-4-1- وصف نبات البوطعريض الأوراق :( *Typha latifolia*)

يعتبرنبات البوط عريض الأوراق ( *Typha latifolia*) من النباتات العشبية المعمرة من الفصيلة البوطية *Typhaceae* ومن جنس البوط *Typha* ومن النوع *Latifolia* وهو نبات ذات أوراق تشبه الحزم يتراوح عرضا مابين 2 إلى 3،5 سم ، وإما طولها فيتراوح مابين 0،75 إلى 1 متر تحت سطح الماء [80]. وهذا النبات البوط عريض الأوراق (*Typha latifolia*) من أحادية الفلقة ،أما عدد الأوراق فيقدر من12 إلى 16 ورقة ضمن جدعها الذي يصل الى طول يقدر مابين 1الى 3 أمتار كما يحمل هذا النوع ن النبات إزهار وبراعم تختلف في مابينها من حيث الجنس فالأزهار الأنثوية تكون دائما تحت الأزهار الذكرية بلون بني داكن فإما الذكرية تكون نحو الأعلى بلون بني فاتح وسرعان ماتسقط مخلفة سيقان جرداء عارية وإما الزهور الأنثوية تبقى صلبة وذات لون رمادي ، وفي فصل الصيف تتفتح الأزهار الأنثوية بعدما تم تلقيحها وتحولت إلى اللون البني مثل البذور الناضجة مشكلة بذلك الشكل الأسطواني الملفوف ،إما في الفترة الخريفية فيتغير لون الأوراق إلى اللون الأصفر المائل إلى البني[81] .كما تجدر الإشارة إن هذا النوع من النبات البوط عريض الأوراق ( *Typha latifolia*) يتكاثر بغزارة شديدة وبطريقة جد سريعة وذلك راجع إلى أنها تتكاثربطريقتين ساكنة وجنسية،فعند التكاثر بالطريقة الجنسية تنمو البذور في الوحل وبجانب الوديان والمستنقعات وأسفل الماء،وهنا تجدر الإشارة أن البذور تتكاثر أكثر من النبتة في حد ذاتها لأن هذا النوع من النبات ينمو في المناطق الرطبة [82]وعند بلغها فوق سطح الماء يكون تنفسها بالهواء الجوي.كما يعرف على هذا النوع من النبات أنه معمر دائم على مدار السنة [83].

### 3-4-2- البيئة والانتشار لنبات البوطعريض الأوراقEnvironment And Deployment:

### Of( *Typha latifoli*)

إن درجة الحرارة المثلى لهذا النبات تتراوح بين 10-30 درجة مئوية و مجال pHيترواح بين 4 -10 و يتحمل ملوحة حتى 30 غ / لتر وتمتد جذوره ضمن الوسط الحصوي حتى 30 سم. و هو ينمو بسرعة و يمكن لصف من هذه النباتات أن يغطي سنويا 60 سمعبر الانتشار الجانبي[84].

من أنواعه الموجودة في الوطن العربي والعالم .

البوط الدمياطي (*Typha domingensis*) في بلاد الشام ومصر والمغرب العربي وكثير من مناطق أوروبا[86].

البوط رفيع الأوراق (*Typha angustifolia*) في بلاد الشام ومصر والمغرب العربي ومعظم مناطق أوروبا.البوط عريض الأوراق( *Typha latifolia*) في بلاد الشام ومصر والمغرب العربي ومعظم مناطق أوروبا[85].

البوط الفيلي (*Typhaelephantina*) في بلاد الشام ومصر والمغرب العربي[87].

بوط لاكسمان(*Typha laxmannii*) في بلاد الشام ومعظم مناطق أوروبا.

**الصورة(07): نبات *Typha***

### 3-4-3- فوائد عشب نبات البوطعريض الأوراقThebenefits of a plant(*Typha latifolia* ):

البوط جنس نباتي من فصيلة النباتات البوطية التي تضم 11 نوعًا اسمها العلمي *(Typha)* تعرف بالإنجليزية (*Cattail*) هي عبارة عن أعشاب تنمو بجانب البرك و المستنقعات و البحيرات الصغيرة و لكنها توفر قيمة غذائية عالية فتعتبر ثورة فريدة بالإضافة إلى عددًا من الخصائص الغذائية الفريدة من نوعها و الخصائص الطبية ، حيث تم الاعتماد على تلك العشبة لسنوات، تختلف الاستخدامات الطبية للعشبة حسب النوع و لكن هناك قواعد عامة لدى كل الأنواع بعض الأنواع تؤكل في أوروبا منذ مئات السنين و بعضها تعتبر من رواد التغذية في أمريكا و بعضها يستخدم في التطبيقات الطبية ، تختلف أوقات النمو حسب الطبيعة المتواجد بها النبات حسب أماكن الزراعة حول العالم[89]، [90] [91].

### 3-4-4- الفوائد الصحية لنبات البوط:( *Typha latifolia*) The health benefits of a plant

هناك عددًا من الفوائد الصحية الأكثر إثارة لتلك العشبة تشمل قدرتها على الحد من الألم و علاج الالتهابات أو التقليل منها مع وقف النزيف و تسكين ألام الجروح و علاج السرطان أوالحد من ظهور السرطان و منع العدوى و النزيف البطئ و سوف نستعرض ذلك كله بالتفصيل:

يمكن استخدامه كمطهر: من أهم الفوائد الصحية لعشب البلوط إمكانية استخدامه كمطهر طبيعي ، حيث ان المادة الهلامية تستخدم لتطهير الجروح و مناطق أخرى من الجسم التي تعتبر احد مسببات الإمراض و الميكروبات ، كما انها توضع موضعيًا على الجروح و الالتهابات لتخفيف من الألم.

علاج النزيف البطيء: حيث إن للعشبة قدرة هائلة على التخثر فهي تبطئ تدفق الدم و تعمل على علاج فقر الدم، و يعالج نزيف الحيض الثقيل و يقلل من شدته ، كما أنه يحفز من الاستجابة لتجلط الدم في الجلد لوقف التزيف ، حيث يحتمل إن يكون النزيف خطيرًا لدى بعض الأشخاص.

الحصول على البشرة الصحية: يحتوي العشب على ثورة من المواد و المغذيات و المركبات العضوية الموجودة به تساهم بشكل فعال في المحافظة على الجلد و القدرة على شفاء الدماملو القروح الجلدية و الندبات الصغيرة و لدغات الحشراتيتم وضع العشب موضعيًا على الموضع يمكن إضافة قليل من الطحين لها لأنه يحتوي على مضادات للالتهابات كما يساعد دمجهم معًا على تقليل الألم و شد المناطق المتضررة.

الحماية من السرطان: الدراسة و البحث ما زالت مستمرة بشأن تلك الموضوع مع ذلك ، تعرف العشبة بالقدرة على منع حدوث السرطان حيث أكد عددًا من الباحثين الصنبين بعض النتائج الأولية حيث أن العشبة تحتوي على عدد من مضادات الأكسدة التي تمنع الخلايا السرطانية[88].

### 3-4-5- تحذير Warning:

تنمو العشبة بجانب البرك و المستنقعات بالتالي تحتوي على مياه ملوثة ،ذات سمية عالية لذا يجب اختيار الأنواع من العشبة بحذرلتجنب المركبات الضارة التي قد تصل إليها من الماء ، لذلك يجب استشارة خبير الإعشاب عن الأنواع و الاستهلاك للحد من الملوثات و الأمان مع تذكر دائمًا لا إفراط و لا تفريط مع ضرورة الاستخدام عند الضرورة فقط.

## 3-5- موضع الدراسة والعمل:Plant Location and Design Description

**جرت هذه الدراسة الميدانية بإحدى المناطق الجزائرية الواقعة في الجنوب الشرقي للجزائر التي تسمى بوادي سوف**[92].

ولاية الوادي أوولاية وادي سوف، انبثقت عن التقسيم الإداري لعام 1984/02/04لتضم 12 دائرةمنها 09 دوائرداخلإقليم وادي سوف وتنقسم إلى منطقتين ذات أصول عرقية مختلفة: منطقة وادي سوف ومنطقة وادي ريغ، عاصمة الولاية هي مدينة الواديوهي تعرف بمدينة الألف قبة وقبة، كما تعرف أيضا بعاصمة الرمال الذهبية وتبلغ مساحتها 44.585 كلم$^2$[93].

### 3-5-1- الموقع الفلكيلإقليم وادي سوف: Astronomical Site

يقع إقليم وادي سوف من الجنوب إلى الشمال بين خطي عرض 31° - 34° شمالا وبين خطي طول 8° - 6° شرقا.

### 3-5-2-الموقع الجغرافي لإقليم وادي سوف [92]: The Geographical Location Of The Region Of The ELOued

**خريطة(01) تبين موقع ولاية الوادي(وادي سوف).**

**خريطة (02) : الموقع الجغرافي بالوادي.**

تقع ولاية الوادي شمال شرق الصحراء الجزائرية، تبعد عن عاصمة البلاد ب630 كلم ويحدها من الشرق الجمهورية التونسية، ومن الغرب كل من ولايات ورقلةوبسكرة، ومن الشمال ولايات تبسةوخنشلةوبسكرة، ومن الجنوب ولاية ورقلة.

يقع إقليم وادي سوف جنوب شرق الجزائر، وينتمي إلى العرق الشرقي الكبير. يحده من الشمال بلاد الزاب (بسكرة والزرايب)ويمتد حتى جبال الأوراس، والنمامشة، وإلى منطقة نقرين.

يحده من الشرق الحدود التونسية من نفطة ونفزاوة، مرورا ببير رومان حتى غدامس. يحده من الجنوب واحات غدامس.
يحده من الغرب وادي ريغ (تقرت وتماسين) وورقلة.
وتبلغ المسافة من اسطيل في الشمال إلى غدامس جنوبا حوالي 620كلم، ومن وادي ريغ بالجهة الغربية إلى الحدود التونسية بالشرق حوالي 160كلم، وتبلغ مساحة وادي سوف 82.800 كلم$^2$ والإقليم محاط طبيعيا بثلاث شطوط وهي شط وادي ريغ بالغرب، وشطوط مروانة وملغيغ وشط الغرسة من الشمال، وشط الجريد من الجهة الشرقية.

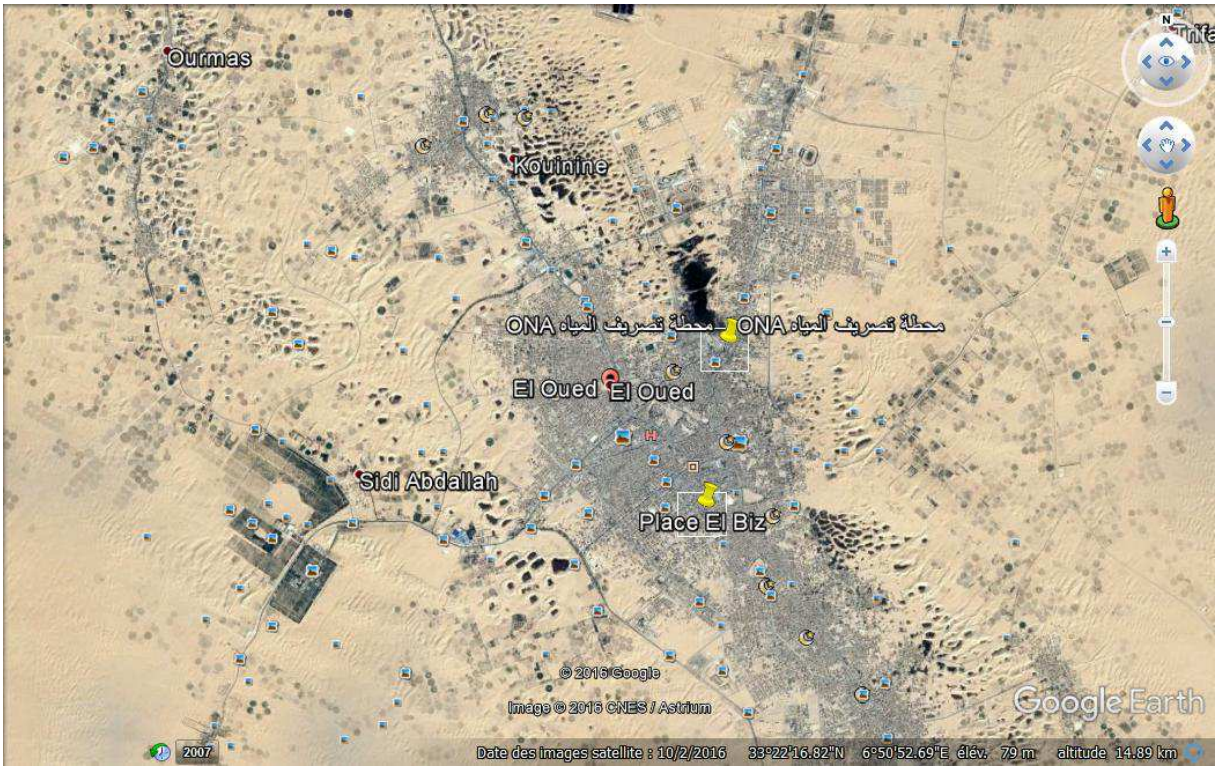
## 3-6- تقديممحطةالتصفيةبالوادي:

### 3-6-1- الموقع الفلكي: Astronomical Site

تقععلى :خطعرض 24' 31° – شمالا
خططول 6° - شرقا.

### 3-5-3-الموقع الجغرافي: The Geographical Location

تقعمحطةتصفيةالمياهالمستعملة بالوادي التابعةلبلديةكونيين فيشمالولايةالوادي، دائرة الواديعلىالطريقالوطنيرقم 03.
الرابطبينمدينة الواديومدينة بسكرة،تتربعهذهالمحطةعلىمساحة تبلغ 40هكتارات،واعتمد في تصميمها على تقدير إجمالي يبلغ 246300 نسمة بتدفق 33904 م$^3$ / اليوم وتقوم بمعالجة يومية في حدود15000 م$^3$ / اليوم. بدأتتعملفي 1993/11/20 متحتإشرافالديوانالوطنيللتطهير ONA ،وحاليا مخصصةلتنقيةجزءمنالمياهالمستعملةلمدينةالوادي. وكذلك في الحد من ظاهرة صعود المياه وكذلك انتشار الأوبئة لدى مدينة وادي سوف.تمثل محطة كونيين مع ثلاث محطات موجودة بالولاية طول شبكة صرف صحي تقدرب 750كلم ونسبة ربط كلي بحدود 76 % .




**خريطة (03) : الموقع الجغرافي لمحطة تصفية المياه كونين بالوادي.**

## 3-7- مظاهر السطح:Aspects of the Surface

يسود وادي سوف عدة مظاهر منها :

العرق ينتمي السطح إلى العرق الشرقي الكبير إذ تغطي الرمال معظم الأراضي(ثلاثة أرباع المساحة)وهي رمال ناعمة ذات ألوان بيضاء وصفراء، تتقاذفها الرياح في كل اتجاه، وقد نتج عن ذلك شكلين الأول هو الكثبان الرملية التي تتواجد بصورة كبيرة في جنوب سوف، وتختلف ارتفاعاتها حيث يصل أحدها 127م، أما الثاني، فهو المنخفضات والأودية، فتعتبر سوف أخفض نقطة في العرق الشرقي الكبير ، حيث ينخفض دون مستوى سطح البحر بـ 25م عند شط ملغيغ.الحمادات الرملية وتغطي المنطقة الشمالية لسوف، وهي طبقات حجرية متنوعة تحت الرمال، ومن تلك الطبقات "الترشة" وتستعمل لصناعة الجبس، أما "اللوس" فهي حجارة صلبة متشابكة تستعمل في البناء لصلابتها، وتوجد بغمرة والمقرن وشرق الزقم، أما"الصلصالة" أو "السميدة "فتوجد في غمرة والدبيلة والمقرن وتستعمل للبناء[94]، [95].

**صورة (08) منظر يظهر السطح بمنطقة وادي سوف**

## 3-8- الخصائص المناخية:Climatic Characteristics

تبعد الوادي (عاصمة وادي سوف) عن البحر بـ 390 كلم، ويبلغ متوسط ارتفاع المنطقة عن سطح البحر 80م.

الحرارة :يصل المتوسط الحراري في فصل الصيف إلى 34° وقد يتعدى في بعض الأحيان 50 °حيث تكون الرمال شبه ملتهبة، وفي فصل الشتاء يكون المتوسط الحراري 10°، وعندما تشتد البرودة وخاصة ليلا تنخفض إلى ما دون الصفر.

### 3-8-1 - الرياح:The Winds

- تمتاز منطقة وادي سوف بحركة هوائية نشطة على مدار السنة.
- فتهب رياح شمالية، وشمالية غربية (الظهراوي)من فيفري إلى أفريل.
- وتهب رياح شرقية (وتسمى البحري) وهي منعشة من أوت إلى أكتوبر.
- وتهب رياح جنوبية (وتسمى الشهيلي) وهي حارة ويكون ذلك خلال الصيف.

### 3-8-2- الأمطار:Rain

هي قليلة ونادرة بسبب بعد المنطقة على البحار، ويصل المتوسط السنوي للتساقط بالمنطقة إلى 70 ملم.

مع وجود هذا النقص إلا أن المنطقة تعرف فترات استثنائية تكون فيها الأمطار الوابيلية ،وإمطار 1969 التي وصلت إلى غاية الحدود الجنوبية للجزائر أين يتم التفريغ من الشمال نحو الجنوب إلى غاية منطقة وادي سوف فحسب الباحث (Marc.Cote)[96] ،[97] ،فهو يعتبران أمطار29 سبتمبر1969 سرعت من بروز مشكلة صعود المياه.

## 3-9-الغطاء النباتي:Vegetation Cover

يتميز الغطاء النباتي بسوف بالجفاف وكثرة الرمال، ومع ذلك توجد نباتات طبيعية متنوعة ذات جذور طويلة تنمو في الأودية وأطراف الكثبان الرملية، ويعتمد عليها البدو في رعي حيواناتهم، وقد ذكر منها أكثر من 80 نوعا الحلفاء، البشنة، العضيد، السعد، الشيح، إضافة إلى أشجار من الحطب كالازال، العلندي، الزيتاء، المرخ، الرتم، الطرفاء وغيرها....

## 3-10- المناطق الرطبة :Wetland

إنمعطياتمحطةالأرصادالجويبقمار(الوادي)تبينأنالرطوبةتتراوحبين 77.7% و 26,1 % وهذاباختلافالفصول(المصدر : معطياتمحطةالإرصادالجويقمار2014).

أما أهم وأبرز هذه المناطق الرطبة فهي:

**1-**شط مروانة ببلدية المغير ويتربع على مساحة 8534 كلم $^2$

**2-**.شط وادي خروف ببلدية سطيل

**3-**.شط ملغيغ بين الوادي وبسكرة

**4-**.شط التاجر

**5-**شط عياطة ببلدية سيدي عمران.

مع الإشارة إلى أن هناك الكثير من الأحواض والشطوط التي لم يتم إحصاؤها بعد. أما الأحواض والشطوط المعروفة فتتميز بتدهور الوسط البيولوجي لها من نباتات وحيوانات نتيجة لتلوثها بمياه التشحيم ومياه الصرف القذرة وعمليات الصيد المحضورة [98].

## 3-11- البرتوكول التجريبي :Experimental Protocol

### 3-11-1- العتادالتجريبيالمستعمل :Experimental ProtocolUsed

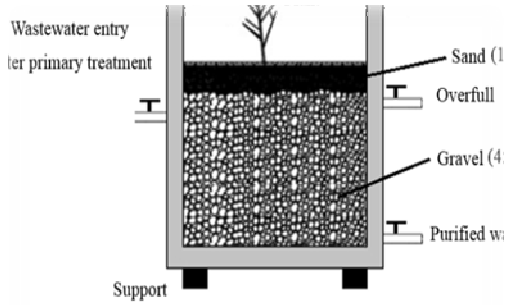
### 1- هندسة الأحواض :Constructed Wetland Pilot Unite

يتكون العتاد التجريبي من أربعة أحواض اسطوانية من مادة البلاستيك القوي ذو لون القاتم، كل واحد ذاسعة 80 لتر مملؤة من الأسفل إلى الأعلى بسمك (45cm)بالحصى(25/15mm) و (20 cm) منالرمل الناعم و(5cm) من الطينثلاثةأحواضمزروعةبسيقانحديثةالعمرلثلاثة أنواعمنالنباتات وهي كتالي .

1. ***Juncus effusus***
2. ***Phragmites australis***
3. ***Typha latifoli***

بكثافةتقدر بحوالي($40\ tiges/m^2$).

أخذت هذه الهندسةمندراساتسابقة[99]،[100] حوض لكلنوعمن أنواع النباتات الثلاثة المختارة وحوض غيرمزروع (كشاهد) كما هو موضح في الشكل (12)




**الشكل (12) :البرتوكول التجريبي لعملية هندسة الأحواض.**

**صورة(09) هندسة الأحواض المستعملة في العتاد التجريبي**

عملية تزويد الأحواض بالمياه المعالجة اوليا (المعالجة الفيزيائية) ب30 ليتر،بطريقة التدفق تحت السطح الأفقي بوتيرة منتظمة مرة كل اسبوع والماء المتحصل عليه بعد مكوثه خمسة ايام يتم تجميعه عبر أناء نظيف ضمن السنبور السفلي كما توضحه الصورة (08).

## 3-12- مواصفات المصفاةالحصويةوالرمليةضمنأحواضالنباتات

تعتبر مواصفات المصفاةالحصويةوالرملية جزء هام من البرتوكول التجريبي أثناء البحث سوى كان ذلك على مستوى النوعي أو المستوى الخواص الفيزيوكيميائية وأهم عامل فيزيوكيميائي يتمثل في الأس الهيدروجيني pH الذي كانت قيمته معتدلة.كانت المصفاةالحصويةوالرمليةمتمثلة في الحصى الحبيبي ضيق والرمل الناعم الذي يمتاز بمسامية عالية وكثافة الجافة في حدود 1.7 والأمر كذلك بالنسبة لكثافة الحصى التي كانت في حدود 1.6.

### 3-12-1- الخصائص الفيزيوكيميائية للمصفاةالحصويةوالرملية: Physico-Chemical Properties Of The Filter, Gravel And Sandy

تتألف المصفاة في هذه الدراسة الميدانية من قسمين متتاليين جنبا إلى جنب بحيث تعبأ المواد الحصوية ثم الرمل شريطة إن تكون هذه المواد ذات أس هيدروجيني متعادل pH= 7.0 وذات نفاذية ،وكذا مسامية بحدود 40%وان تكون الكثافة بحدود 1.6.

### 3-12-2- الخصائص الفيزيوكيميائية للرمل:Physico-chemical properties of the sand

تمتاز حبيبات الرمل المستعملة في هذا البرتكول التجريبي بان الأس الهيدروجيني)(pH بحدود 7.00 والناقلية الكهربائية تقارب 585ms/cm أما التدرج الحبيبي موسع Cu=2.77 والحبيبات موزعة جدا Cc-1.00 أما الكثافة الجافة قدرت ب1.5وتراوحت مسامية مواد التعبئة ب 42%[100].

### 3-12-3- الخصائص الفيزيوكيميائية للحصى: Physico-Chemical Characteristics Of Gravel

تمتاز حبيبات الحصى المستعملة في هذا البرتكول التجريبي بان الأس الهيدروجيني)(pH بحدود 7.00 والناقلية الكهربائية تقارب 585ms/cm، أما التدرج الحبيبي ضيق Cu=1.5 والحبيبات موزعة جدا Cc-1.00أما الكثافة الجافة قدرت ب 1.6 وتراوحت مسامية مواد التعبئة ب38 %[100].

**صورة(10) حبيبات الحصى المستعملة في هذا البرتكول التجريبي.**

### 3-13- النباتات المستعملة :Used plants

في البداية كانت لنا دراسة معمقة فيما يخص النباتات التي سوف تكون قادرة بان تقوم بهذا الدور وتتلام مع الظروف الجديدة التي سوف تطبق عليها واستمرارها في العيش لمدة زمنية طويلة بمعنى أنها سوف تكون من النباتات المحلية المعمرة،ولهذه الغاية اخترناهذه النباتات من المناطق المحاذية للاماكن التي تتجمع فيها المياه الراكدة التي تشكل مبدئياأراضي رطبة طبيعيا (غير صناعية). والغاية منها معالجة المياه المستعملة وإعادة استعمالها في الري،إما عملية البحث فكانت على مدار السنة من جانفي 2014 إلى غاية ديسمبر من نفس السنة.ولهذه الغاية اخترنا ثلاثة أنواع وكلها نباتاتمائية تنمؤ بمنطقة وادي سوف وهذه الأنواع كانت كتالي .

1-( نباتJuncus effusus ) هذا النوع من النباتات معروف بانتمائه إلى الجنس الأسل ( Juncusومن الفصيلة ) (Juncaceae).

2- نبات( Typha latifolia ) كثيرا ما عرف عن هذا النوع من النباتات بانتمائه إلى جنس البوطومن(Typha) الفصيلة البوطية(Typhaceae).

3-نبات (Phragmite australis) يعتبر هذا النوع من النباتات ضمن مجموعة كبيرة من النباتات التي تنتمي الى الجنس القيصوب.( Arundineae)ومعروف من الفصيلة (Arundinoideae).

## 14-3- مكان التحليل والاختبار: Location Analysis and Testing

خلال مدة العمل الممتدة من شهر جانفي إلى غاية شهر ديسمبر من سنة 2014 قمنا بأجراء التحاليل .

1. مختبر التحاليل الفيزيو كيميائية لدى مخبر تثمين وتطوير الموارد الصحراوية ومخبر جيو كيمياء بجامعة قاصدي مرباح ورقلة
2. مختبر الديوان الوطني للتطهير بمدينة الوادي ONA
3. التحاليل البكترولوجية بمختبر تحليل الأغذية والمياه التابع لمستشفى بن عمر الجيلاني ولاية الوادي.

## 15-3- الفحوصات الأسبوعية Weekly Tests:

1. درجة الحرارةTemperature.
2. الأس الهيدروجيني pH.
3. الناقلية الكهربائية (EC) Electrical conductivity.
4. العكارةTurbidity .
5. المواد الصلبة العالقة (TSS)Totalsuspended solids.
6. الأكسجين المذاب Dissolved Oxygen .
7. الطلب البيوكيميائي للأكسجين Oxygen Demand(BOD)Biochemical .
8. الطلب الكيميائي للأكسجين Oxygen Demand(COD)Chemical .
9. أيون الأمونيوم $NH_4^+$Ammonium ions
10. أيون النترات ($NO_3^-$) Nitrate ions.
11. أيون النتريت ($NO_2^-$) Nitrite ions .
12. أيون أرثوفسفور( $PO_4^{-3}$ ).

## 16-3- الفحوصات النصف شهريةTests Tortnightly:

خلال مدة الدراسة كنا نجري الأختبرات البكترولوجية كل نصف شهر.

1. بكتيريا (Escherchia Coli)
2. بكتيريا القولون(Coliformes Fecaux)
3. بكتيريا السباحية الكليةStreptocoque ) ( Totaux
4. بكتيريا السباحية البرازية(Streptocoque Fecaux)

## 17-3- حساب المردود في التنقية: Calculation Of The Yield

نحسب عمل المر دودية (The yield) بواسطة المعادلة (1)

The yield of purification is calculated according to the formula ...(1)

$$R\ \% = (Xi-Xf)\ x100\ /Xi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

**R=** Purification efficiency .

**Xi=** concentration of the parameters inside the bed (mg/L) .

**Xf=** concentration of the parameters at the output of the bed (mg/L).

## 3-18- قياسالوسائط الفيزيوكيميائية والبكترولوجية: Measurement ofParameters Physico-Chemical and Bacteriological

### 3-18-1- قياسالوسائط الفيزيوكيميائية :-Measurement of Parameters Physico-Chemical

### 3-18-2- قياس درجة الحرارة Temperature :

أثناء قياس درجة الحرارة استعملنا جهاز متعدد القياسات كما تجدر الإشارة يمكن أن يستعمل جهاز قياس الناقلية والملوحة في قياس درجة الحرارة.

كيفية القياس :

- نضع قطب الجهاز داخل العينة المراد قياسها
- نسجل القيمة المتحصل عيها من الجهاز

### 3-18-3- قياس الكمون الهيدروجينيpH:

لقياس الكمون الهيدروجيني استعمل جهاز (pH. m.v) متر (ORION (AFNOR.X31-103.

### طريقة العمل :The Method of work

نقوم بتشغيل جهاز التشغيل (pH. m.v) متر.

ضبط جهاز(pH. m.v) متر.

نغسل قطب الجهاز بالماء المقطر.

نضبط جهاز الرج على سرعة ضعيفة.

نضع داخل إناء بيشر محلول موقي كمون الهيدروجين يساوي سبعة.

نضع قطب الجهاز داخل المحلول الموقي.

نتركه فترة زمنية قليلة حتى يستقر ثم يتبين على جهاز(pH. m.v) متر طلب إدخال المحلول الموقي الثاني .

نخرج القطب ثم نغسله جيدا بالماء المقطر وبعد ذلك نغمسه داخل إناء بيشر رقم (2) يحتوي على محلول موقي pH( =4) .

### طريقة القياس Measurement Method:

- فتح ال (pH. m.v) متر.
- نضبط الجهاز ال (pH. m.v).

- نغسل الالكترود بالماء المقطر ثم نقوم بمسحه بورق ترشيح.
- نأخذ حوالي 100 ml من الماء المراد تحليله المعالج أو الغير معالج .
- نعدل ب ( MODE ) في ال pH ثم نقوم بالقراءة .

### 3-18-4- قياس الناقلية الكهربائيةMeasuring the Electrical Conductivity:

الجهاز المستعمل لقياس الناقلية الكهربائية من نوع (Cond 340i)Conductimeter of poche .

- فتح الجهاز وتحديد الوحدة المراد قياس بها وهي (ms/cm) على سنتيمتر.
- نغسل الألكترود للجهاز بالماء المقطر ثم نقوم بمسحه بورق ترشيح.
- نأخذ حوالي 100 ml من الماء المراد تحليله المعالج او الغير معالج .
- نعدل ب ( MODE ) ثم نقوم بالقراءة للعلامة المسجلة.

### 3-18-5- قياس العكارة :TurbidityMeasuring the

**لقياس العكارة Turbidityاستعمل جهاز (Turbidimetre) متر ذو الموصفات (-ORION (AFNOR.X31**

نأخذ الأنبوبة الزجاجية لجهاز قياس العكارة Turbidimetre ونغسلها جيدا بالماء المقطر

نسكب بها العينة الماء المراد قياس نسبة عكارتها.

نغلق الأنبوبة الزجاجية جيدا ونجففها من الماء بورق الترشيح.

نضع الأنبوبة المحتوية على العينة داخل جهاز قياس العكارة.

ثم تقرءا العلامة على الجهاز وهي تمثل نسبة العكارة للعينة المدروسة.

### 3-18-6- قياس الأكسجين المنحل:Measuring the Dissolved Oxygen

لقياس الأكسجين المنحل(Dissolved Oxygen) أستعمل جهاز(OXY metre).

ذو الموصفات (AFNOR.T90-106).

الطريقة التي اعتمدنها في قياس منسوب الأكسجين المذاب تمثلت في الطريقة الأمبيرومترية الأكثر انتشارا( mg/l.% mbar).

### طريقة القياس:MethodMeasuring

تشغيل الجهاز (Oxymetre) .

نغسل الألكترود للجهاز بالماء المقطر ثم نقوم بمسحه بورق ترشيح.

نأخذ حوالي 100 ml من الماء المراد تحليله المعالج أو الغير معالج .

نعدل ب ( MODE ) كل من ( mg/l ) ثم نقوم بالقراءة للعلامة المسجلةأما درجة الحرارة فهي على الشاشة دائما. و نقرا من الجهاز المعلومات المتمثلة في (mg/l).

### 3-18-7- آلية تحديد الطلب الكيميائي للأكسجين Oxygen Demand(COD) Chemical:

قمنا بحساب الطلب الكيميائي للأكسجين OxygenDemand (COD) Chemical بواسطة جهاز Colorimeter ( HACH ,DR/890 ) طريقة الأكسدة بواسطة بيكربونات البوتاسيوم في وسط حمضي بوجود سلفات الزئيبق و سلفات الفضة .

إثناء العملية استعملت كبسولات تحتوي على (الكاشف)Reactive التجاريمسبقالتحضير.

**المواد والأجهزة المستعملة :Used Materials and Devices**

**المواد المستعملة UsedMaterials:**

كبسولة تحتوي المتفاعلات.

ماء مقطر.

**الأجهزة المستعملة: usedInstruments**

**جهاز ( Colorimeter HACH ,DR/890 ).**

أنابيب كالومترية بإحجام مختلفة (5ml ;10ml ;20ml ;30ml).

بيشر ذو سعة 100ml

حامل.

ماصة.

**طريقة العمل :Work up**

باستعمال ماصة نأخذ 2 ml من الماء(العينة) ونمزجها جيدا مع محتويات المتفاعل داخل الكبسولة

نغلق محتويات الكبسولة بعد التأكد من أن المتفاعلات قد تم مزجها عن طريق الرج اليدوي

نسخن المتفاعلات (الكبسولة) لفترة زمنية بحدود ساعتين عند درجة حرارة بحدود 150 C° داخل مولد للحرارة

نخرج الكبسولة من Thermo-Reacteur وتركها تبرد داخل درجة الغرفة لمدة 10 دقائق

بعد قضاء الفترة الزمنية المخصصة لذلك نرج جيدا محتويات الكبسولة (المتفاعلات) ثم نتركها تبرد على درجة الغرفة لمدة نصف ساعة.

بعد انقضاء فترة التبريد(درجة الغرفة) نضع الكبسولة داخل جهاز ( Colorimeter HACH ,DR/890 )

نسجل القيمة المتحصل عليها للطلب الكيميائي للأكسجين OxygenDemand(CODChemical( بعد بقاء النتيجة ثابتة لفترة زمنية ويعبر عن ذلك بالوحدة (mg/l).

**3-18-8- تحديد الطلب البيوكيميائي للأكسجين Oxygen Demand($BOD_5$)Biochemical:**

استعمل جهاز BOD(MF120) لتحيد كمية الطلب البيوكيميائي للأكسجين بالطريقة المعروفة باسم Manometric وفيها استعملنا المواد والأجهزة الضرورية لذلك.

**المواد المستعملة : Materials Used**

هيدروكسيد البوتاسيوم(KOH).

**الأدوات المستعملة : Used Instruments**

حاضنة(20 C°)

قارورات الحضن ذات سعة تقدر ب ( 500 ml ) وهي عازلة للأشعة الضوء المسلط (ذات لون قاتم) ومزودة بأغطية داخلية وخارجية.

آلة الرج المغناطيسي.

**جهاز لقياس الضغط BOD(MF120).**

حوجلة عيارية.

مدرج.

### 3-18-9- آلية تحديد الطلب البيوكيميائي للأكسجين Oxygen DemandBiochemical ($BOD_5$)

نضع كمية الماء(العينة المراد تحليلها) داخل قارورات الحضانة بعدما تم قياس الكمية بواسطة مدرج نضيف.

نزود كل قارورة حاضنة بقرصين من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH بداخل كل غطاء داخلي للقارورة الحاضنة.

نزود كل قارورة حاضنة بواسطة القضيب المغناطيسي .

توضع القارورات الحاضنة على آلة الرج بعدما تم ضبط درجة الحرارة على الدرجة (20 C°)

بعد مرور فترة التوازن تغلق القارورات الحاضنة.

نقرا تسجيل القراءة التي تم تسجيلها كل فترة صباحية لمدة خمسة أيام وفي الأخير نطرح كل نتيجة محصل عليها في يومين لاحقين ونجمع الحاصل ثم يضرب في المعامل.

### كيفية تدوين النتيجة:

النتيجة التي نعتمدها تحسب وفقا المعادلة (2):

**Oxygen DemandBiochemical($BOD_5$mg/l) = المعامل× القيمة المسجلة (2)**

**المعامل : هو القيمة التي يتم تحديدها بين قيمة الطلب البيوكيميائي للأكسجين ($BOD_5$) وحجم العينة.**

**كما يستوجب حساب (COD) أولا لمعرفة ($BOD_5$) كما توضحه المعادلة(3) مياه الصرف الصحي .**

**Biochemical Oxygen Demand($BOD_5$mg/l)=(COD mg/l)×0.80 (3)**

الجدول التالي يعطي معامل تغير($BOD_5$) بدلالة حجم العينة المستعملة.

| Factorالمعامل | volume(ml)حجم العينة | Measuring the fieldمجال القياس |
|---|---|---|
| 1 | 432 | 40-0 |
| 2 | 365 | 80-0 |
| 5 | 250 | 200-0 |
| 10 | 164 | 400-0 |
| 20 | 97 | 800-0 |
| 50 | 43.5 | 2000-0 |

### 3-18-10- تحديد المادة العالقةTotalSuspended Solids(TSS)Measuring The:

الطريقة المتبعة لقياس المواد العالقة الصلبة (TSS) ( NF .T90-105) تمت وفق طريقتين

### الطريقة الأولى (طريقة الطرد المركزي):Centrifugation

طريقة الطرد المركزي (Centrifugation) استعملت عندما لاحظنا أن المياه ذات تحميل معتبر من المواد الصلبة المعلقة

طريقة الترشيح الميكانيكي استعملت عندما لاحظنا ان المياه ذات تحميل قليل من المواد الصلبة العالقة

### الأدوات والأجهزة المستعملة Used Instruments and Devices:

أوراق الترشيح من نوع (GF/ C )

جهاز الترشيح تحت الضغط (Underpressure Filtration)

جهاز الطرد المركزي (Centrifugation)

جهاز نزع الرطوبة مزود بمضخة سحب الهواء (Dessiccateur)

حاضنة (Etuve)

كبسولات (Capsule)

### إلية الطرد المركزي: Automatic Centrifugal

نضع 50 ml من الماء (العينة) داخل إناء Pots

نشغل جهاز الطرد المركزي(Centrifugation ) لمدة نصف ساعة فنحصل على راسب مخضر

إزالة الكمية الغير مترسبة (الماء)

الراسب يغسل بكمية من الماء المقطر 200ml

نضع الراسب بعد ذلك في (Centrifugation) لمدة نصف ساعة إضافية

نقوم بوزن كبسولة ) (Capsuleنضيفه ونسجل الوزن الابتدائي $W_0$

ننقل العينة (الراسب) داخل (Capsule ) بعد ذلك نضعها داخل الحاضنة عند الدرجة 105 C°

نخرج الكبسولة (Capsule) من الحاضنة ونتركها تبرد في (Dessiccateur) بدون أي مؤثر في الرطوبة للعينة

نقوم بوزن الكبسولة ) (Capsuleمع الراسب ونسجل الوزن $W_1$

$$\text{Totalsuspended solids (TSSmg/l)} = 1000(W_1-W_0) / v \qquad (4)$$

المواد العلقة الـ

$W_1$ كتلة الكبسولة ب (mg) تحتوي العينة بعد عملية التسخين لدرجة 150 C°.

$W_0$ كتلة الكبسولة ب (mg) فارغة.

V الحجم (ml) العينة.

### الطريقة الثانية (طريقة الترشيح): The second Method

ستعملنا هذه الطريقة المباشرة عن طريق الترشيح في حالة أن المياه ليست محملة بكميات كبيرة من المواد العلقة الصلبة.

وفيها استعملنا المعادلة (4) لحساب كمية المواد الصلبة العالقة (TSS).

### 3-18-11- قياس ايون النتريت ( $NO_2^-$ ):Measuring The Ion of Nitrite

تم قياس كمية ايون النتريت ( $NO_2^-$ ).

#### 1- طريقة :Diazotation

عن طريق استعمال جهاز(ColorimetreHACH .DR/890 ).

**الأجهزة المستعملة: Used appliances**

جهاز (HACH .DR/890 ) Colorimetre .

أنابيبColorimetric ذات سعات 10ml،15ml،20ml،25ml،30ml .

**الأدوات المستعملة:Used Material**

كاشف بشكل كبسولة يباع تجاريا(Nitri Ver3) .

المتفاعلاتReactants**.**

ماء مقطر.

**طريقة العمل Work up:**

نسكب 10mlمن العينة (ماء معالج أو غير معالج) داخل أنبوب Colorimetric .

نضيف الكاشف (Nitri-Ver3) داخل الأنبوب.

نرج الأنبوب جيدا بعد غلقه لمدة دقيقتين.

نأخذ 10 mlمن الشاهد (ماء مقطر) داخل أنبوبColorimetric ثاني ونضيف إليها الكاشف (Nitri-Ver3)،نرجه جيدا لمدة دقيقتين ثم نضعه في الجهاز من أجل التعديل (ضبط قيمة الصفر).

نحضر الأنبوب الذي يحتوي العينة ونضعه داخل الجهاز ثم نسجل النتيجة بوحدة(mg/l) .

## 2- طريقة استعمال جهاز:Spectrophotometer

### 1- المبدأ:Principle

النتريت يتفاعل مع Sulfanilamide ليعطي مركب Diazoic الذي بدوره يتحد مع N-1-Naphtylenediaminedichlorideمتولد لون وردي يقاس لدى طول موجي 543nm

### 2- المواد المستعملة :Used Matrial

المتفاعلات : Reactifs

المتفاعل المختلط:Mixed Reactant

- Sulfanilamide 40 g.
- Phosphoric acide100ml .
- Naphtyl ethylene diamine2g .
- Distiled water $H_2O$.

### 3- الأجهزة المستعملة :Used Apparatus

- جهاز (Spectrophotometre UV- Visible ).

### 4- منحنى التعديل :Calibration Curve

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **fille 1 mg/l** | **0** | **1** | **2** | **5** | **20** | **40** |
| **Distilled water $H_2O$(ml)** | **50** | **49** | **48** | **45** | **30** | **10** |
| **Reactive Mix (ml)** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** |
| **wait 10mn** | | | | | | |
| **[$NO_2^-$] mg/l** | **0** | **0.02** | **0.05** | **0.1** | **0.4** | **0.8** |

### طريقة العمل:Work up

نسكب 50ml من العينة (ماء معالج أو غير معالج)داخل أنبوب.

نضيف1 ml من المتفاعل المختلط.

يترك الأنبوبين لمدة 10 دقائق حتى إتمام التفاعل (ظهور اللون الورديPink)ثم نقوم بالقياس بواسطة جهاز (Spectrophotometre) فنتحصل مباشرة على قيم أيون($NO_2^-$)بوحدة mg/l،ضمن طول موجي في جدود 543 nm .

## 3-18-12- قياس ايون النيترات($NO_3^-$):Measuring the Ion of Nitrate

تم قياس كمية ايون النترات ( $NO_3^-$).

### 1- طريقة: Cadmium Redactionm

عنطريق استعمال جهاز(HACH .DR/890 ) Colorimetre .

### الأجهزة المستعملة: Used Apparatus

جهاز (HACH .DR/890 ) Colorimetre .

أنابيبColorimetric ذات سعات 10ml،15ml،20ml،25ml،30ml .

### الأدوات المستعملة:Used tools

كاشف بشكل كبسولة يباع تجاريا(Nitri Ver3) .

المتفاعلاتReactants.

ماء مقطر.

### طريقة العمل:Work up

نسكب 10mlمن العينة (ماء معالج أو غير معالج) داخل أنبوب Colorimetric .

نضيف الكاشف (Nitri-Ver3) داخل الأنبوب.

نرج الأنبوب جيدا بعد غلقه لمدة دقيقتين.

نأخذ 10 mlمن الشاهد (ماء مقطر) داخل أنبوبColorimetric ثاني ونضيف إليها الكاشف (Nitri-Ver3)،نرجه جيدا لمدة دقيقتين ثم نضعه في الجهاز من أجل التعديل (ضبط قيمة الصفر).

نحضر الأنبوب الذي يحتوي العينة ونضعه داخل الجهاز ثم نسجل النتيجة بوحدة(mg/l) .

## 2- طريقة أستعمال جهاز:Spectrophotometer

### 1- المبدأ:Principle

في وجود سليسيلات الصوديوم Sodium Salicylate ايون النترات يعطي بارانيتروسليسيلات الصوديوم ذات لون اصفر ليكون عرضة لمعايرة كلومترية Colorimetric.

### المتفاعلات :The Reactifs

- محلول منسليسيلات الصوديومSodium Salicylate 0.5 % (يتجدد كل 24 ساعة).

(0.5g من سليسيلات الصوديوم Sodium Salicylate في 100 mlماء مقطر).

- محلول من هيدروكسيد الصوديوم Sodium hydroxide

(30g من هيدروكسيد الصوديوم(Sodium hydroxide NaOH) في 100 mlماء مقطر).

- حامض الكبريتيك المركزSulfuric acid ($H_2SO_4$) •
- طرطرات الثنائية الصوديوم و البوتاسيوم.
- هيدروكسيد الصوديوم(Sodium hydroxide NaOH).....400g.
- طرطرات الصوديوم و البوتاسيوم 60g.
- ماء مقطر$H_2O$Distiled water(1000ml…. qsp).

(يجب أن يبرد قبل تكملته إلى 1000 ml).ويحفظ في قارورة من البولي ايثليين.

محلول من أصل ازوتي نتريك 1000mg/l.

- نترات البوتاسيوم اللامائية 0.722g2.
- ماء مقطر.$H_2O$Distiled water(1000ml)
- كلوروفورمChloroform1ml .

( Nitrogen Girl Nitric Solution).solution fille d'azote d'origine nitrique

### الأجهزة المستعملة:Used Apparatus

- جهاز تبخير.
- جهاز (Spectrophotometre UV- Visible).

### منحنى التعديل :Calibration Curve

ضمن كبسولة ذات سعة 60 ml نضع بترتيبسلسلة من.

| N° de capsule | B | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|---|
| standard 5 mg/l. | 0 | 1 | 2 | 5 | 10 |
| Distilled water | 10 | 9 | 8 | 5 | 0 |
| de salicylate de Na | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

### طريقة العمل:Work up

- نأخذ 10 ml من العينة.
- نضيف 2أو3 قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH ذو تركيز 30%.
- نضيف Evaporate to dryness in a bain marie or ovenمن سليسيلات الصوديوم Sodium Salicylate .
- نبخر على الجاف أو عن طريق حمام مائي عند الدرجة 75 °C-88.

Evaporate to dryness in a bain marie or oven75 - 88 ° C

- نأخذ الراسب مع $H_2SO_4$.2 ml ونتركه يبرد لمدة 10 دقائق.
- نضيف 15ml من الماء المقطر.
- نضيف 15ml ومن طرطرات ثنائي الصوديوم و البوتاسيوم و نمررها على طيف الامتصاص 415 nm.

### تدوين النتائج:The Rusults

النتائج تعطى مباشرة بوحدة التركيزmg/l لدى طول موجي 415. nm

## 3-18-13- قياس الأمومنيوم الأزوت الأمنياكي:( $NH_4^+$ ) Measuring the Ion of

### 1- المبدأ:Principle

أيون الأمنيوم يتفاعل مع أيون سيليسيلات ionو هيبو كلوريد hypochloride في وجود nitroprussiate of sodiumمتولد لون ازرق يقاس لدى طول موجي حوالي 655nm.

### المتفاعلات : Reactives

المتفاعل Reactive I :I

- Dichloroisocyanuric acide

..... 2 g.

- Sodium hydroxyd ( NaOH ) ..... 32 g.

- $H_2O$ distilled water ..... q.s.p 1000 ml.

Reactive II (colored) :

- Sodium tricitrate ..... 130 g.

- Sodium salicylate ..... 130 g.

- Sodium nitropruciate ..... 0.97 g.

- $H_2O$ distilled ..... q.s.p 1000 ml

**الأجهزة المستعملة:Used Apparatus**

Spectrophotometre UV-Visible

### منحنى التعديل :Calibration Curve

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **fille 1 mg/l** | **0** | **1** | **2.5** | **5** | **25** | **40** |
| **Distilled water( ml)** | **50** | **49** | **47.5** | **45** | **25** | **10** |
| **Reactive I( ml)** | **4** | **4** | **4** | **4** | **4** | **4** |
| **Reactive II (colored) ( ml)** | **4** | **4** | **4** | **4** | **4** | **4** |
| **Wait for 1 h.30** | | | | | | |
| **$[NH_4^+]$ mg/l** | **0** | **0.02** | **0.05** | **0.1** | **0.5** | **0.8** |

### طريقة العمل:Work up

- نأخذ ml40 من العينة المراد تحليلها(ماء معالج أو غير معالج).
- نضيف 4 ml من الماء المتفاعل I (ReactiveI ) .
- نضيف 4 ml من الماء المتفاعل I (ReactiveII ) ونكمل الباقي إلى 50 ml من الماء المقطر،
- ننتظر فترة زمنية (1h. 30).
- ظهور اللون المخضرgreenish دلالة على انتهاء التفاعل ووجود ايونات $NH_4^-$.
- نضع محتوى التفاعل داخل جهاز Spectrophotometre UV-Visible عند طول موجي مقدر بـ655nm.

### تدوين النتائج:The Rusults

النتائج تعطى مباشرة بوحدة التركيزmg/l لدى طول موجي 655nm.

## 13-18-3- قياس كمية ارتو فوسفات ( $PO_4^{3-}$: ) Measuring the Ion of

### المواد المستتعملة Materials Used:

كاشف (Phos Ver 3) على هيئة كيس.

### الأدوات والأجهزة المستخدمة Instruments and Equipment Used:

جهاز من نوع .DR / 890 Colorimetre

خلية كالورم تري(Cliometry) بسعة 25 ml, ml20, ml10, 5.

### الية العمل work up:

نضع 25 ml من العينة داخل أنبوب كالورم تريColorimetric .

نسكب محتوى الكيس الكاشف reactive ( Phos Ver 3).

نتركه لمدة خمسة دقائق بعد عملية الرج الجيد .

نأخذ أنبوب ثاني ونضيف إليه نفس الكمية من الماء المقطر 25 ml

شاهد (witness) ونضيف لها كمية الكاشف (reactive) Phos Ver 3 .

نضع الشاهد (witness) على الجهازDR / 890 Colorimetre ونسجل العلامة صفر .

نضع العينة التي حضرت سلفا في الأنبوب داخل الجهاز بعد ذلك نقرا ونسجل القيمة المتحصل عليها من الجهازبوحدة (mg/l).

## 19-3- الدراسة البكتريولوجيةStudy :Bacteriological

تعتبر الدراسة البكتيرية من أهم الدراسات المستعملة حديثا على المياه, ويعود السبب في ذلك للأخطار الكبيرة التي تسببها الأنواع الكثيرة للبكتيريا الممرضة للإنسان والحيوان على حد السوى وقد يودي التسمم ببعض البكتيريا المائية في كثير من الأحيان إلى الموت للأشخاص المصابة , ولهذا أردنا معرفة فاعلية المعالجة باستعمال مبدأ الأراضي الرطبة (المعالجة بالنبتات) في القضاء على هذا النوع من الجراثيم والبكتيريا أو التقليل من عددها في المياه المعالجة بهذه الطريقة المتبعة ولهذا قمنا بالدراسة حول أخطرها ضررا, وهي

1. بكتيريا القلون البرازية (Coliformes Fecaux)
2. بكتيريا (Escherchia Coli ).
3. بكتريا القولون (Coliformes Totaux) .
4. بكتريا السباحية الالبرازية (Streptocoque Fecaux) .

## الوسائط البكتريولوجية:Bacteriologic Methods

للقيام بتعداد هذا النوع من البكتيريا ( Coliformes Fecaux، Escherchia Coli، Coliformes Totaux ، Streptocoque Fecaux) يستعمل سائل [101](AFNOR-T90-433).

## الأدوات المستخدمة Used :Equipments

1. أنابيب أختبار.
2. ماصة باستور.
3. قارورات معقمة.
4. حمام مائي.
5. حاضنة (37°-48°).

## المواد المستخدمةMaterials Used:

1. ماء فيزيولوجي.
2. ماء مقطر.
3. ماء جافيل.
4. كاشف يستعمل في للكشف عن بكتيريا القلون البرازية ( E . Coli).
5. كاشف يستعمل في للكشف عن بكتيريا.
6. كاشف Shubert يستعمل في للكشف عن بكتيرياالبرازية.
7. كاشف BCPL (D/C- S/G) ويستعمل في الكشف الأحتمالي عن بكتيريا القلون الكلية (Coliformes totaux).

**8.** كاشف Shubert للكشف عن بكتيريا القلون البرازية.

**9.** كاشف KOVACS لدلالة عن الموكدة عن وجود بكتيريا القلون البرازية ( E . Coli).

**10.** كاشف الماء البيتوني )PEPTONE WATER( للدلالة عن بكتيريا القلون البرازية.

**11.** كاشف Rothe(D/C-S/C) للكشف الأحتمالي للبكتيريا السباحية .

### 3-19-1- طريقة العمل البكتريولوجية Bacteriologic Methods:

### 3-19-2- طريقة التمديد ( الإماهة ) :ofRehydrationMethod

نعتمد في هذه الطريقة على عملية التمديد العشري حيث نأخذ ماصة معقمة ومدرجة ونضع( 9 ml) من الماء الفزيولوجي في مجموعة من الأنابيب المعقمة وذلك حسب العينة ومدى حمولتها للبكتيريا، وذلك تبعا للعينة الأصلية ثم نقوم بعملية التمديد. نسحب 1ml من العينة الأصلية عن طريق ماصة جديدة معقمة ونسكبها في الأنبوب الأول ليعطي تخفيف جديد من رتبة $10^{-1}$ بعدذلك نسكب1mlمن الأنبوب الأول في الأنبوب الثاني عن طريق ماصة جديدة معقمة لنحصل على تمديد جديد من رتبة $10^{-2}$وتمتد العملية حتى الوصول الى التمديد الأخير.

### 3-19-3- البحث عن ( Coliformes Totaux Fecaux):

منذ البداية كنا مهتمين في هذه الدراسة عن الكشف والتأكيد عن هذا النوع من البكتيريا من الأنواع المنتشرة في المياه والمسبب إلى عدد كبير من الأمراض المعروفة في المناطق الرطبة التي تتوفر فيها الظروف الملأيمة بلإظافة إلى صعود المياه الجوفية على مستوى سطح الأرض. وهي من البكتيرياالتي تنتمي إلى عائلة Entera bectericeae وشكل عصوي صغيرة حامل للصبغة غرام سالب (-) gram بمعنى سالبة التجرثم، أكسيدار سالب (-) هوائية أو لا هوائية أختيريا وجودها يدل على وجودها على تلوث من أصل برازي ويمتاز هذا النوع من البكتيريا بسرعتها الفائقة لتخمرها لسكر اللاكتوز و المانتول مع أعطى غاز .

وحمض وهي كذلك قادرة على إنتاج اللالديعدات ومن خلال هذا نستعمل أوساط غذائية مشبعة بسكر اللاكتوز للكشف عن هذا النوع من البكتيريا. ويتم ذلك على خطوتين متتاليتين.

#### 1) الخطوة الأولى ( الخطوة الأساسية ) الكشف الوجودي:Presomptif Test

نأخذ (06) أنابيب ذات تركيز (D/C) و(42) أنبوب من بيئة BCPL ذو تركيز(S/C) بحيث تتواجد الأنابيب مفصولة ثلاثة لكل تركيز.

نضيف (1ml) من التمديدات المحضرة سابقا من العينة التي نريد الكشف عنها إلى أنبوب بيئة BCPL ذو تركيز(S/C) ويكون وفق الترتيب .

بالنسبة إلى باقي الأنابيب (06) BCPL ذو تركيز(S/C) نضيف لكل أنبوب على حدا (1ml) من العينة الأصل و(06) أنابيب من بيئة BCPL ذات تركيز (D/C) نسكب في كل (10 ml) أنبوب من ماء العينة الأصل

نلاحظ مجوعة الأنابيب من أجل إفراغ هواء ناقوس Durham .

أخيرا نضع الأنابيب داخل الحاضنة في درجة حرارة ( 37 C°) لمدة تتراوح مابين 24-48 ساعة .

**التسجيل :Registration**

نسجل التغيرات في اللون على لأنابيب التي أعطت الإجابية بتحول لونها من اللون البنفسجي إلى اللون الأصفر ، أي حدوث ما يعرف تخمر للاكتوز مع ظهور غاز في ناقوس Durham وتعكر ميكروبي .

**2) الطريقة الثانية :The second method**

**الاختبار التأكيدي: Confirmatif Test**

يتركز هذا الكشف على وسط Shubert المحتوية على الناقوس (Bell).

نضع (1ml) منمحتوىالأنابيب الموجبة ب (BCPL) في الاختبار للكشف عن كمية بكتريا القلون الكلية و نضيفها إلى أنابيب بيئة(Shubert) حيثعدد أنابيب بيئة (Shubert) نفس عدد (BCPL) الموجبة .

أخيرا نضع الأنابيب داخل الحاضنة في درجة حرارة ( 44 C°) لمدة تتراوح مابين 24-48 ساعة .

**التسجيل :Registration**

عند ملاحظة ظهور غاز في الناقوس (Bell) الموجود على أنبوب (Shubert) مع حدوث تعكر ميكروبي ، نتحقق من أنتاج الأندول بإضافة ستة قطرات من كاشف (Kovacs)، ولدى ظهور بقعة ذات لون أحمر تطفؤ على أعلى الأنبوب نستنتج أن الكشف إيجابي ، وبالاعتماد على جدول (MAC-Grady) نحصل على عدد بكتيريا القلون البرازية [101].

**3-19-4- الكشف عن العينات في الحالة الطازجة :**

نستخدم هذه الطريقة المباشرة والسهلة بالاعتماد على الرؤية المباشرة وتتمثل هذه الطريقة بأخذ قطرة من العينة المراد الاختبار فيها و وضعها على الشريحة الزجاجية للمجهر ذو تكبير( ×50 ). ثم نشاهد الخلايا العصوية وهي في حالة تموج.

**3-19-5- الكشف عن العينات البكترية النامية لدى:(Shubert)**

نأخذ العينة التي نريد الكشف عنها شريطة أن تكون أجابية ونسكبها على الشريحة ومن ثم نسكب عليها ملون(Gram).

**طريقة العمل :work up**

1. نغسل الشريحة الزجاجية جيدا بالماء المقطر.
2. نجفف الشريحة الزجاجية عن طريق التسخين المتوسط.
3. تخمر هذه الشريحة ضمن ( Violet de Gentiane ) ونتركها لفترة زمنية دقيقتان.
4. نضيف لها محلول ( Lugol ) لمدة دقيقة.
5. نتركة الشريحة لمدة 45 دقيقة بعد غسلها بالكحول .
6. نترك الشريحة مغطاة بالفيشين ( Fushine ) لفترة زمنية صغيرة دقيقتين.
7. نغسل الشريحة بالماء المقطر ونجففها .
8. نضع على الشريحة قطرة من زيت الغمس( Cedre Oil ).
9. نقوم بعملية فحص الشريحة بواسطة المجهر.

**النتيجة :The result**

نقوم بتسجيل النتيجة وفقا الى اللون المشاهد

1. لون وردي (قرنفلي) Pink ←------ Gram(-)
2. لون بنفسجي (+)Gram ←------ Violet

**3-19-6-طريقة الكشف وعد البكيريا السباحية الكلية والبرازية:**

يعتبر هذا النوع من البكتيريا من الأنواع التي ليس لها القدرة على أحداث الأمراض المتنقلة كما تعتبر من الشواهد على عملية التلوث البرازي وهي متواجدة في مياه المجاري والمخلفات الصلبة كما تتواجد في الأمعاء الغليظة للإنسان والثدييات عموما وأهم أنواعها البكتيريا السباحية البرازية.

### طريقة العمل :work up

نعتمد في هذه الطريقة على عمليتان.

### العملية الأولى:The First Operation

### الأختبار الوجودي : Test Presomptif

نستعمل نفس الطريقة التي استعملت في الكشف عن بكتيريا القولون الكلية ماعدا ان نستبدل بيئة (BCPL )ببيئة (Rothe).
تحضن أنابيب الاختبار في الحاضنة تحت درجة حرارة 37° لمدة 48 ساعة.

### النتيجة :The result

ظهور التعكر دلالة على احتمال وجود (Streptocoque) عند المقارنة مع جدول (Mac-Grady) نحصل على عدد البكتيريا السباحية الكلية للعينة.

### الأختبار التأكيدي: Confirmatif Test

نأخذ (2 ml) من الأنابيب الموجبة التي حضرت في بداية اختبار الكشف (Rothe) ونضيفها إلى أنابيب(Aiva Litsky) بنفس الكمية أنابيب (Rothe) مع ملاحظة الترقيم مع التخفيف.
تحضن أنابيب الاختبار في الحاضنة تحت درجة حرارة 37° لمدة 48 ساعة.

### النتيجة :The result

ظهوراللون المتعكر دلالة على احتمال وجود (Streptocoque Fecaux) عند المقارنة مع جدول(Mac-Grady )
نحصل على عدد البكتيريا السباحية البرازية الكلية للعينة.

# الفصل الرابع
# نتائج ومناقشة

# RESULTS AND DISCUSSION

**1- مياه الصرف الصحي الخام.**

قمنا بمتابعة نوعية مياه الصرف الصحي الخام(الحضرية) التي يتم تصريفها من مدينة الوادي خلال الفترة الزمنية الممتدة لأربعة مواسم لسنة 2013 و طريقة معالجتها وفق النمط المتعارف عليه باستعمال محطات المعالجةالتقليدية،[103] ،[104] ، .[105]وتحصلنا على النتائج التالية المدونة في الجدول (07).

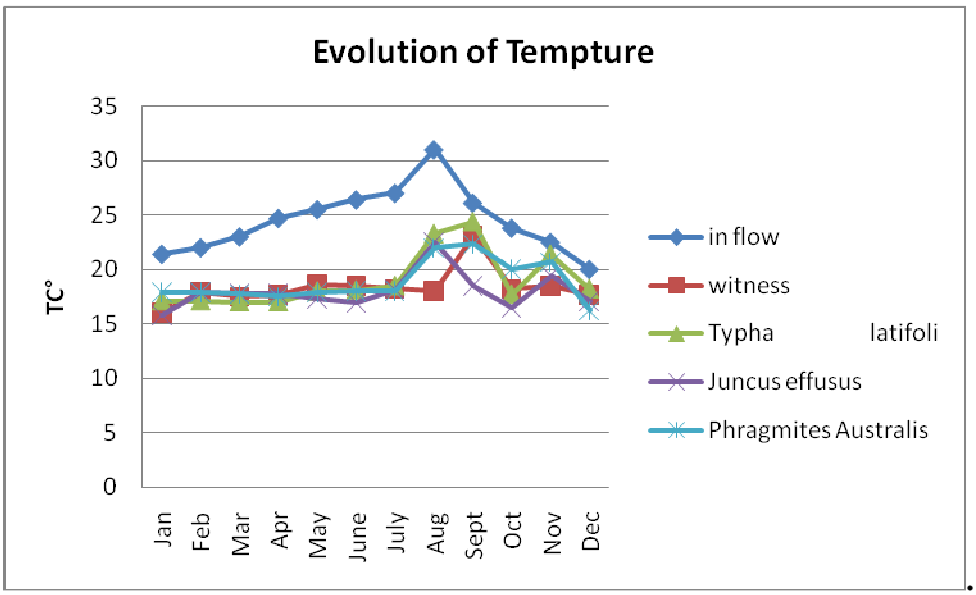
**الجدول (07) : الوسائط الفيزيوكيميائية للقيمة المتوسطة ودنيا ،وكذا القصوى للمياه الغير معالجة المستعملة في تغذية أللأحواض.**

| Parameters | N° of the samples | Max | Min | Moy |
|---|---|---|---|---|
| T(°C) | 48 | 31 | 20 | 24,45 |
| pH | 48 | 8 ,28 | 7,61 | 7,98 |
| EC | 48 | 5,73 | 5,12 | 6,05 |
| TSS | 48 | 280,9 | 250 | 267,41 |
| COD | 48 | 352 | 300 | 326,07 |
| $BOD_5$ | 48 | 190 | 120 | 166,66 |
| $DO_2$ | 48 | 0,20 | 1,6 | 0,676 |
| Tur | 48 | 356 | 231 | 281,25 |
| $NO_3^-$ | 48 | 51.6 | 26.5 | 32.98 |
| $NO_2^-$ | 48 | 0,45 | 0,01 | 0,115 |
| $NH_4^+$ | 48 | 67,0 | 55 | 60,85 |
| $PO_4^{3-}$ | 48 | 53,5 | 22 | 33,05 |
| E.Coli | 12 | $180\times10^3$ | $120\times10^3$ | $145\times10^3$ |
| Coliformes Fecaux | 12 | $190\times10^3$ | $463\times10^3$ | $330,5\times10^3$ |
| Streptocoque Totaux | 12 | $200\times10^3$ | $280\times10^3$ | $\times10^3$ 219,16 |
| Streptocoque Fecaux | 12 | $130\times10^3$ | $160\times10^3$ | $145\times10^3$ |

الدراسة بينت لنا من خلال الجدول (01) أن النتائج التي تم التوصل إليها تتطابق مع ما هو متعارف به بالنسبة لمياه الصرف الصحي الخام ( الحضري ) من حيث جملة المعايير الفيزيوكيميائية [106] ،[107] ،[108] ،[109]. وأنها تدخل في مجال المخصصة لمياه الصرف الصحي الحضري باستثناء قيمة $NH_4^+$ و ايونات النترات .

### 4-1-1- التغير في درجة الحرارة:Evolution of Temperature

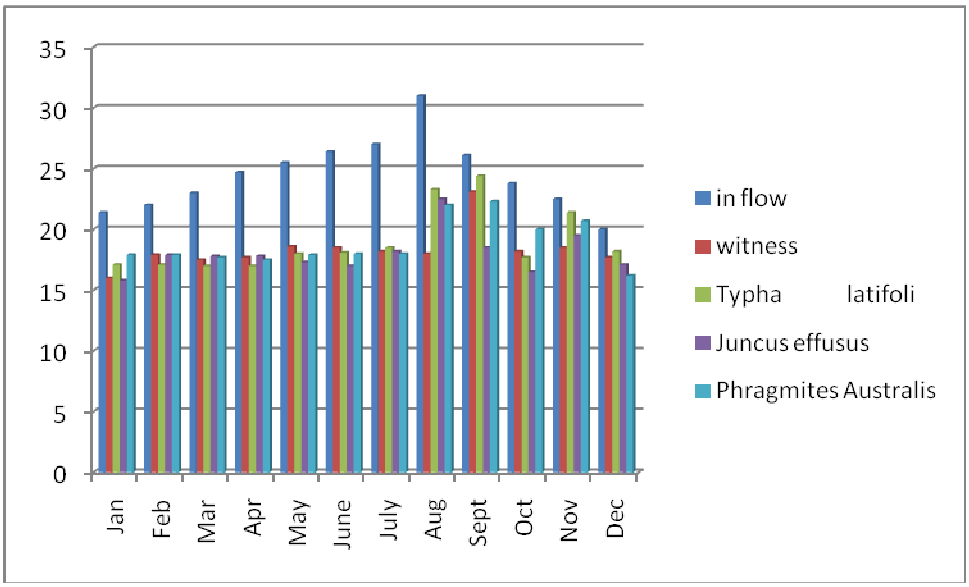
القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بمتوسط قيم درجة الحرارة مدونة في الشكل(13) :




**الشكل (13) : التغير الزمني لدرجة الحرارة T(C°) للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة**

أن القيم المتوسطية لدرجة الحرارة للمياه المغذية (الداخلة) تزيد في البداية من شهر جانفي إلى غاية شهر أوت ثم تبدأ في النقصان وذلك من خلال تغير درجة الحرارة الفصلية من بداية شهر جانفي إلى نهاية أوت حيث تغيرت من 21.4°C في الأسبوع الثالث من شهر جانفي إلى 31C° في الأسبوع الثاني من شهر أوت وهي في مجملها أكبر من المياه المعالجة (المياه الخارجة من الأحواض) .وكانت درجة الحرارة محصورة ما بين 19 C° و 31C°.وأما خروج الماء عند الحوض الخالي من النبات (الشاهد) تكاد تكون ثابتة في حدود 18C° .والجدير بالإشارة إلى أن درجة الحرارة لدى نبات *Typha* (*latifoli*) في حدود 17C° في الأسبوع الرابع من شهر جانفي إلى 24.4 C° في الأسبوع الأولمن شهر سبتمبر.وبالنسبة لنبات *Juncus effusus*كانت درجة الحرارة قد تغيرت لدى شهر جانفي 15.8 C° الى غاية شهر أفريل22.5C° وأخيرا بالنسبة لنبات *Phragmites australis* فلوحظت على النحو التالي من 17.9C° لدى شهر جانفي إلى غاية 22.5C° في الأسبوع الأخير لشهر أوت. ومن الناحية العملية يمكن اعتباران درجة الحرارة المتحصل عليها كمقياس عن تغير المناخ الفصلي لمدينة وادي سوف .

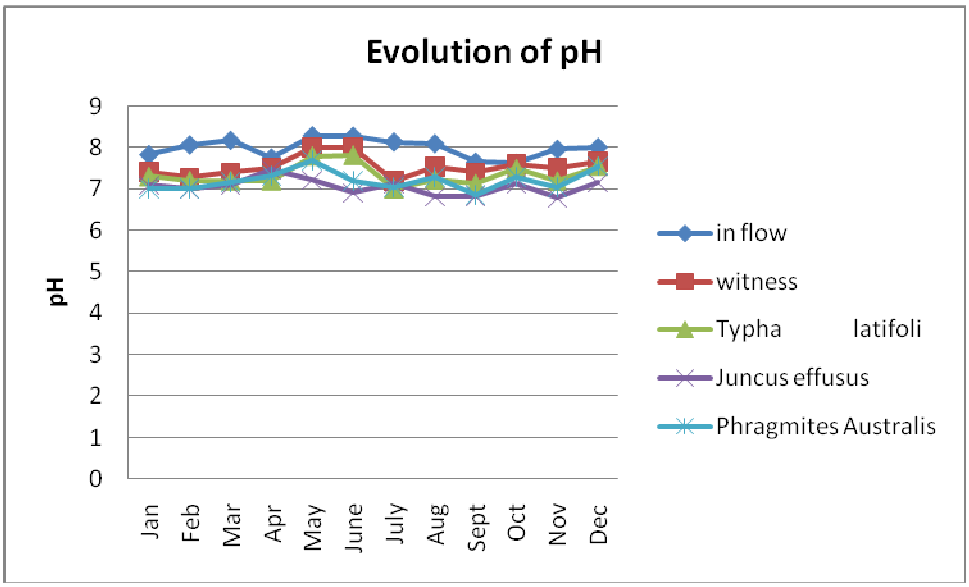
كما يلاحظ أن تفسير تغير متوسط درجة الحرارة تنخفض في الأحواض المزروعة مقارنة بالأحواض الغير مزروعة بنقص التفاعلات البيوكيميائية التي لها علاقة مباشرة بنقص الإحياء الدقيقة أي البكتريا.أما الأحواض المزروعة والغير مزروعة تكاد أن تكون واحدة وذلك مرده إلى نفس العمق للأحواض والمقدر بحوالي 65 سنتيمتر كما تجدر الإشارة إلى أن الفرق في درجة الحرارة لا يوثر على اختيار الإحياء المجهرية المسؤولة عن عملية التنقية [110].




**الشكل (13 -I ) : التغير الزمني لدرجة الحرارة (°T(C للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة**

### 2-1-4 - التغير في الأس الهيدروجينيpHEvolution of:

القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بالتغير في الأس الهيدروجيني pH مدونة في الشكل(14) وعند دراستنا إلى هذا الشكل توضح لنا.




**الشكل (14) : التغير الزمني للأس الهيدروجيني pH للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

أن القيم المتوسطية للتغير الأس الهيدروجيني pH لمياه الصرف الصحي الخام (المياه الغير معالجة)الداخلة إلى المحطة النموذجية المصممة سابقا أنها كانت محصورين بين 7,61و 8,28 وأما الحوض الخالي من النبات (الشاهد) فكانت قيم الأس الهيدروجيني تتراوح بين 7.20في الأسبوع الأخير من شهر جويلة إلى 8.00 كأعلى قيمة للأسبوع الثالث من شهر جوان وهذه النتيجة توحي أن هناك نقص في متوسط قيمة تغيرالأس الهيدروجيني pH مقارنة بالمياه الملوثة الداخلة إلى الأحواض المزروعة بالنباتات وذلك مرده إلى الحمل للمواد الملوثة(المواد العضوية).وعند رجوعنا إلى الأحواض المزروعة بالنباتات (*Juncus effususPhragmites australisTypha latifoli* ).

من خلال الشكل (2) نلاحظ بأن تغير في الأس الهيدروجينيpH كانت تتراوح مبين 6,79 كادني قيمة لدى نبات *Juncus effusus* واكبر قيمة 7,82 بالنسبة لنبات *Typha latifoli* وهذه النتيجة المستخلصة توحي بأن المياه الخارجة من الأحواض المزروعة بأنها أصبحت أكثر اعتدال أي أقل قاعدية من المياه الملوثة (الداخلة) إلى المحطة النموذجية.

وعند مقارنة فاعلية النباتات مع بعضها يصعب الخروج بنتيجة نهائية وذلك راجع إلى فترة المكوث الماء نفسها في الأحواض والتي تقدر بخمسة أيام. وتجدر الإشارة إلى أن انخفاض قيمة الأس الهيدروجيني بهذه القيم لا تؤثر على النمو الطبيعي للنباتات في الأحواض حيث يكون النمو عند ذروته [111]. [112].

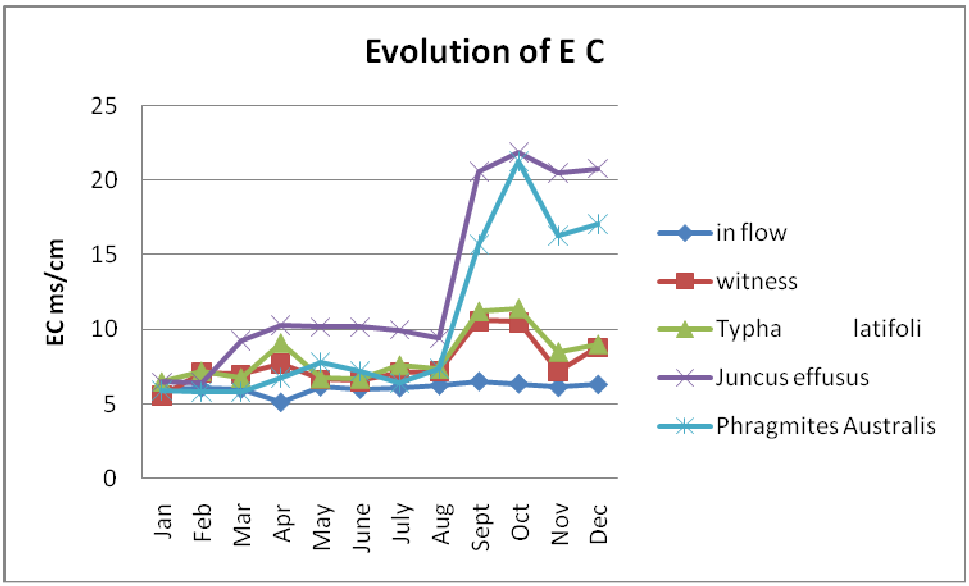
وهذه النتائج المتحصل عليها في مجملها تدل على إن الماء المعالج (المصفى) من قبل النباتات الثلاث (*Juncus effusus*، *Phragmites Australis*، *Typha latifoli* ) هو متعادل أو قليل القاعدية وهذا ما يجعل المحطة النموذجية التي احتوت على النباتات الثلاث قد تخلصت من بعض الملوثات المنزلية (المواد العضوية[114] [113] ، [115].

يمكن أن نفسر هذا ألانخفاض في قيمة الأس الهيدروجينيpH إلى أكسدة COD التي ينتج عنها $CO_2$ الذي بدوره يودي إلى أكسدة الوسط (الأحواض المزروعة) أما أكسدة النتريت تؤدي إلى نشؤ أيون النترات الذي بدوره يودي إلى الحموضة في الوسط [116] نتيجة زيادة الهيدروجين بفعل العمل البكتيري الذي تنتج عنه عملية النترجة Nitrification.

وهنالك عامل أخر يمكن أن يلعب دور مهم في عملية رفع درجة الحموضة للوسط ويتمثل في تكاثف غاز ثاني أكسيد الكربون $CO_2$نتيجة تحطم المواد العضوية (المواد الملوثة) من طرف البكتيريا المسؤلة عن ذلك بفعل العملية الميتابوليزية التي يقوم بها النبات [117]،[118] . كما يعتبر تغير الأس الهيدروجيني pH لمياه الصرف الصحي كإحدى المتغيرات المؤشرة على التلوث العام لهذه المياه .

### 4-1-3- التغير في التوصيل الكهربائي(ms/cm)Evolution of Electronic Conductivity:

القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بالتغير في في التوصيل الكهربائي Electronic Conductivity (ms/cm) مدونة في الشكل(15) وعند دراستنا إلى هذا الشكل توضح لنا.




**الشكل (15): التغير الزمنيلتوصيل الكهربائي (EC)للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

للتغير في التوصيل الكهربائي (Electrical Conductivity)مقياس حقيقي على تشبع المياه بالأملاح المعدنية الذائبة وهذه النتائج المتحصل عليها في الجدول(3) توحي أن القيم كانت مرتفعة قبل الدخول وهي تمثل مياه الصرف الصحي المنزلي الخام (المياه الغير معالجة) وانحصرت ما بين 4.96 ms/cm إلى غاية 5.13 ms/cm وإما الحوض الخاليمن النبات(الشاهد) فكانت تتراوح مابين 6.56 ms/cm إلى غاية 7.72 ms/cm وهي تظهر زيادة طفيفة مقارنة بالمياه الغير معالجة (الملوثة).

بالرجوع إلى الأحواض المزروعة بالنباتات (*Typha latifoliJuncus effususPhragmites australis*)فتمثلت نتائجها كتالي.

بالنسبة لنبات *Typha latifoli* فكانت قيم التوصيل الكهربائي مرتفعة نسبيا بالمقارنة مع مياه الدخول فكان مجال التغير محصور مابين 5 .61 ms/cm إلى غاية 9.09 ms/cm أما نتائج نبات،

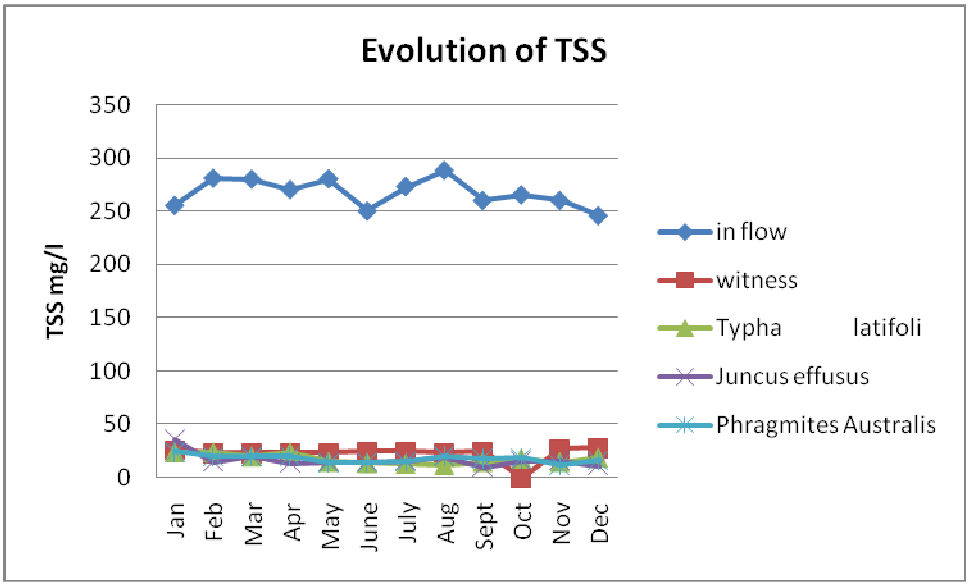
*Juncus effusus* فكانت متباينة بين 6 .50 ms/cm إلى غاية 10.30 ms/cm أما نتائج النقالية الكهربائية لدى الخروج لنبات*Phragmites Australis* فتغيرت من 5 .42 ms/cm إلى غاية 7.37 ms/cm.

خلال هذه الدراسة يمكن القول أن المياه الخارجة من الأحواض النباتية ( الشاهد *Typha latifoliJuncus effususPhragmites Australis*) كانت مياه حاملة أملاح معدنية مما يجعلها ذات صبغة الكترولايتية نتيجة وجود النباتات على هيئة حزم نتيجة لتعرق وتبخر هذه الأخيرة يتسبب في تغير الوسط بتحول جزء من المواد العضوية الملوثة

إلى مواد معدنية[119] .كما بينت النتائج أن فصل الخريف هو (سبتمبر أكتوبر نوفمبر) امتداد إلى شهر ديسمبر تكون فيه قيمة التغير في التوصيل الكهربائي (Electrical conductivity) أكبر ما يمكن.كما وضحت النتائج المتحصل عليها أن نبات (*Phragmites Australis*) هو الذي يملك اكبر معدل في التوصيل الكهربائي (Electrical conductivity) ويعود السبب في ذلك إلى امتلاك هذا الخير جذور طويلة ممتدة على مستوى مواد التعبئة (المصفاة الطبيعية) تعمل على تركيز الوسط [120] ، [121] .

## 4-1- 4- التغير في المواد العالقة الصلبة Evolution of Total Solid Materials

**Suspende:** القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بالتغير في المواد العالقة الصلبة Total Solid Materials Suspende (mg/l) مدونة في الشكل(16):




**الشكل (16) : التغير الزمني للمواد العالقة الصلبة TSS للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

إن المواد العالقة الصلبة مهمة جدا باعتبارها إحدى المتغيرات التي يمكن أن تلاحظ بسرعة لصفات العامة للمياه ويعطينا الشكل (16) المتغيرات التالية. فعند الملاحظة الأولى فكانت كمية المواد العالقة الصلبة TSS أثناء الدخول تتراوح بين 200mg/l إلى 425 mg/l وهذا يدل على أن هذه المياه مياه الصرف الصحي الخام محمل بكمية من المواد العالقة الصلبة وأثناء العمل التجريبي لاحظ أن كمية المواد العالقة الصلبة أثناء الخروج من الحوض الغير مزروع (الشاهد) قد تغيرت بالنقصان وأصبحت تتراوح مابين 10mg/l إلى 23 mg/l بمردود 95 % .

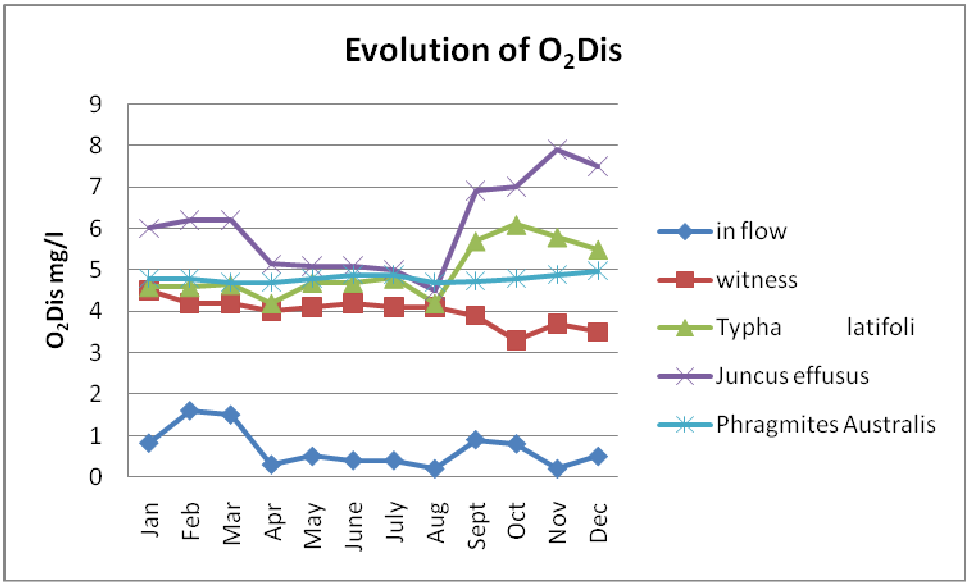
أما بالنسبة للأحواض النباتية الثلاث فكانت النتائج جيدة جدا بالنسبة ل *Typha latifoli* فكانت نسبة المردود 97.17 % وأما حوض *Juncus effusus* فكانت 95.73 % وأما الحوض الأخير لل *Phragmites Australis*% 93.05 وهذه النتائج الجيدة المتحصل عليها تدل على أن استعمال هذا النوع من النباتات في تنقية مياه الصرف الصحي الخام يمكن أن تطبق على مستوى تصميم محطات التنقية بواسطة النباتات ضمن احترام مقاييس الطبقات المستعملة.

والنتيجة المتوصل إليها إن تناقص تركيز المواد العالقة الصلبة TSS في مختلف المياه المعالجة الأحواض المزروعة والغير مزروعة (الشاهد) سببه الأساسي راجع إلى المعالجة الفيزيائية التي تمثلها وجود مواد التعبئة المتمثلة في الحصى والرمل اللذان يمثلان المصفاة الطبيعية في عملية الترشيح [122]. بحيث تعمل على تعليق المواد الخشنة ومن ثم تحجز المواد الدقيقة عبر المسامات.كما استنتج العالم (MOLLEP.2003[123]). إن المياه المعالجة بالأحواض الغير مزروعة

تكون اقل تعكرا من الأحواض المزروعة بالنبتات وسبب في ذلك يعود إلى وجود النبتات ونوعيتها التي تعمل جذورها على فتح فجوات داخل المصفاة الطبيعية (حصى –رمل) على ضوئها تسلك المواد المجهرية إلى المياه المعالجة.

### 4-1-5- التغيرفي الأكسيجين المنحل(mg/l)Evolution of Dissolved Oxygen:

القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بالتغير في الأكسيجين المنحل Dissolved Oxygen(mg/l) مدونة في الشكل(17) :




**الشكل (17) : التغير الزمني للأكسجين المنحل $O_2$ dis للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

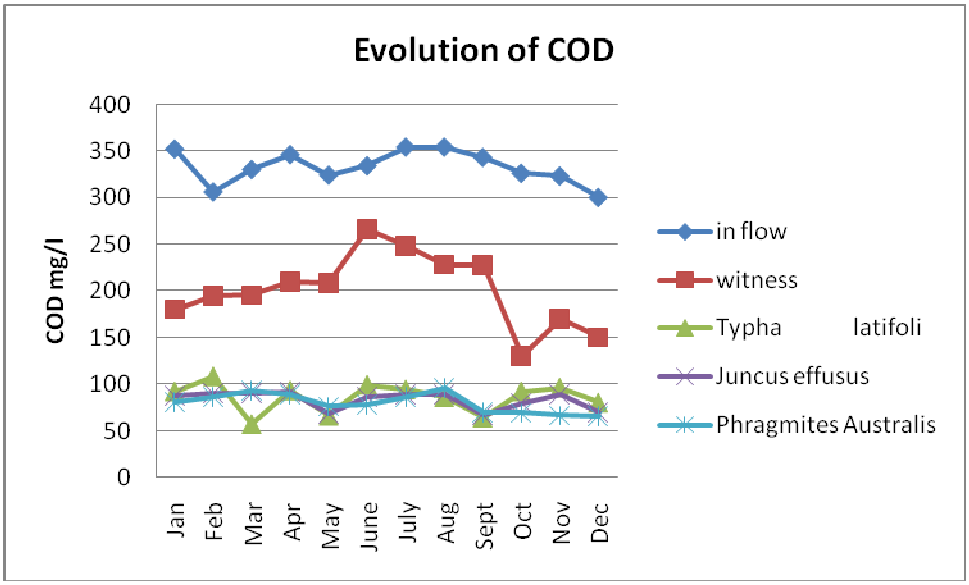
إن القيم المتوسطة للأكسجين المنحل في الماء($O_2$ dis mg/l)عند الدخول تنحصر ما بين ( 0.20 mg/l - 1.60 ) وأما عند الخروج فتنحصر بين (4.50 mg/l - 6.20) هذا التغير الحادث يدل على إن المياه المعالجة من طرف محطة النباتات (witness*Typha latifoliJuncus effususPhragmites australis*) إن هناك كمية من المواد العضوية قد تمت إزالتها بفعل الظروف البيولوجية التي وفرتها النباتات . وهذا يعود إلى العمل الكبير الذي تقوم به البكتيريا باستهلاك كمية من الأكسيجين للأستعماله في العملية الكيميائية المعروفة بالأكسدة. في عملها وارتفاع قيمة العكارة في المياه الملوثة يودي إلى إعاقة نفاذية الأكسيجين الخارجي داخل مياه الصرف الصحي المياه الغير معالجة.

كما تمت ملاحظة وجود اختلاف في متوسط القيم مابين الأحواض المزروعة و الأحواض الغير مزروعة(الشاهد) من حيث النقصان ويعود السبب في ذلك إلى وجود النباتات التي تعمل على نقل الأكسجين من الغلاف الجوي إلى مكونات النباتات [124]،[125] . وبينت الدراسة أيضا أن كمية الأكسجين تكون مرتفعة في فصلي الخريف والشتاء وتقل في فصلي الربيع والصيف وهذا الاختلاف مرده ميتابوليزم النباتات والنشاط البكتيري وكذلك انتقال الأكسيجين من الغلاف الجوي[126] .

أما ازدياد كميته في الماء المعالج دلالة على إزالة الملوثات العضوية ، وهذه القيم المتحصل عليها تدخل ضمن المجال المسموح به ضمن المقاييس الوطنية (5 mg/l>).

### 4-1-6- التغير في الطلب على الأكسجين الكيميائي: Evolution of Chemical Oxygen DemandCOD (mg/l)

القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بمتوسط قيم التغير في الطلب على الأكسيجين الكيميائي Chemical OxygenDemand COD (mg/l)مدونة في الشكل(18) :




**الشكل (18) : التغير الزمني لطلب على ألأكسجين COD للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

أن التطور الزمني لCOD يتغير في المياه الداخلة (الغير معالجة) بين أعلى قيمة 354 mg/l لشهر جويلة واصغر قيمة 300mg/l لدى شهر ديسمبر وهذه القيم كانت أعلى بكثير لدى مقارنتها بقيم التي سجلت في نفس الفترة للأحواض المزروعة بالنباتات ( *Typha latifolia*، *Juncus effusus* ، *Phragmites australis*) وتمثلت في القيم التالية( 94 - 80 ،89-70، 86-65.3) لشهر جويلة وديسمبر على الترتيب. وهذا ما يوحي أن هناك إزالة معتبرة للمواد الملوثة تمثلت في نسبة متوسطية من المرودية كانت كتالي.% 73.8 لنباتات*Typha latifolia*و% 74.97 لنبات *Juncus effusus*و76.08% لنباتات*Phragmites Australis*

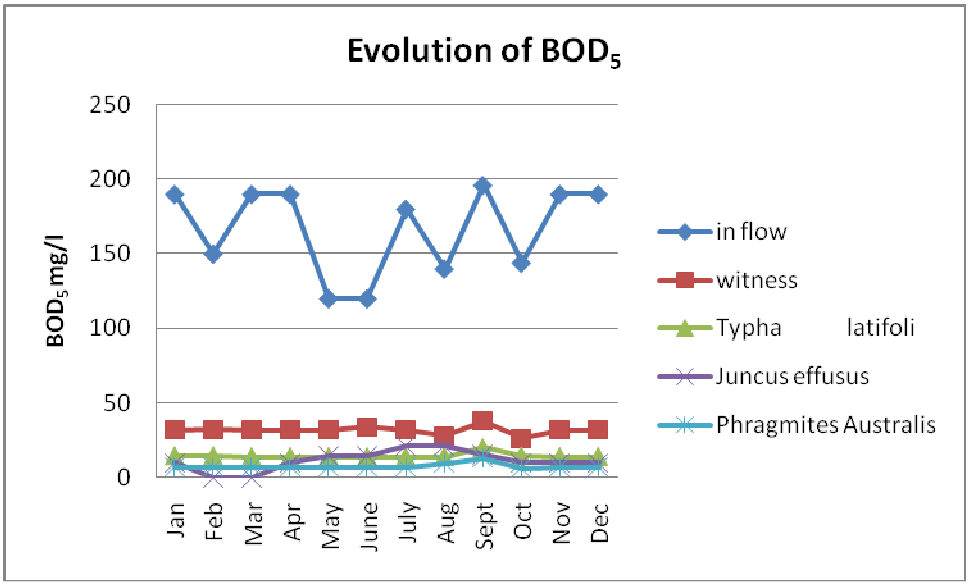
أما معدل قيمة محتوى الطلب على الأكسجين الكيميائي COD لدى الحوض الغير مزروع (witness) فكانت mg/l 200.62 بمردود 39.69%.

بالرجوع إلى القيم المتحصل عليها تظهر النتائج المبينة أن هناك فرق واضح بين الحوض الغير مزروع(witness) والمياه الداخلة إلى المحطة ( المياه الغير معالجة) نتيجة عملية امتصاص فيزيائي للمواد العضوية في المياه الملوثة لدى الوسط الذي يمثل المصفاة المكونة من طبقات متعددة من الحصى والرمل.كما أن ليس هناك تباين بين الأحواض المزروعة فيما بينها. وهناك عندما ننتقل إلى الأحواض المزروعة بالنباتات (*Typha latifoli*،*Juncus effusus*، *Phragmites Australis*) مقارنة بالحوض الغير مزروع (witness)أو مياه التغذية سببه وجود النباتات التي تؤمن الأكسجين للوسط المصفى عن طريق الأوراق إلى السيقان ثم الجذور عن طريق الحيوانات الدقيقة و المجهرية (البكتيريا) التي تعمل زيادة نمو الكتلة الحيوية البكتيرية في الوسط العضوي[131].وعند مقارنة متوسط محتوى الطلب على الأكسجين الكيميائي COD للنباتات فيما بينهما نجد أن نبات (*Phragmites Australis* ) تعطي مردود أحسن من بقية النباتات وهذا راجع

إلى كمية الكتلة البكترية الأكبر الذي يوفرها عن طريق الجذور ومن ثم الجذموربحكم المساحة المغطاة من طرف الجذور[132] [133].

### 4-1-7- التغير في الطلب على الأكسجين البيوكيميائي: Evolution of Biochemical Oxygen Demand $BOD_5$ (mg/l)

القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بالتغير في الطلب على الأكسجين البيوكيميائي Biochemical Oxygen DemandBOD$_5$ (mg/l) مدونة في الشكل(19):




**الشكل (19) : التغير الزمنيللطلب على الأكسجين البيوكيميائي $BOD_5$للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

نلاحظ أن القيم المتوسطية للطلب على لأكسجين البيوكيميائي $BOD_5$ (mg/l) لمياه الصرف الصحي الخام الداخلة إلى محطة وادي سوف كانت تتراوح بين mg/l( 120-196) هذه القيم تدل على أن المياه الداخلة محملة بنسبة كبيرة من المواد العضوية يجب التخلص منها كما دلت النتائج المستخلصة أن هذه المياه تدخل ضمن المقاييس الوطنية والدولية لتصيف مياه الصرف الصحي المنزلي بأنها شديدة التلوث طبقا لمعايير حماية البيئة الوطنية والدولية [134] .

أما بالرجوع إلى الشكل (11) الذي يمثل متوسط القيم لطلب على الأكسجين البيوكيميائي $BOD_5$لمياه الخاصة بالخروج من الحوض الغير مزروع فكانت بين 26.10 mg/l إلى 34.02mg/lوهذا النقص الواضح في متوسط القيم لطلب على الأكسجين البيوكيميائي $BOD_5$مقارنة بالمياه المغذية (المياه الغير معالجة) تدل على أن هناك كمية معتبرة من الملوثات العضوية قد تمت ازالتها بوجود الحوض الغير مزروع (الشاهد) وتمثلت نسبة الإزالة بمردود قدر 84.3%

أما الأحواض المزروعة بالنباتات (*Phragmites Australis*،*Juncus effusus*،*Typha latifoli*) فكانت القيم المتوسطية المسجلة كتالي (14.78 mg/l-12.93 mg/l 7.75 ) بمردود إزالة على الترتيب ( 91.3%--95.3%-92.2) يعبر عليه إن مياه الصرف الصحي قد تمت تنقيتها وإزالة كمية التلوث التي كانت تحملها وسببه راجع إلى وجود النبتات المائية المغروسة التي تتميز بامتصاص الأكسجين من الغلاف الجوي ودفعه إلى الجذور ومن ثم إلى الجذامير هذا الأخير يقوم بتنشيط البكتيريا المحيطة بالمنطقة لتعمل على تحطيم المواد العضوية عن طريق العملية المشهورة بالأكسدة التي تعبر عن إزالة التلوث العضوي الخاص لمياه الصرف الصحي المنزلي[135] . بالرجوع إلى

حساب مردود الإزالة فنجده يقدر بنسبة 92.93% وهذه النتيجة تؤكد صحة التصميم للمحطة النموذجية المقترحة سوى تمثل الأمر في طريقة الري أو نوع النبتات المزروعة وكذا كثافة النبتات المغروسة .

والخلاصة من هذه المعطيات توحي لنا إن التنقية بواسطة النباتات ( *Typha latifoliJuncus effususPhragmites Australis*) ذات نتيجة عملية لاختزال $BOD_5$ مما يعزز أن هناك تفاعلات لا هوائية تقوم بها البكتريا في إزالة التلوث العضوي بصورة عملية من خلال النباتات (*Typha latifoliJuncus effususPhragmites Australis*).

ويعتبر هذا المؤشر من أكثر مؤشرات التلوث العضوي الرغوي والذائب مما يشكل عبئا على وحدات المعالجة وخاصة المعالجة البيولوجية. الحدود المسموح بها لمياه الصرف الصحي غير المعالجة تتراوح بينmg/l( 200 - 400)طبقا الى القرار الوزاري مشترك ممضي في 02 يناير 2012 يحدد خصائص المياه القذرة التي تصرف .

أعلى تركيز مسموح به عالميا لمحتوى الأكسجين البيوكيميائي لمياه الصرف الصحي المعالجة والمراد إعادة استخدامها لأغراض الري هو 30 mg/l طبقا لمعايير الوطنية (2012) .كما تشير النتائج إلى أن نوعية مياه الصرف الصحي المعالجة بهذه الطريقة مطابقة للمواصفات العالمية مما يدل على نقص كمية المواد العضوية القابلة للتحلل البكتيري[135]، [136].

### 4-1-8- التغيرفي االنسبة$BOD_5/COD$

كما هو مبين في الجدولين(08-09) قمنا بحساب النسبة بين $BOD_5/COD$ وذلك لتعرف على مدى قابلية هذه المياه للمعالجة البيوكيميائية .

**الجدول(08): يظهر النسبة بين قيم المتوسطة لطلب على الأكسجين البيوكيميائي و قيم المتوسطة لطلب على الأكسجين الكيميائي المستهلك لدى المياه الغير معالجة.**

| | inflow | | |
|---|---|---|---|
| | COD | $BOD_5$ | $BOD_5/COD$ |
| Jan | 325 | 190 | 0.584 |
| Feb | 306 | 150 | 0.490 |
| Mar | 330 | 190 | 0.575 |
| Apr | 346 | 190 | 0.490 |
| May | 324 | 120 | 0.370 |
| Jun | 334 | 120 | 0.359 |
| Jul | 354 | 180 | 0.508 |
| Aug | 354 | 140 | 0.395 |
| Sep | 343 | 196 | 0.571 |
| Oct | 326 | 144 | 0.441 |
| Nov | 323 | 190 | 0.588 |
| Dec | 300 | 190 | 0.633 |

بشكل عام فان قيم المتوسطة لطلب على الأكسجين الكيميائي المستهلك لمياه الصرف أعلى من قيم المتوسطة لطلب على الأكسجين البيوكيميائي لان المركبات يمكن إن تتأكسد كيميائيا والبعض فقط يمكن إن يتأكسد بيولوجيا.وفي الغالب فان قيم المتوسطة لطلب على الأكسجين الكيميائي إلى الأكسجين البيوكيميائي 2 : 5, 1 في مياه الصرف الصحي التي تحتوي على مواد تتحلل بيولوجيا مثل الأغذية.إما مياه الصرف الصحي ذات النسب $COD/BOD_5$ اعلي من 3، فانه يمكن اعتبار إن المواد المؤكسدة الموجودة في العينة ليست بيولوجية التحلل. وغالبا ما يطلق على المواد غير المتحللة بيولوجيا مواد حرارية حيث توجد بصفة دائمة في مياه الصرف الصحي الناتجة من الصناعات مثل الورق والكيماويات البسيطة. الحدود المسموح بها لمياه الصرف الصحي غير المعالجة لطلب على الأكسجين البيوكيميائي$BOD_5$هي(200 mg/l -400 mg/l) في المياه الملوثة طبقا لمعايير وزارة البيئة الوطنية (2012).

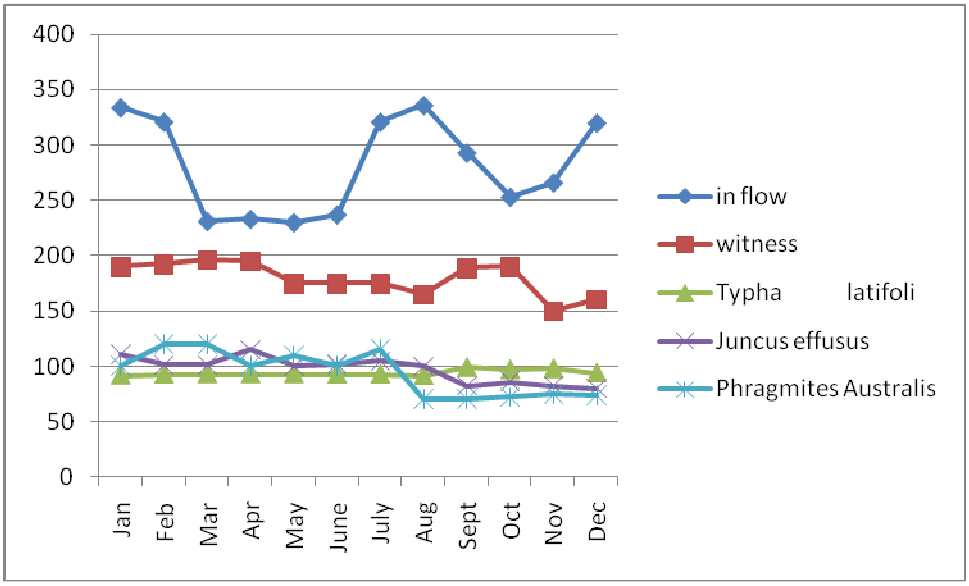
أعلى تركيز مسموح به وطنيا لمحتوى الأكسجين الكيميائي COD لمياه الصرف الصحي الغيرالمعالجة(300 mg/l-750mg/l). أما المراد إعادة استخدامها لأغراض الري الزراعي هو 30 mg/l طبقا للقرار الوزاري المشترك الممضي في 02 يناير 2012 للحكومة الجزائرية.

**الجدول(09) يظهر النسبة بين قيم المتوسطة لطلب على الأكسجين البيوكيميائي و قيم المتوسطة لطلب على الأكسجين الكيميائي المستهلك لدى الأحواضالغيرمزروعة (الشاهد) و الأحواضالمزروعة.**

| | Phragmtis Australis | | | Juncus effuss | | | Typha latifolia | | | Witnes | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | COD | BOD | $BOD_5/COD$ | COD | BOD | BOD/COD | COD | BOD | $BOD_5/COD$ | COD | BOD | BOD/COD | |
| Jan | 180 | 32. | 0,177 | 92 | 14,7 | 0,16 | 88 | 9,80 | 0,11 | 80,5 | 7,10 | 0,09 | |
| Feb | 195 | 32.1 | 0,16 | 108 | 14,71 | 0,14 | 90 | 9,80 | 0,11 | 86 | 7,14 | 0,08 | |
| Mar | 195, | 31.9 | 0,16 | 75 | 14,1 | 0,19 | 90 | 9,8 | 0,11 | 93 | 7,13 | 0,08 | |
| Apr | 210 | 32,0 | 0,15 | 93 | 14,2 | 0,15 | 92 | 9,8 | 0,11 | 89 | 7,1 | 0,08 | |
| May | 208 | 32.0 | 0,15 | 66 | 14,2 | 0,21 | 69 | 14,5 | 0,21 | 76,0 | 7,1 | 0,09 | |
| Jun | 266 | 34.0 | 0,12 | 99 | 14 | 0,14 | 86 | 14,5 | 0,17 | 78 | 7,1 | 0,09 | |
| Jul | 248 | 32.0 | 0,13 | 94 | 14 | 0,15 | 89 | 21,3 | 0,24 | 86 | 9,8 | 0,11 | |
| Aug | 228 | 27,9 | 0,12 | 86 | 14,2 | 0,16 | 89 | 21,3 | 0,24 | 96 | 13,1 | 0,14 | |
| Sep | 227 | 38.0 | 0,16 | 64 | 20,2 | 0,31 | 67 | 15,0 | 0,22 | 70 | 6,14 | 0,09 | |
| Oct | 130 | 26,1 | 0,20 | 92 | 14,7 | 0,16 | 80 | 9,80 | 0,12 | 69 | 7,14 | 0,10 | |
| Nov | 170 | 32.0 | 0,18 | 96 | 14,2 | 0,15 | 89 | 9,80 | 0,11 | 66 | 7,13 | 0,11 | |
| Dec | 150 | 32,0 | 0,21 | 80, | 14,2 | 0,17 | 70 | 9,80 | 0,14 | 65,3 | 7,12 | 0,11 | |

### 4-1-9- التغير في العكارة Evolution of Turbidity(NTU) :

القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بالتغير في العكارة ( Turbidity(NTU مدونة في الشكل(20):

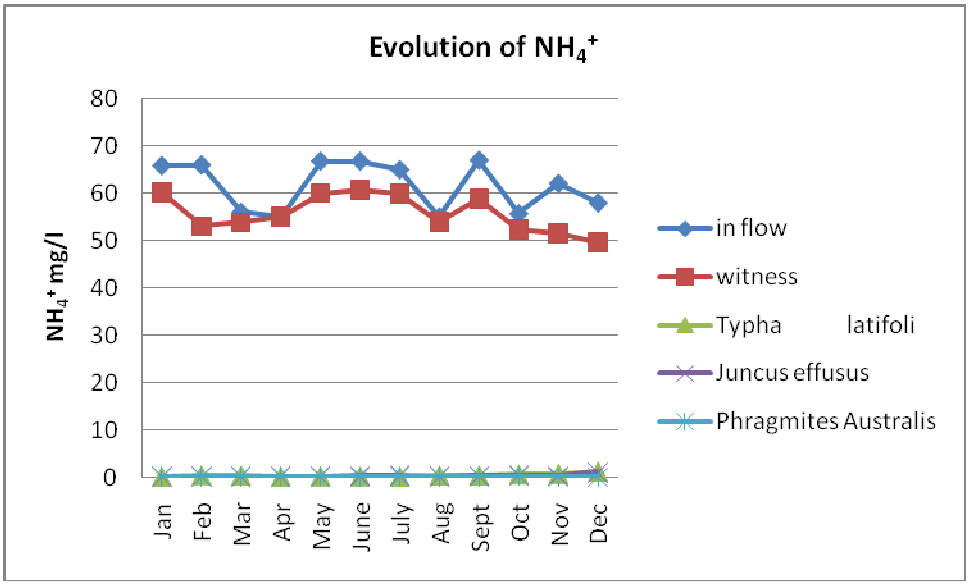



**الشكل (20) : التغير الزمنيللعكارة Turb للشاهد و المدخل و المخرج لكل من الأحواض المزروعة.**

حيث سجلنا ان متوسط التغير في قيم العكارة لمياه الصرف الصحي الخام (الغير معالجة) التي دخلت إلى محطة تنقية مياه الصرف (الأحواض المزروعة) تراوحت بين 231 NTU و336 NTU لدى شهري مارس وأوت على الترتيب وهذه القيم تدل على أن مياه الصرف الصحي الخام ملوثة بصفة معتبرة . بكمية كبيرة من الملوثات العضوية وغير العضوية . أما النتائج المتحصل عليها من خلال الشكل (20) فكانت نوع ما مختلفة ومتباينة فكانت جيدة لدى حوض نبات *Phragmites Australis* بقيمة وصلت إلى 70 NTU وبحدود 41.20 NTU لدى حوض نبات *Juncus effusus* و اما حوض نبات *Typha latifoli* في حدود 100 NTU وربما نقول أن سبب هذا التباين يرجع إلى كمية التربة النافذة من خلال استعماله كتربة لنمو الحزم النباتية ومنع عملية الجفاف خاصة في فصل الحرارة مابين شهر جوان وأكتوبر عند بلوغها قيم قياسية وكذلك إلى نوعية الجذور الخاصة لكل نوع من النباتات.و عدم استعمالها لدى حوض الشاهد[137] (witness)، فكانت تكاد أن تكون ثابتة وتراوحت ما بين 91.27NTU و 93.20NTU.

## 4-1-10- التغير في أيون الأمونيوم $NH_4^+$: Evolution of Ammonium Ions $NH_4^+$

القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بالتغير في أيون الأمونيوم Ammonium Ions $NH_4^+$ مدونة في الشكل(21).




**الشكل (21) : التغير الزمني لأيون ألأمنيوم $NH_4^+$ للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

إن متوسط القيم المسجلة في الشكل رقم (21) لشوارد $NH_4^+$كانت مرتفعة بالنسبة لمياه الصرف الصحي الخام الداخلة إلى ألأحواض المزروعة بنباتات (*Phragmites australis*،*Juncus effusus*،*Typha latifoli*) فكانت تتراوح مابين 55.1 mg/l و 67.0 mg/l لدى شهري افريل و سبتمبر على التوالي مما يجعلنا نجزم أن مياه الصرف الصحي الخام ملوثة بملوثات ازوتية (Azotic) كما هو موضح في المعادلة (1) .

مواد صلبة + مركبات كربونية تشتمل على الأزوت ازوتية $\longrightarrow CO_{2(g)} + NH_4^+{}_{(aq)}$ (1)

بالجوع إلى نفس الشكل (13) فان قيم الازوت الامونياكي لكل الأحواض النباتية ( *Typha latifoli*، *Juncus effusus*و*Phragmites australis*) ضعيفة وهذا يعني أن كمية الازوت الامونياكي الكلية قد تحولت عن طريق تفاعل Nitrification إلى $NO_2^-$و $NO_3^-$ بفعل العمل البكتيري للنباتات كما في المعادلة (2) و(3).

بكتيريا $2\ NH_4^+ + 3\ O_2 \longrightarrow 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O$ (2)

بكتيريا $2\ NO_2^- + O_2 \longrightarrow 2NO_3^-$ (3)

خلال هذه الدراسة كانت قيم $NO_2^-$ منخفضة جدا لمياه الصرف الصحي الخام الداخلة إلى المحطةوتراوحت مابين 0.352mg/l و 0.29lmg/ .

ممايدل على هذه النتائج توحي أن مياه الصرف الصحي الخام الداخلة لا تحتوي على الأكسجين الذي يلعب دورا مهما وفقا للمعادلة (4)في عمليات التفاعل مع $NH_4^+$ .

$$2\,NH_4^+ + 3\,O_2 \xrightarrow{\text{بكتيريا bacteria}} 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O \quad (4)$$

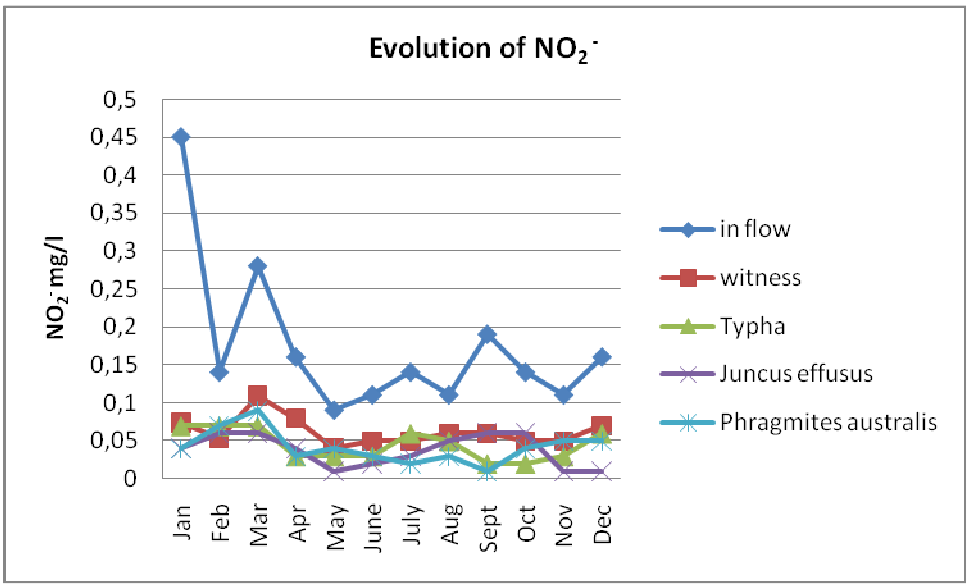
$$2\,NH_4^+ + 3\,O_2 \xrightarrow{\text{بكتيريا Nitrosomonas}} 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O \quad \text{bacteriaNitrosomonas (5)}$$

$$2\,NO_2^- + O_2 \xrightarrow{\text{بكتيريا bacteriaNitrobacter}} 2NO_3^- \quad (6)$$

بالرجوع إلى متوسط قيم لدى الأحواض المزروعة نجد أن ليس هناك فرق متباين في إزالة شوارد الأمونيوم بالنسبة إلى نوعية النباتات (*Phragmites australis*،*Juncus effusus*،*Typha latifoli*).أما بالنسبة للحوض الغير مزروع (الشاهد) فكانت قيم الازوت الامونياكي مقاربة إلى قيم المياه الغير معالجة (المستعملة في التغذية )وتمثلت كأقصى قيمة.65.2mg/l شهر جانفي وأدنى قيمة ب 59.6 mg/l في شهر ديسمبر وهذه القيم لا تبعد كثيرا عن القيم المسجلة لدى قيم المياه لمستعملة في التغذية للأحواض المزروعة .وهذه النتيجة توحي أن النبتات (*Typha latifoli*، *Juncus effusus*،*Phragmites australis*) المستعملة في تصميم المحطة قد عملت على إزالة الملوثات العضوية وفقا إلى تفاعلات العضوية بفعل الدور البارز إلى مجموعة كبير من أنواع البكتيريا الهوائية والغير هوائية Aerobic and anaerobic.[138] [139].

### 4-1- 11-التغير في أيون النتريت $NO_2^-$: Evolution of Nitrite ions $NO_2^-$

القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بالتغير في أيون النتريت $NO_2^-$ Nitrite Ions مدونة في الشكل(22).




**الشكل (22) : التغير الزمني لأيون $NO_2^-$للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

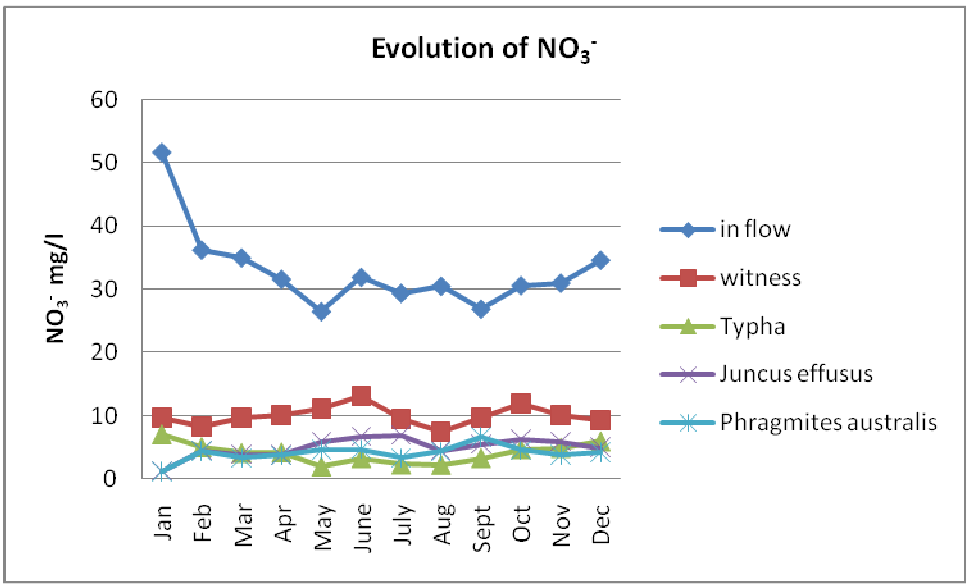
نلاحظ أن قيمة تركيز ايونات النتريت $NO_2^-$التي تتواجد في المياه الملوثة (الغير معالجة ) اكبر منه بالنسبة إلى ايونات المياه المعالجة (الأحواض المزروعة) وكذا الشاهد، وكانت اكبر قيمة سجلت0.56 mg/lلدى شهرجانفي أما أقل قيمة فكانت 0.10mg/l لدى شهر أوت ،أما لدى الحوض الغير مزروع (witness) فسجلت أكبر قيمة 0.8mg/l عند شهر فيفري وأدنى قيمة كانت 0.2mg/lعند شهر مارس.مسجلة بذلك متوسط إزالة يقدر ب 66.15% .

أما بالنسبة الى الأحواض المزروعة بالنباتات (*Phragmites australis* ، *Juncus effusus*،*Typha latifoli*) فكانت القيم المتوسطة للإزالة محصورة مابين (0.07 mg/l - 0.02mg/l) بالنسبة لنبات *Typha latifoli*،ومابين (0.06 mg/l-0.01mg/l) بالنسبة لنبات *Juncus effusus* ، ومابين (0.070 mg/l -0.01mg/l) بالنسبة لنبات *Phragmites australis* لتعطي مردود 87.57% و77.02% و89.13% على الترتيب. وهي أقل من المياه الغير معالجة (الملوثة) من حيث حملها للأيون النتريت.وعند مقارنة هذه النتائج الأخيرة مع قيم المتحصل عليها من الأحواض الغير المزروعة بالنباتات(*Typha latifoliJuncus effususPhragmites australis*) نجد أن أيون $NO_2^-$في الأحواض المزروعة اكبر من الأحواض الغير مزروعة (الشاهد) . هذا الفرق يرجع إلى عامل وجود النباتات المائية التي تمتلك خاصية امتصاص الأكسيجين من الغلاف الجوي في العملية العكسية لتمثيل الضوئي [140] ،.[141]هذا الأخير الذي يقوم بتنشيط الحيوانات المجهرية والبكتيريا لتحويل ايون النتريت $NO_2^-$ إلى أيون النترات $NO_3^-$ضمن العملية المعروفة باسم النترجةNitrification كما هو موضح في المعادلة رقم (7)(62).

ايون النيتريت ايون غير ثابت ويزداد نشاطه الكيميائي الذي يعطي له السمية المميزة. من ازدياد ايون النترات الذي يتحول إلى نيتريت.وايون النيتريت يتفاعل مع الأمينات الموجودة في أجسام الكائنات الحية .

### 4-1-12- التغير في أيون $NO_3^-$ Evolution of Nitrates ions $NO_3^-$:

القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بالتغير في أيون $NO_3^-$ Nitrates ions $NO_3$ مدونة في الشكل(23).




**الشكل (23) : التغير الزمني لأيون النترات $NO_3^-$ للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

نلاحظ أنه أثناء دخول مياه الصرف الصحي الخام (الغير معالجة) إلى المحطة النموذجية التي تم تصممها كانت تتراوح مابين 51.6 mg/l لدى شهر جانفي و26,5mg/l عند شهر ماي أما لدى الحوض الغير مزروع (witness) فسجلت أكبر قيمة 28.4mg/l عند شهر فيفري وأدنى قيمة كانت 5.8 mg/l عند شهر جانفي.مسجلة بذلك متوسط إزالة يقدر ب 66.15% .

أما بالنسبة الى الأحواض المزروعة بالنباتات (*Typha latifoli*،*Juncus effusus* ، *Phragmites Australis*) فكانت القيم المتوسطة للإزالة محصورة مابين (10.70 mg/l-2.1mg/l) بالنسبة لنبات *Typha latifoli*،ومابين (2.25mg/l-9.65 mg/l) بالنسبة لنبات *Juncus effusus* ، ومابين (7.5 mg/l -1.5mg/l) بالنسبة لنبات *Phragmites australis*.

بمردود إزالة يقدر86.7% لنبات*Typha latifoli* و81.25% بالنسبة لنبات *Juncus effusus* و87.20% بالنسبة لنبات *Phragmites australis*.

الدراسة التي يمكن أن نخرج بها أن تركيز أيون النترات لدى المياه الملوثة (الغير معالجة) يتناقص مقارنة بمياه الأحواض المزروعة (المياه المعالجة) وكذلك الغير مزروعة (الشاهد). وتجدر الإشارة أن هذا النقص في التركيز لدى أيون النترات يعود سببه إلى جملة من الأسباب والعواملالمتمثلة في .

- وجود نوع من البكتيريا التي تؤدي إلى الأكسدة الهوائية لكاتيون الأمونيوم إلى الأزوت (النتروجين) [142].
- عملية امتصاص النبات للأيون النترات عن طريق الجذور في عملية البناء النباتي [143].
- أن عملية التركيب الضوئي لنبات يستعمل فيها ايون النترات.
- أن التركيزات المرتفعة لأيون الأمونيوم ينتج عنه كبح تكوين أنزيم reductases nitrates الذي يتسبب في عدم مقدرة النباتات على أمتصاص أيون النترات [144].

- النبتات تمتص مابين (10% -39 %) من النتروجين العضوي المزال (161)(162). أما النتروجين المتبقي تتم إزالته ضمن عمليتي النترجة (Nitrifacation ) وإزالة النترجة(Denitrifacation) .
- مما يدل على حدوث عملية النترتة ( Nitrifacation)وانتهت بإنتاج ايون الامونيوم الذي تحول إلى نتريت ثم إلى نترات موضح في المعادلتين (06) و(07) كتالي .

(6) $2\ NH_4^+ + 3\ O_2 \longrightarrow 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O$

Nitrosomonas

Bactériesبكتيريا

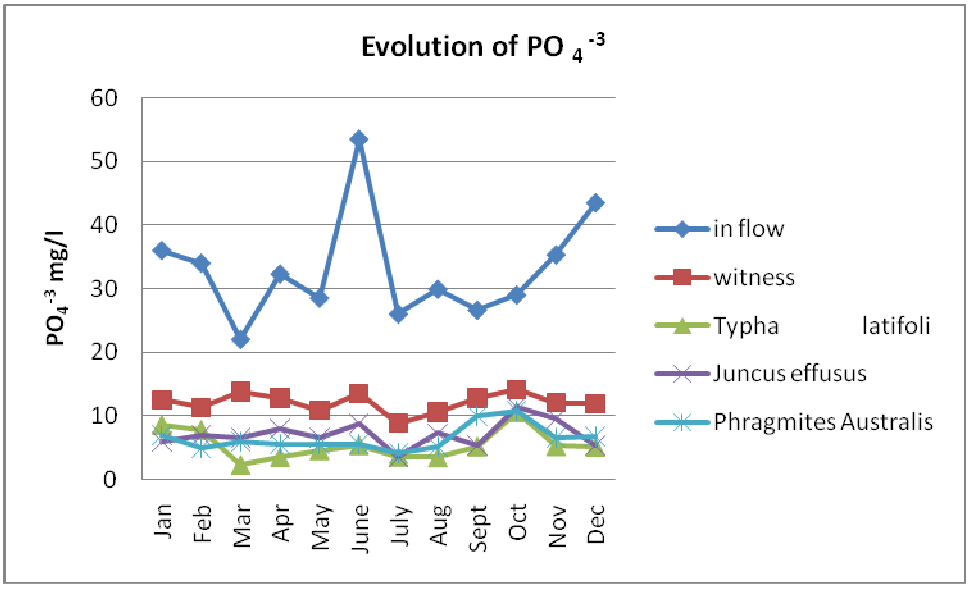
(7) $2\ NO_2^- + O_2 \longrightarrow 2NO_3^-$

Nitrobacter

أعلى تركيز مسموح به عمليا للنترات مياه الصرف الصحي المراد إعادة استخدامها لإغراض الري هو 1 mg/l طبقا لمعاييرالوطنية.( مرسوم تنفيذي رقم 07 –149 مؤرخ في 03 جماد الأول 1428 الموفق ل 20 ماي 2007 ينظم النفايات الصناعية السائلة).

### 13-1-4- التغير في أيون $PO_4^{3-}$ : Evolution ofphosphate ions $PO_4^{3-}$

القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بالتغير في أيون $PO_4^{3-}$Phosphate Ions مدونة في الشكل(24).




**الشكل (24) : التغير الزمني أرتو فوسفات $PO_4^{3-}$ للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

نلاحظ أن القيم المتوسطية للتغير في تركيز أيونات أرتو فوسفات (Phosphate Ions) كانت اكبر في المياه الغير المعالجة (المياه الداخلة إلى الأحواض المزروعة) منه في المياه معالجة والشاهد(witness) حيث كانت قيمة تركيز ايونات أرتو فوسفات في الأحواض المزروعة بالنباتات (*Typha latifoli* ,*Juncus effusus* ,*Phragmites Australis*) محصورة ما بين (2.2 mg/l -11.3mg/l ) أما الأحواض الغير مزروعة فكانت محصورة ما بين(mg/l-22mg/l 53.5 )اما عند الشاهد فكانت قيمة تركيز ايونات أرتو فوسفات محصورة ما بين(13.8mg/l–8.mg/l).

خلال هذه الدراسة العملية فكان مردود التنقية لمياه الأحواض المزروعة بالنباتات ( المياه المعالجة) ( *Typha latifoli*,*Juncus effusus* ,*Phragmites australis*) محصورة ما بين (% 83.81 و% 78.885 و 980.6%).

أما متوسط مردود التنقية لدى مياه ألأحواض الغير مزروعة (الشاهد) 63.47% .وعند مقارنة هذه النتاج المتحصل عليها لتركيز أيونات أرتو فوسفات بالنسبة للأحواض المزروعة بالنباتات

(*Typha latifolia , Juncus effususPhragmites australis*) تبين انه لا يوجد تباين ما بين هذه النباتات.

أما انخفاض تركيزها لدى الشاهد (الأحواض الغير مزروعة) مقارنة بالمياه الملوثة ( المياه الغير معالجة) يعود إلى امتصاص في التربة وكذلك مادة الحصى التي استعملت كمرشح [145]،[146] أن ارتفاع تركيز أيونات أرتو فوسفات $PO_4^{3-}$لدى (الأحواض مزروعة) يعود سببه إلى تفاعل البكتيريا والنبات وامتصاص أيونات أرتو فوسفات من طرف النبات لاحتياجاته الفيزيولوجية [147].

## 2-4- الفحوصات البيولوجية:Biological tests

### 2-4-1- مياه الصرف الصحي قبل المعالجة :Sewage pre-treatment

نتائج الفحص البكتيري للعينات التي جمعت قبل المعالجة أظهرت وجود مجموعة من أنواع البكتيريا

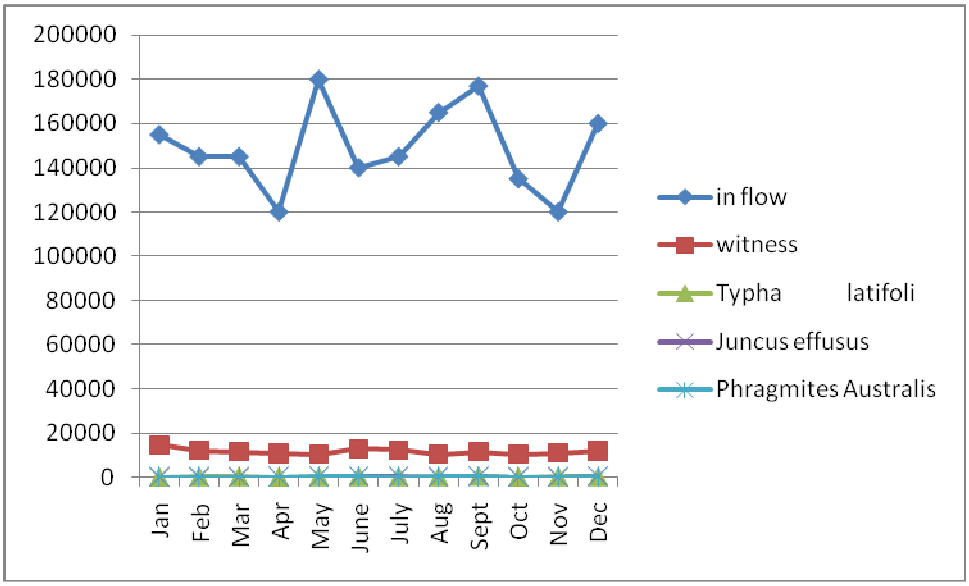
- بكتيريا ( Coli Escherchia ).
- بكتيريا القولون (Coliformes Fecaux).
- بكتيريا السباحية الكلية( Streptocoque Totaux ).
- بكتيريا السباحية البرازية Streptocoque )( Fecaux.

بمعدلات كبيرة فاقت المعدل المعمول به وذلك في جميع العينات التي تم جمعها.

### 2-2-4- مياه الصرف الصحي بعد المعالجة :Wastewater after treatment

### بكتيريا:(Escherchia Coli )

عند دراستنا لأربعة فصول متتالية من سنة 2014 لعملية فحص متوسط عدد المستعمرات لبكتيريا E.Coli تبين لنا من القيم التي تحصلنا عليها الخاصة بالتغير في بكتيريا(Escherchia Coli ) المدونة في الشكل(25).



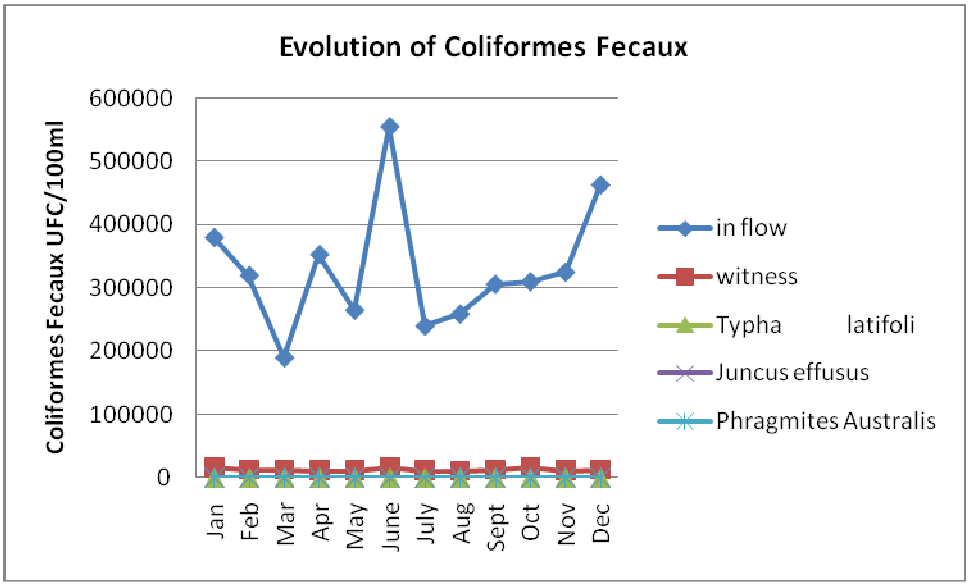

**الشكل (25) : التغير الزمنيلبكتيريا(Escherchia Coli ) للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

أن عددها في المياه المعالجة بالنبتات يكون دائما أقل منه في المياه الملوثة وبالرجوع إلى النتائج المتحصل عليها تبين أن متوسط عدد المستعمرات للمياه الملوثة كان $14.558333\times10^4$ UFC/100ml أما متوسط عدد المستعمرات للأحواض المزروعة فتمثلت كتالي $0.0318\times10^4$ UFC/100ml لنبات *Phragmites Australis* و $0.0315\times10^4$UFC/100ml لنبات *Typha latifoli* أما بالنسبة للنبات *Juncus effusus* فكانت $0.0298\times10^4$UFC/100ml، مما أدى إلى مرود إزالة في حدود 99 % وهي كتالي *Phragmites australis* 99.78 % و *Typha latifoli* 99.78 % *Juncus effusus* أما للحوض الغير مزروع ( الشاهد) فكانت 99.79 % قيمة متوسط عدد المستعمرات اقل $1.179166\times10^4$ UFC/100ml والمردود ذا قيمة حددت ب 92 %. ومن هذه القيم توضح لدينا أن هناك فرق واضح في إزالة البكتيريا لدى الأحواض المزروعة بالنباتات والغير مزروعة وتكاد أن تكون كلية وهذه النتائج المتحصل عليها مشابه لدراسة التي تحصل عليها (Duggan,J) [148].وبالجوع إلى النتيجة المتحصل عليها فإنها متوافقة تماما مع المعايير العالمية المطبقة في عملية السقي الغير المقيد .وهذه النتيجة المتحصل عليها والتي تثبت أن الإزالة المعتبرة للبكتيريا باستعمال الأحواض المزروعة بالنباتات مفادها تغير الوسط المعيشي أو تهدم مع المواد العضوية. وكذلك يعود السبب إلى أن جذور النباتات المزروعة في الأحواض تفرز أحماض بيولوجية (مواد سامة ) تعمل على التخلص من البكتيريا.وفسر(G.Vincet1984)[149]. تناقص E.Coli في الأحواض المزروعة مقارنة بالأحواض الغير مزروعة (الشاهد) باحتمال إفراز الجذور لمواد سامة تعمل على الإزالة في القضاء على E.Coli.

### 4-2-3- بكتريا القولون:(Coliformes Fecaux)

عند دراستنا للقيم التي تحصلنا عليها الخاصة بالتغير في بكتيريا(Coliformes Fecaux) المدونة في الشكل(26).

لأربعة مواسم متتالية من سنة 2014 لعملية فحص متوسط عدد المستعمرات لبكتيريا (Coliformes Fecaux) تبين لنا .

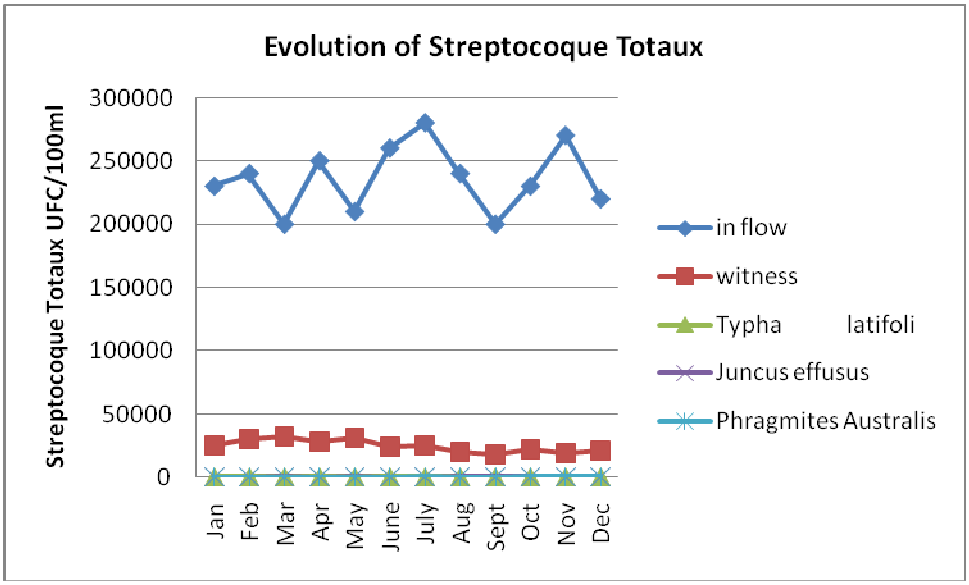



**الشكل (26) : التغير الزمني لبكتريا القولون(Coliformes Fecaux)للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

أن القيم المتوسطية لعدد المستعمرات بكتريا القولون(Coliforme Fecaux) المتحصل عليها في المياه الغير معالجة (الملوثة) كانت بمعدل $3.305 \times 10^4$ UFC/100ml والمياه المعالجة بوجود النبتات ( *Phragmites Australis*،*Typha latifoli*،*Juncus effusus*) كانت بمعدل $0.0310 \times 10^4$ UFC/100ml بالنسبة لنبات *Juncus effusus* و*Phragmites Australis* و*Typha latifolia* بالنسبة لنبات $0.0323 \times 10^4$ UFC/100ml وبالنسبة لنبات *Juncus effusus* كانت بمعدل $0.0310 \times 10^4$ UFC/100ml بمردود إزالة يتمثل بحدود 99.9% بالنسبة لدى الأحواض المزروعة (*Juncus effusus*،*Typha latifoli*،*Phragmites Australis*) أما الحوض الغير مزروع (witness) فتمثلت بمردود يقارب 96.12% وهذه النتيجة الأخيرة توضح أن هناك فرق مابين الأحواض المزروعة والغير مزروعة ،كما يمكن القول أن ليس هناك فرق مابين النباتات الثلاث (*Typha latifoliJuncus effususPhragmites Australis*) . علما أن منظمة الصحة العالمية (OMS) تشترط أن لا يزيد معدل (Coliformes Fecaux) عن NMP/100 1000ml لإعادة أستعملها المياه في عملية الري.

### 4-2-4- بكتيريا السباحية الكلية : ( StreptocoqueTotaux )

عند الدراسة لعملية الإزالة البيولوجية لوجود مجموعة بكتريا القولون(StreptocoqueTotaux) بينت النتائج المدونة لدى الشكل (27).

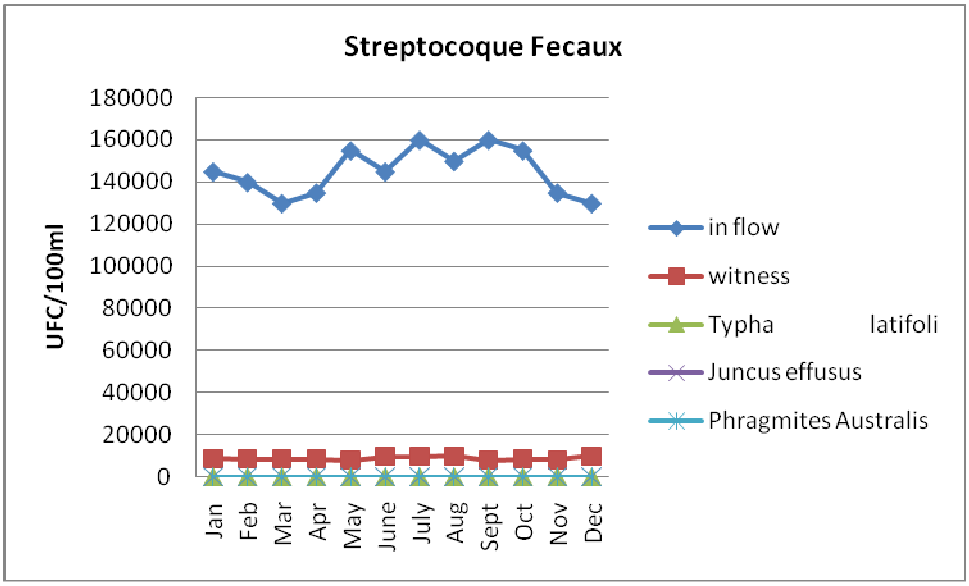



**الشكل (27) : التغير الزمني لبكتيريا السباحية الكليةStreptocoque ( Totaux للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

أن متوسط عدد المستعمرات في المياه الملوث (الغير المعالجة) يكون اكبر من عدد المستعمرات في المياه المعالجة بالأحواض المزروعة وغير المزروعة (الشاهد). وبالرجوع إلى النتائج المتحصل عليها تبين ان الأحواض المزروعة كانت لها مرود إزالة في حدود 99 % وهي كتالي *Phragmites australis* 99.85 % و*Typha latifolia* 99.77 *Juncus effusus*% 99.80 % أما للحوض الغير مزروع ( الشاهد) فكانت المستعمرات اقل والمردود ذا قيمة حددت ب 86 % .ومن هذه القيم توضح لدينا أن هناك فرق واضح في إزالة البكتيريا لدى الأحواض المزروعة والغير مزروعة.

### 4-2-5- بكتريا السباحية البرازية:(Streptocoque Fecaux)

عند دراستنا القيم المدونة في الشكل (28) المتمثلة لأربعة مواسم متتالية من سنة 2014 لعملية فحص متوسط عدد المستعمرات لبكتيريا(Streptocoque Fecaux)).




**الشكل (28) : التغير الزمني لبكتريا السباحية البرازية (Streptocoque Fecaux) للمدخل والمخرج لكل من الشاهد والأحواض المزروعة.**

أن عددها في المياه المعالجة بالنبتات (*Phragmites Australis*،*Juncus effusus*،*Typha latifoli*) يكون دائما أقل منه في المياه الملوثة ( الغير معالجة ) وبالرجوع إلى النتائج المتحصل عليها التي تمثلت أن متوسط عدد المستعمرات في المياه المعالجة بالنباتات كانت $0.016\times10^4$ UFC/100ml بالنسبة لنبات *Phragmites Australis* وUFC/100ml $0.018\times10^4$ *Juncus effusus* وبالنسبة لنبات *latifoliaTypha* كانت كتالي $0.015\times10^4$UFC/100ml، أما متوسط عدد المستعمرات للمياه الملوثة (الغير معالجة) فكانت كتالي $14.5\times10^4$UFC/100ml بمردود إزالة لدى الأحواض المزروعة متمثل فيحدود 99% بالنسبة لنباتات*Typha latifoliPhragmites australisJuncu effusus*،أما متوسط عدد المستعمرات لدى الحوض الغير مزروع ( witness)فكانت كتالي $0.912\times10^4$UFC/100ml بمردود في حدود94% وهذه النتيجة العملية تظهر أن هناك فرق ما بين الأحواض المزروعة بالنباتات (*Juncus effusus*،*Typha latifoli*) والحوض الغير مزروع (witness) ،كما بينت النتائج أن ليس هناك فرق واضح في كمية الإزالة لدى النباتات في ما بينها.

خلاصة :

إن دراسة نتائج الفحص البكتيري للعينات التي جمعت قبل المعالجة أظهرت وجود مجموعة من أنواع البكتيريا Escherchia Coli ) بكتريا القولون ((Coliformes Fecaux) Coliformes Totaux) بكتريا السباحية البرازية (Streptocoque Fecaux)بكتيريا السباحية الكلية Streptocoque ) ( Totauxبمعدلات كبيرة فاقت المعدل المعمول به وذلك في جميع العينات التي تم جمعها.وعند استعمال الأحواض المعالجة بالنباتات أن هناك إزالة شبه كاملة للبكتيريا والأسباب الممرضة ويرجع هذا إلى نهاية حياة للبكتريا ،الديدان وكل أنواع الأسكيريس نتيجة إزالة المواد العضوية مما يوحي تغير نمط الوسط التي تعيش فيه هذه الأخيرة .أما الفرق في الإزالة للبكتيريا بين الحوض الغير مزروع (witness)

وبقية الأحواض المزروعة بالنباتات (*Phragmites Australis*،*Juncus effusus*،*Typha latifoli*) يعود الى ان جذور النباتات تفرز مواد سامة تساعد على وضع حد الى وجود البكتيريا والعوامل الممرضة .كما فسره عالم البيئة (Vincent G.1994)[150] .

### 4-2-6- متوسط النتائج المتحصل عليها بعد المعالجة:

لمعرف مدى نجاعت عملية التنقية بواسطة النباتات الثلاث *Phragmites* , ,*Typha latifoli* ,*Juncus effusus* *Australis*وكذلك الشاهد (witness ) بعد المكوث لفترة زمنية دامت خمسة أيام فقد قمنا بحساب القيم المتوسطة لكل عامل من عوامل التلوث وكذا العوامل الفيزيوكيميائية كما هو مدون في الجدول (10).

**الجدول (10) : القيم المتوسطة لعوامل التلوث والعوامل الفيزيوكيميائية.**

| Parameters | N° of the samples | inflow | witness | *Typha latifoli* | *Juncus effusus* | *Phragmites Australis* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **T(°C)** | 48 | 24,45 | 18,32 | 18,98 | 17,99 | 18,84 |
| **pH** | 48 | 7,98 | 7,53 | 7,34 | 7,05 | 7,19 |
| **EC** | 48 | 6,05 | 7,66 | 8,17 | 13,01 | 9,87 |
| **TSS** | 48 | 267,41 | 24,56 | 17,84 | 17,03 | 17,92 |
| **COD** | 48 | 326,07 | 225,62 | 97,25 | 93,58 | 89,56 |
| **$BOD_5$** | 48 | 166,66 | 31,83 | 14,79 | 12,93 | 7,75 |
| **$DO_2$** | 48 | 0,676 | 3,98 | 4,96 | 6,04 | 4,81 |
| **Tur** | 48 | 281,25 | 159,25 | 94,19 | 97,15 | 87,67 |
| **$NO_3^-$** | 48 | 1,049 | 1,08 | 6,84 | 6,2 | 7,58 |
| **$NO_2^-$** | 48 | 0,322 | 0,39 | 0,040 | 0,045 | 0,045 |
| **$NH_4^+$** | 48 | 61,61 | 58,78 | 0,61 | 0,48 | 0,20 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **$PO_4^{3-}$** | 48 | 33,05 | 12,81 | 5,35 | 5,42 | 6,13 |
| **E.Coli** | 24 | $148,91\times10^3$ | $117,66\times10^2$ | 315 | 298 | 318 |
| **Coliformes Fecaux** | 24 | $330,5\times10^3$ | $123,12\times10^2$ | 162,41 | 180,58 | 160 |
| **StreptocoqueTotaux** | 24 | $219,16\times10^3$ | $245,83\times10^2$ | 495 | 337,9 | 323 |
| **Streptocoque Fecaux** | 24 | $145\times10^3$ | $112,1\times10^2$ | 323,33 | 301,91 | 310 |

# الخاتمة

# CONCLUSION

# INTRODUCTION

## الخاتمة: CONCLUSIONS

تعبر هذه النتائج المتحصل عليها بحث ميداني ومختبراتي للاختبار قابلية النباتات المائية في معالجة المياه الملوثة فقد درس تأثير تواجد النباتات المائية انطلاقا من تجسيد تجربة أولية في الجنوب الشرقي للجزائر وبتحديد في مدينة واي سوف التي تعاني من مشكلة صعود المياه من جهة ومن تباعد التجمعات السكنية عن بعضها نظرا للتضاريس الصعبة والطبيعة المجتمع القروي. وهذا مما يجعل الربط بشبكة مياه الصرف الصحي أمر مكلف وبالغ التعقيد ومن هذا المنطلق جسدنا الفكرة بتصميم محطة نموذجية ذات نظام سقي تحت السطح Subsurface horizontal flow Wetlands (SHF) (HF).or.وثلاث أنواع من النباتات المائية المحلية (*Typha latifoli*،*Juncus effusus*،*Phragmites australis* ) التي تنمو في المنطقة ومعمرة وذات فائدة عملية. فكانت النتائج المتوصل إليها جيدة جدا من مبدي تنقية المياه ( water treatment).

كما يتضح من النتائج السابقة أن مياه الصرف الصحي المعالجة(Sewage treatment) والتي قد يعاد استخدامها لإغراض الري للمزروعات أو المنتزهات أوري أللأشجار التي تستعمل لإغراض منع التصحر(Desertification) في المناطق الصحراوية أو شبه الصحراوية تتفق مع المعايير العالمية حيث أظهرت النتائج المتحصل عليها في هذا العمل سوى كان التلوث الجسيمي المواد العالقة الصلبة(Total Solid Suspende(TSS فكانت نسبة الإزالة تقدرب *Typha latifolia* 97.17 %بالنسبةل*Juncus effusus* 95.13%. بالنسبةل *Phragmite australis* 93.05٪أما لتلوث العضوي فبلغت نسبة الإزالة لمحتوى الأكسجين الكيميائي(Chemical Oxygen Demand COD) :74.97%بالنسبةل *Juncus effusus*76.08%بالنسبة ل*Phragmite Australis* و73.8%بالنسبةل و*Typha latifolia* .أما نسبة الإزالة لتغير في الطلب على الأكسجين البيوكيميائ($BOD_5$)Biochemical Oxygen Demand : فقدرت ب :91.3% بالنسبةل *Phragmite australis*بالنسبةل *Juncus effusus*92.2% بالنسبةل *Typhalatifolia* 95.3%.

أما عملية الإزالة لتلوث العضوي النتروجيني والمتمثلة في أيون انتريت (Nitrite) **(** $NO_2^-$وأيون النترات(Nitrates) $NO_3^-$وكذلك لشوارد $NH_4^+$ (Ammonium ions) فكانت على الترتيب في حدود 99%لكل الأحواض.

$NO_2^-$: كانتنسبةالإزالة ل*Typha latifolia* 87.57 % و بالنسبةل*Juncus effusus*89.13%. بالنسبةل *Phragmite australis*89.13%.أما أيون النترات-$NO_3$: بالنسبةل *Typha* latifolia86.7% بالنسبةل*Juncus effusus*81.5%. بالنسبةل *Phragmite australis* 87.20%.أما التلوث الفوسفوري$PO_4^{-3}$ فوصلت نسبة الإزالة مابين(78.4%- 86.5 %) وفي ألأخير بلغت نسبة الإزالة لتلوث البيولوجي نسبة تتعدى 99 %.

كما تجدر الإشارة إلى النتائج المتحصل عليها إن هناك تفاوت في نسبة الإزالة للملوثات من نبتة إلى أخرى،كما أن نبتة *Phragmites australis* لها نشاط وفاعلية زيادة في المعالجة مقارنة ببقية النباتات وربما يعز ذلك إلى البنية العشبية المتراصة وتشابك الجذور فيما بينها وقدرتها في إزالة المواد العضوية .أما إزالة الملوثات البيولوجية تكاد أن تكون متماثلة.أظهرت الدراسة الميدانية أن النباتات (*Typha latifoli Juncus effusus Phragmites australis*) المدروسة ضمن المحطة النموذجية المصممة أثبتت قدرتها على تحقيق المواصفات المستعملة في عملية المعالجة لتنقية مياه الصرف الصحي ( المياه المستعملة ) من الملوثات العضوية و الجسمية وكذلك الملوثات البيولوجية المسؤولة عن الأمراض المتنقلة وغير المتنقلة للإنسان.بغية الوصول إلى الحدود المسموح بها عالميا لاستخدام المياه المعالجة بهده الطريقة في

عملية السقي للأشجار والمساحات الخضراء وصولا إلى رئي الأشجار المثمرة والحبوب .بتكلفة غير مكلفة مقارنة مع بقية الطرق المتبعة في عملية المعالجة دون أي مركبات كيميائية مشاركة. كما بينت الدراسة إن أللأحواض المغروسة بالنباتات كانت أعلى قدرة في إزالة لملوثات من ا لأحواض الغير مزروعة.

## الأفاق المرجوى لهذا العمل :Recommendation

توسيع هذا النوع من المحطات في المناطق البترولية التي تتضمن قواعد الحياة خاصة بالعمال الذي يكون عددهم محدود وكذلك ضمن مناطق معزولة وصعبة التضاريس يصعب فيها استعمال الشبكات التقليدية.

توفير هذه الطريقة الحيوية الغير مكلفة اقتصاديا و التي تساعد في التخلص من ملوثات المياه الحضرية أو الغير حضرية المتدفقة دون معالجة ،لتقليل من الضرر البيئي والحد من الأوبئة والأمراض المتنقلة نتيجة عدم المعالجة لهذه المياه المتسربة.

# المراجع

# REFERENCES

## المراجع بالعربية:


[7]: السعدانيعبدالرحمانوالسيدعودةثنائيمليجي،2007،مشكلاتبئية : طبيعتها-أسبابها أثارها وكيفيةمعالجتها،دارالكتابالحديثة،ص :45- 55.

[20]:طرابلسييوسفابراهيم، 2111 ،الميكروبيولوجيةالزراعية،جامعةالملكسعود،النشر العلمي 10 -،ص / 255 311 : والمطابع،عح4831 /

[33]:عبدالرزاقالتركماني،2009محطاتالمعالجةبالنباتات،دليلتخطيطوتصميموتنفيذ محطات المعالجةبالنباتات،شبكةخبراءالمياهالسوريين،ص22-28.

[78]:د-أكرم،علم البيئة ونالنبات 2006 .صفحة 23.

[91]:ابراهيمبنمحمدالساسيالعوامر، 1977الصروفيتارخالصحراءوسوفالدارالتونسيةللنشر– ص-81

[94]:مصطفاويعمار :
القطاعالفلاحيبينالقديموالجديدبإقليموادسوفرسالةماجستيرفيالتهيئةالعمرانية،كليةعلومالأرضوالجغرافياوالتهيئةالعمرانية،جامعةقسنطينة،جوان 2002صفحة1716 بتصرف.

[103]:أصفري،أحمدفيصلمعالجةالمياهالعادمةالصناعيةمؤسسةالكويتللتقدمالعلمي - الكويت1996 .

[104] :أصفري،أحمدفيصلأسستصميممنشآتالمياهالعادمة .المنظمةالعربيةللتربيةوالثقافةوالعلوم - جامعةالدولالعربية - الجمهوريةالتونسية2000 .


## المراجع باللغة الأجنبية :


[1]:Taradat, M.H., 1992.Chimie des eaux. Première, le griffon d'argile inc, canada. 537p.

[2]:Thomas., (1955). Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 135-1 p.

[3] Langevin, J; Lefelvre,R ; Toutant,C . 1997. Histoires d'eaux tout ce que il faut savoir sur l'eau et l'hygiène publique . Editions berger , Montréal . ISBN 2-9214116-13-1 , pp157-159.

[4] Satin,M.; Selmi,B. 1995 : 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. ISBN 2-281-1152-0, Edition le moniteur , Paris , pp75-86.

[5]: Chaouch N, 2014. Utilisation des sous-produits du palmier dattier dans le traitement physico-chimique des eaux polluéesUniversite Hadj Lakhdar . Batna.

[6]: D.Couillard,1979. Sources et caractéristiques des eaux uses issues des différents procédés de l'industrie des pâtes et papiers. The Science of the Total Environment 12 169 - 197.

[8]: Benslimane R, 2001-Contribution à l'étude des eaux résiduaires de la ville de Skikda et sa périphérie. Mém. Ing. Eco et Env. Patho. Des écosystèmes. Université de Annaba 95p.

[9]:Mekhaliff,2009.Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement,Université du 20 Août 1955 Skikda.

[10]:Pruss A., Giroult E. and Rushbrook P. (1999). Safe management of wastes from health-care activities. WHO, Geneva.

[11]:Saqqar, M.M., M.B, Peacod,. 1991. Microbiological performance of multi – stage stabilization ponds for effluent use in agriculture. Soil. Sci. Tech. Vol.23 pp 1517 – 1524, Kyoto. Japan.

[12]:FAO 1992. Wastewater treatment and use in Agriculture. Pescod MB. Irrigation and Drainage Paper 47. Food and Agricultural Organization (FAO), Rome.
[13]:Metcalf and Eddy Inc. (ed.) (1995). Wastewater Engineering: Treatment, Disposaland Reuse. McGraw-Hill, New York, 1819 pp.
[14] :Scott, C. A., Zarazúa, A. J. and Levine, G. (2000). Urban-Wastewater Reuse for Crop Production in the Water-Short Guanajuato River Basin, Mexico. IIMI Research Report no. 41, International Irrigation Management Institute (IIMI), Colombo, Sri Lanka.
[15]:Toze, S. (1999). PCR and the detection of microbial pathogens in water and wastewaters. Water Research. 33, 3545-3556.
[16]:Anon. ( 2001). Diagnosis and Management of Foodborne Illnesses: A Primer for physicians. MMWR January 26, 50(RR02):1-69.
[17]:Gennaccaro, A. L, McLaughlin, M. R., Quintero-Betancourt, W., Huffman, D. E and Rose, J. B. (2003). Infectious *Cryptosporidium parvum* oocysts in final reclaimed effluent. Applied and Environmental Microbiology 69, 4983-4984.
[18]:Degremant, 1992.Le Memento Technique de l'Eau", Edtions Lavoisier, , p 60
[19]:Kone.D ; 2002. Epuration des usées par lagunage a microphytes et à macrophytes en afrique de l'Ouest et de centre : Etat des lieux performances épuration et critères de dimensionnement. Thèse N°2653. Lausanne . EPFL . pp 17-30-31.
[21]:Satin,M.; Selmi,B. 1995 : 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. ISBN 2-281-1152-0, Edition le moniteur , Paris , pp75-86.
[22]:Ayaz,S : Akca , L. 2001. Treatement of wasterwater y natural sustems. Environnement international . 26 : pp 189-195.
[23]:Mthembu, M. S.; Odinga, C. A.; Swalaha, F. M. and Bux, F. (2013). Constructed wetlands: A future alternative wastewater treatment technology. African Journal of Biotechnology, 12(29): 4542- 4553.
[24]:Niang ,S. 1999 . Utilisation des eaux usées brutes dans l'agriculture urbaine au sénégal. Bilan et perspectives. In agriculture urbain en Afrique de l'Ouest . Une contribution à la sécurité alimentaire et à l'assainissement des villes . Ed . O. Smith, CRDI/CTA, pp104-125.
[25]:Brix, H. (1987) Treatment of wastewater in the rhizosphere of wetlands plants - the root zone method. Water Sci. Technol. 19(10): 107-118.
[26]:Brix, H. (1997) Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands. WaterSci. Technol. 35(5): 11-17.

[27]:Subsurface-Flow Constructed Wetlands in Spain for the sanitation of small communities Jaume Puigagut – Spain 2007.
[28]:Subsurface-horizontal flow constructed wetland for sewage treatment under Moroccan climate conditions. 2006.
[29]:Constructed wetlands for wastewater treatment. Fabio Masi, Italy 2006 small locations, April 2008.
[30]:Design manual : constructed wetlands for the treatment of black water ,by Karen settee,Bren School of Environmental Science and management.
[31]:Subsurface-horizontal flow constructed wetland for sewage treatment under Moroccan climate conditions. 2006.
[32]:Effect of key design parameters on the efficiency of horizontal subsurface flow constructed wetlands. Joan Garcia – Spain 2005.
[34]:Subsurface Flow Constructed Wetlands For Wastewater Treatment, A Technology Assessment,July 1993.
[35]: Environmental Engineering - Part 637, National Engineering Handbook, Constructed wetlands Chapter 3 (2002).
[36]:Guide line for constructed wetland treatment of farm dairy wastewaters in New Zealand, by(Chris C Tanner & Vivian C Kloosterman).
[37]:Evaluation of a hybrid constructed wetland for treating domestic sewage from individual housing units surrounding agricultural villages in South Korea. Dong Cheol. Seo, Ronald D. DeLaune, Woo Young Park, Jong Sir Lim, Jeoung Yoon Seo, Do Jin Lee, Ju Sik Cho and Jong Soo Heo. South Korea , J. Environ. Monit., 2009, 11, 134 - 144 .
[38]:Brix H., Schieruph.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 ., B.C. Findlater (Eds), Pergamon Press, pp 53-66.
[39]:Armstrong J., Armstrong W. 1988. Phragmites australis – preliminary study of soiloxidising sites and internal gas transport pathways. New Phytol., **108**, pp373-382.
[40]:Haberl R., Perfer 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.
[41]:John Wiley and Sons. Crites, R.W. and M.H. Ogden. 1998Costs of constructed wetlands systems. Presented to WEFTEC, WEF 71st Annual Conference, Orlando, New York

[42]: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

[43]:Fabio Masi., Nicola Martinuzzi. 2006. Constructed wetlands for the Mediterranean countries: Hybrid systems for water reuse and sustainable sanitation, Italy, pp 14-18.

[44]:Vyzamal J., Brix H, Cooperp.F.,Green M.B., Haberl R. 1998. constructed wetlands for wastewater treatment in Europe; Backhuys publ, Leiden. **76**: pp; 16-17-18

[45]:Senzia, M. A.; Mashauri, D. A. and Mayo, A. W.(2003). Suitability of constructed wetlands and waste stabilization ponds in wastewater treatment: nitrogen transformation and removal. Phys.Chem.Earth, 28: 1117– 1124.

[46]:Greenway, M.( 2003). Suitability of macrophytes for nutrient removal from surface flow constructed wetlands receiving secondary treated sewage effluent in Queensland, Australia. Water Sci. Technol., 48 (2): 121–128.

[47]:Richard Claude, 1996 , les bactéries,les hommes et les animaux, Collection Option Bio, Paris , p82.

[48]:Gross, A., Sklarz, M.Y., Yakirevich, A., Soares, M.I.M. (2008) Small scale recirculating vertical flow constructed wetland (RVFCW) for the treatment and reuse of wastewater. Wat. Sci. Tech. 58(2), 387 – 494.

[49]:Healy, M.G., Rodgers, M., and Mulqueen, J. (2007)Treatment of dairy wastewater using constructed wetlands and intermittent sand filters. *Bioresource. Tech.* 98, 2268 – 2281.

[50]:Hua, G.F., Zhu, W., Zhao, L.F., and Huang, J.Y. (2010) Clogging pattern in vertical-flow constructed wetlands: insight from a laboratory study. J. Haz. Mat. 180, 668-674.

[51]:Lemore C. 1984. Colmatage et décolmatage des tranchées d'épandage en assainissement autonome, Thèse de doctorat, Université de Paris Val de Marne – École Nationale des Ponts et Chaussées, p 93.

[52]:Mitchell R. and Nevoz. 1964. Effect of bacterial poysaccharide accumulation on infiltration of water through sand, Appl. Microbiol. 12, pp 219-223.

[53]:Ronner A. B. and Wong A. C. 1994. Microbial clogging of wastewater infiltration systems. In : Proceedings of the Seventh International Symposium on Individual and Small Community Sewage Systems, Atlanta, Georgia, pp 559-562.

[54]:Vincent G., Dallaire S., Lauzer D. 1994. Antimicrobal properties of roots exudatesof three macrophytes : Mentha aquatica L., Phragmites australis( Cav.)Trine and *Scirpus lacustris L* . Proceeding of the 4th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control , Guangzhou, China, pp 290-296.

[55]:Hammdi B., Bebba A.A., Hacini Z. Zeghdi S.2013."Gardens planted with macrophyts filters purification perfarmance in an arid chimate . Pilot of Temacine , Ouargla ( Algeria ) Ant .lett .Chem. Phy Ant . 8(3) pp259-268.

[56]:Langergraber, G., Pressl, A., Leroch, K., Rohrhofer, R., and Haberl, R. (2010)
[57]:Comparison of single-stage and a two-stage vertical flow constructed wetland systems for different load scenarios. Wat. Sci. Tech. 61(5), 1341-1348.
[58]:Machado, A.P., Urbano, L., Brito, A.G., Janknecht, P., Salas, J.J., Nogueira, R. (2007)
[59]:Life cycle assessment of wastewater treatment options for small and decentralized communities. *Wat. Sci. Tech.* 56(3), 15-22.
[60]:Maimon, A., Tal, A., Friedler, E., and Gross, A. (2010) Safe on-site reuse of greywaterfor irrigation-a critical review of current guidelines. *Environ.Sci.Technol.* 44**,** 3213-3220.
[61]:Mitsch, W.J., Day Jr., J.W., Gilliam, J.W., Groffman, P.M., Hey, D.L., Randall, G.W., and Wang, N. (2001) Reducing nitrogen loading to the Gulf of Mexico from the Mississippi River.
[62]: Basin: strategies to counter a persistent ecological problem. *BioScience.* 51(5), 373-388.
[63]:Mondal, B., and Warith, M.A. (2008) Use of shredded tire chips and tire crumbs as packing media in trickling filter systems for landfill leachate treatment. Environ. Tech. 29(8), 827-836.
[64]:Moore, M.T., Kroger, R., Locke, M.A., Cullum, R.F., Steinriede Jr., R.W., Testa III, S., Lizotte Jr., R.E., Bryant, C.T., and Cooper, C.M. (2010) Nutrient mitigation capacity in Mississippi Delta, USA drainage Ditches. Environmental Pollution. 158, 175-184.
[65]:Morris, M., and Herbert, R. (1997) The design and performance of a vertical flow reed bed for the treatment of high ammonia, low suspended solids organic effluents. Wat. Sci. Tech. 35(5), 197-204.
[66]:Munch, C., Neu, T., Kuschk, P., Röske, I. (2007) The root surface as the definitive detail for microbial transformation processes in constructed wetlands- a biofilm characteristic. Wat. Sci. Tech. 56(3), 271-276.
[67]:Wastewater Treatment in Constructed wetlands with HorizontalSub-Surface Flow , by Jan Vymazal & Lenka Kropfelova. Spain, 2008.
[68]:Campbell, Craig S. and Ogden, Michael H., 1999, Constructed Wetlands in the Sustainable Landscape, John Wiley & Sons, Inc. published, Canada.

[69]:UNEP 2004. integrated watershed management Echohydrology and phytotechnology manual, Italy.
[70]:Al-Saadi, H. A. and Al-Mayah, A. A. 1983. Aquatic plants of Iraq. Cent. Arab. Gulf. Studies Pub. Basrah University (in Arabic).
[71]:Al-Mayah, A A. and Al-Hamin, F. I. 1991. Aquatic plants and the Algae. University of Basrah (in Arabic).
[72]:Chehma A. 2006: catalogue des plantes spontanées du sahara septentrional algérien , bibliotheque nationale, p.94
[73]:Ozenda 1991 : flore de sahara (3 édition mise à jour et augmenté); Paris edition du CNRS; p.136, 137.
[74]:Quezel P et Santa C, 1962: nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.NRS.,Paris, 2 vol. p .184.
[75]:Kirschner**,** J**.** 2002. Juncaceae 3: *Juncus* subg. *Agathryon*. in: Orchard, A. E., ed., Species Plantarum: Flora of the World. Canberra. pp. 8:88–94.
[76]: Windham,L.and Lathrop,R.G.(1997).Effects of Phragmites australis invasion on abovergound biomass and soil properties in brackish tidal marsh of the Mullica River.New Jersey.Estuaries,22 :927-935.
[77]:Nassar,A.M. ;Smith,M.and Afifi,S.(2006).Sludge dewatering using the reed bed system in the Gaza Strip,Palestine, Water Environ.J. ,20 :27-34.
[79]:Saint;Maxent Th., 2002. Jeu de fiches descriptives des espèces végétales exotiques et indigènes susceptibles de proliférer dans le bassin Artois-Picardie, Agence de l'Eau Artois-Picardie, p 167.
[80]:Gibbbins. 1962, Eueli with illustrations by M.Shroeder. Stalking the wild Asparagus. New York: David Mckay company Inc. p55.
[81]: Karathanasis, A.D.; Johnson, C.M. Metal removal potential by three aquatic plants in an acid mine drainage wetland. Mine Water Environ. 2003, *22*, 22-30.
[82]:Calheiros, C.S.C.; Rangel, A.O.S.S.; Castro, P.K.L. Constructed wetland systems vegetated with different plants applied to the treatment of tannery wastewater. *Water Res.* 2007, 41, 1790-1798.
[83]:larke, C.B. 1977. Edible and useful plants of California. University of California Press. 280pp
[84]:Grace, J.B. 1985. Juvenile vs. adult competitive abilities in plants: size-dependence in cattails (Typha) . Ecology 66(5); 1630-1638.

[85]:Grace, J.B. & R.G. Wetzel 1981. Phenotypic and genotypic components of growth and reproduction in Typha latifolia: Experimental studies in marshes of differing successional maturity. Ecology 62 (3): 699-801.
[86]:Grace, J.B. & R.G. Wetzel 1982. Variations in growth and reproduction within populations of two rhizomatous plant species: Typha latifolia and Typha angustifolia. Oecologia 53:258-263.
[87]:Harrington, H.D. 1972. Western edible wild plants The University of New Mexico Press.156p p.
[88]:Health and UWCEE (2012) Quality Assurance Project Plan for Evaluation of On-Site Sewage System Nitrogen Removal Technologies.
Davies, T.H.; Cottingham, P.D. The Use of Constructed Wetlands for Treating Industrial
[89]:Effluent. In Proceedings of the 3rd International Conference on Wetland Systems inWater Pollution Control; IAWQ and Australian Water and Wastewater Association: Sydney, Australia, 1992; pp. 53.1-53.5.
[90]:John V. H. Constable' and David J. Longstreth Department of Plant Biology, Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana70803.
[92]: La wilaya d'El Oued par les chiffres 2003 : présentation de la wilaya- Données générales sur la wilaya- limites de la wilaya page 02
[93]: S.Benhamida, R. Medjber, A.Maameri Agence nationale des ressources hydrauliques : direction régionale sud / Ouargla – rapport de synthèse sur la remontée des eaux de la nappe phréatique dans la région de Oued Souf- par Octobre 1999 Page 06.
[95]:Dr Marc Côte, des oasis malades de trop d’eau , numéro spécial Oasis Sècheresse N°02vol 9 juin 1998, université Aix- Marseille, les jourdans, 84240 cabriéres- d’Aigues.
[96]:Marc Cote : Sécheresse N°02, Vol N°8, Université Aix Marseille, Les jourdans, 84240.
[97]: Benhamida Rmedjbar- A. Mameri –s Ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire Agence nationale des ressources Hydraulique Direction régional Sud-Ouargla rapport de synthèse sur la remontée des eaux de la nappe phréatique dans la région de Oued Souf-Oct 99 Page 3.
[98]: Abissy M.et L.Mandi, 1999. utilisation des plantes aquatiques enracinées pour le traitement des eaux usées urbaines : cas du roseau. Rev.sci.Eau 12/2, pp.285- 315
[99]:Tiglyene S. Mandi.L, Jaouad.A,: 2005. enlevement du chrome par infiltration verticale sur lits de Phragmites australis (cav.) Steudel. Rev.sci.Eau 18/2, pp.177-198.

[100]:Brahim L. Ahmed A. B, Noureddine. G :Phytoremediation Performance of Urban Wastewater by the Plant Juncus effususin an Arid Climate. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.
[101]:AFNOR, 1983. recueil de normes françaises: eau, méthodes d'essai, 2ème édition, Paris.
[102]: Richard C,1996. les bactéries,les hommes et les animaux,Collection Option Bio, Paris , p:82.
[105]: González-Farias FA, Hernández-Garza MR, Díaz- González G. 2006. Organic carbon and pesticide pollution in a tropical coastal lagoon-estuarine system in Northwest Mexico. Int J Env Pollut 26(1-3):234–53.
[106]:Grismer ME. 2005. Simulation evaluation of the effects of non-uniform flow and degradation parameter uncertainty on subsurface flow constructed wetland performance. Water Env Res 77(7):3047–53.
[107]: Grismer ME, Carr MA, Shepherd HL. 1999. Literature review: Fermentation industry. Water Env Res71(4):805–11.
[108]: APHA. 1992. Standards for examination of water and wastewater. American Public Health Association18th edition. Washington, D.C.
[109]: APHA, Eaton DA, and AWWA (Joint eds). 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, American Public Health Ass., American Water Works Ass., Water Environmental Federation Joint Publishers, 1015 fifteenth street, NW, Washington, D C 2005-2605.
[110]:Grismer M, Carr M, Shepherd H. 2003. Evaluationof constructed wetland treatment performance for winery wastewater. Water Env Res 75(5):412–21.
[111]:Crites, R., Tchobanoglous, G. (1998) Small and Decentralized Wastewater Management Systems, 1 ed. McGraw-Hill.
[112]:Edeline, F. 1993. L'épuration biologique des eaux théorie & technologie des réacteurs. Liège, Cebedoc Editeur [etc.]. p 303.
[113]: Gopal.B. 1987. Water hyacinth. Amsterdam[etc].Elsevier. p 47
[114]:Marschner, H. and Ro¨mheld, V. (1983). In vivo measurement of rootinduced pH changes at the soil- root interface: Effect of plant species and nitrogen source. Z. P flanzenphysiol., 241–251.
[115]:Kadlec, R.H. and Knight, R.L., (1996). wetland treatment . CRC press Inc. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 893pp.
[116]:Goldman, C.P. and Horn, A.L. (1983). Limnology. McGrow-Hill, international book company. New York, 464 pp.

[117]:Marschner, H. and Ro¨mheld, V. (1983). In vivo measurement of root-induced pH changes at the soil-root interface: Effect of plant species and nitrogen source. Z. P flanzenphysiol., 111: 241–251.
[118]:Attionu. R. H. 1976. "Some effects of water lettuce (Pistia stratiotes, L.) on its habitat." Hydrobiologia 50(3): pp 245-254.
[119]:Sridhar. M. K. C. and Sharma. B. M. 1985. Some observationson the oxygen changes in a lake covered with Pistia stratiotes L. "Water Res 19**(7)**: pp 935-939.
[120]:Bowes. G. and Beer. S. 1987. Physiolgical Plant Processes: Photosynthesis. Aquatic plantfor water treatment and ressource recovery. Reddy. K. R. and Smith. W. H. Orlando. Mangnolia Publishing Inc: pp 311-335.
[121]:Ranjai K., Kneidinger Ch. Rios R., Salinas N., SotoG., Duran-De-Bazua C.; 1996. Treatment of maize processing industry wastewater by constructed wetlands. Proceeding of 5th International conference on wetlands. Proceeding of 5th International conference on wetlands system for water pollution control, vol. 1, Vienna, Sept. pp: 9, 15-19.
[122]:Finlayson CM ., Chick A.J. 1983. Testing the potential of aquatic plantsto treat abattoir effluent, Water Res. 17(4): pp 415-422.
[123]:Finlayson, C.M.; Chick, A.J. Testing the potential of aquatic plants to treat slaughterhouse effluent, Waters Res. 1983, 17(4):415-422.
[124]:Zeghdi.S, Bebba.A. A. and Laouini.S. Chemistry Wastewater Treatment of El-Oued City(South-east of Algeria) by Utilization of *Typha Latifolia* Oriental Journal Chemistry ISSN: 0970-020 X CODEN: OJCHEG2016, Vol. 32, No. (6): Pg.
[125]:Molle P. 2003. Filtres plantés de roseaux : limites hydraulique et rétention du phosphore. Thèse de doctorat, Université Montpellier II, p 217.
[126]:Abissy, Mr.; Mandi L. Use of rooted plants for the treatment of urban wastewater: The Case of reed. Rev. Sci. Water .1999, 12(2), 285-315.
[127]:Jedicke, A., Furch, B., SaintT, P. U. and Schlueter, U. B. 1989. "Increase in the . oxygen concentration in Amazon waters resulting from the root exudation of two notorious water plants, Eichhornia crassipes (Pontederiaceae) and Pistia stratiotes (Araceae). Amazoniana11(1): pp53-70.
[128]:Seidl , Mr. The system “lens of water - Tilapia” an ecological solution promising for the treatment of wastewater in West Africa. Gallery of the water, *Gallery of the wate*r 2005, *3*:11-17.
[129]:Rejsek,F.(2002).Analyse de l’eau :Aspects et règlementaire et techique.Ed CRDP d’Aquitaine .France,358p.

[130]:WHO (2006) WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture. World Health Organisation, Geneva, Switzerland,

[131]:Martens R.. 1982.Apparatus to study the qualitative relationship between root exudates and microbial population in the rhizosphere. *Soil. Bio. Biochem*. 14,pp 315-317.

[132]:Kroer N., Barkay ,T .,Soerensens S .,Weber D. 1998 Effect of root exaudates and bacterial metabolic activity on conjugal gene transfer in the rizophers of marsh plant. Fems Microbiol. Ecol.25,pp 375-384.

[133]:Liénard, A., Boutin, C. and Esser, D. (1990a). Domestic wastewater treatment with emergent hydrophyte beds in France. In : Constructed Wetlands in Water PollutionControl (Adv. Wat. Pollut. Control n°11). Ed. Cooper P.F. and Findlater B.C. Pergamon Press, United Kingdom, pp 183-192.

[134]:Heers, M. (2006) Constructed wetlands under different geographic conditions: Evaluation of the suitability and criteria for the choice of plants including productive species. Master thesis, Faculty of Life Sciences, Hamburg University of Applied Sciences, Germany.

[135]:M. Henze, P. Harremoes, J. L.C Jansen. and E. Avrin. Wastewater treatment. 2nd ed. (1997) springerverlag. Berlin.

[136]: R. Hamdaoui. Caractérisation physico-chimique et traitment des eaux usées résiduaires de la société SETEXAME. Kénitra. Mémoire DESA. 2006. Fac. Sci. Kénitra. Université Ibn Tofail. 100p.

[137]:Borner T, Von Felde K, Gschlossl T, Kunst S, Wissing F W. Germany. In: Vymazal J, Brix H, Cooper PF, Green MB, Haberl R. (eds). Constructed wetlands for wastewater treatment in Europe. Backhuys Publishers, Leiden, 1998

[138]: Maehlum, T., Stalnacke, P., 1999. Removal efficiency of three cold-climate constructed wetlands treating domestic wastewater: effects of temperature, seasons, loading rates and input concentrations. Water Sci. Technol. 40 (3), 273–281.

[139]: Maehlum, T., Jenssen, P.D., Warner, W.S., 1995. Cold-climate constructed wetlands. Water Sci. Technol. 32 (3), 95–101.

[140]: Reddy. K. R. and Debusk. T. A. 1987. Nutrient storage capabilities of aquatic and wetland plants. Aquatic plants for water treatment and ressource recovery. Reddy. K. R. and Smith. W. D. Orlando. Mangnolia Publishing Inc.: pp 337-357.

[141]:Thamdrup. B. and Dalsgaard. T. 2002. production of N(2) through Anaerobic Ammonium Oxidation Coupled to Nitrate Reduction in Marine Sediments. Applied and Env microbiol 68(3): pp 1312-1318.

[142]:Olivier Decamp Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, University of Leicester1996
[143]:Kadlec, R.H., Knight, R.L., 1996. Treatment Wetlands. Lewis Publishers, New York, pp. 893.
[144]:Jetens. M. S. Wagner. M. Fuerst. J. Vanloosdesht. M. Kuenen. G. and Strous. M. 2001. "Microbiology and application of the anaerobic ammonium oxidation ('anammox') process." Current Opinion in Biotechnology **12(3)**: pp 283-288;
[145]:Koottatep, T., Polprasert, C., 1997. Role of plant uptake on nitrogen removal in constructed wetlands located in the tropics. Water Sci. Technol. 36 (12), 1–8.
[146]:Lienard, A., Boutin, C., Esser, D., 1990. Domestic wastewater treatment with emergent hydrophyte beds in France. In: Cooper, P.F., Findlater, B.C. (Eds.), Constructed Wetlands in Water Pollution: Advances in Water Pollution Control. Pergamon Press, Great Britain, pp. 183–192.
[147]:Maehlum, T., Stalnacke, P., 1999. Removal efficiency of three cold-climate constructed wetlands treating domestic wastewater: effects of temperature, seasons, loading rates and input concentrations. Water Sci. Technol. 40 (3), 273 – 281.
[148]:Duggan, J. Batesm. P. and Phillips C.A., 2001- The efficacy of subsurface flow reed bed treatment in the removal of Campylobacter spp ., faecal coliforms and Escherichia coli from poultry litter , Environmental Health Research 11, pp 168-180.
[149]:Vincent G., Dallaire S., Lauzerd. 1994. Antimicrobial properties of roots exudate of threee macrophytes: Mentha aquatica L., Phragmites australis (Cav.) Trin. and Scirpus lacustris L. Proceedings of the 4th International Conference on Wetlands Systems for Water Pollution Control, Guangzhou, China . pp. 290–296.
[150]:Guiraud. J. P. 1998. Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod. p 136.

# الملحق

# ANNEXE

**ملحق (01) : تخزين بعض النباتات أيون النترات وتحولها الى نتريت**

| العدد | نوع النبات | $NO_3^-$ (mg/kg) | $NO_2^-$ (mg/kg) |
|---|---|---|---|
| 1 | البنجر | 2134 | 3.3 |
| 2 | الجزر | 183 | 1.5 |
| 3 | الكرنب | 330 | 2.3 |
| 4 | الفجل | 2600 | 7.3 |
| 5 | الكرفس | 1321 | 0.7 |
| 6 | الخس | 1361 | 8.7 |
| 7 | السبانخ | 442 | 3.2 |
| 8 | الخيار | 156 | 8.0 |
| 9 | الفاصوليا الخضراء | 153 | 5.3 |

**ملحق (02) : أقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثنائيا.**

| أقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثنائيا | | |
|---|---|---|
| | الخواص | أقصى مستويات التلوث mg/l |
| الخواص الطبيعية | المواد الطافية | خاليه |
| | المواد الصلبة العالقة TSS | 40 |
| | الأس الهيدروجينيpH | 8.4 - 6 |
| الخواص الكيميائية العضوية | الأكسجين الحيوي المستهلك $BOD_5$ | 40 |
| | العكارة | 5.00 وحدة عكارة |
| | الزيوت و الشحوم | لا يوجد |
| | الفينول | 0.002 |
| الخواص الجرثومية | عدد عصيات القولون البرازية | 1000خلية /100ملليتر /100ملليتر |
| خواص المركبات الكيميائية | النترات $No_3$ -N | 10.0 |
| | الأمونيا ( $NH_3$ -N) | 5.0 |
| الخواص الكيميائية | الألومنيوم Al | 5.0 |
| | الزرنيخ As | 0.1 |
| | البيريليوم Be | 0.1 |
| | البورون B | 0.75 |
| | الكادميوم Cd | 0.01 |
| | الكلورين الحر $Cl_2$ | 0.5 (+) |
| | الكروم Cr | 0.1 |
| | الكوبالت Co | 0.05 |

| | |
|---|---|
| Cu النحاس | 0.4 |
| F الفلوريد | 1 |
| Fe الحديد | 5.0 |
| Pb الرصاص | 0.1 |
| Li الليثيوم | 2.5 |
| Mn المنجنيز | 0.2 |
| Hgالزئبق | 0.001 |
| Mo الموليبيدنيوم | 0.01 |
| Ni النيكل | 0.2 |
| Seالسيلينيوم | 0.02 |
| Vالفانديوم | 0.1 |
| Znالزنك | 4.0 |

**ملحق ( 03 ) :أقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثيا.**

| أقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً | | |
|---|---|---|
| الخواص | | أقصى مستويات التلوث mg/l |
| الخواص الطبيعية | المواد الطافية | خالية |
| | TSS المواد الصلبة العالقة | 10 |
| | pH الأس الهيدروجيني | 8.4 - 6 |
| الخواص الكيميائية العضوية | $BOD_5$الأكسجين الحيوي المستهلك | 10 |
| | العكارة | 5.00 وحدة عكارة |
| | الزيوت و الشحوم | لا يوجد |
| | فينول | 0.002 |
| الخواص الجرثومية | عدد عصيات القولون البرازية | 2.2 (ب) (عدد/100 مل ) عينه |
| | عدد بويضات الديدان المعوية | 1 بيضة حية (عدد/لتر) |
| خواص المركبات الكيميائية | النترات $No_3$ -N | 10.0 |
| | الأمونيا ($_3$ NH-N) | 5.0 |
| الخواص الكيميائية | الألومنيوم Al | 5.0 |
| | الزرنيخ As | 0.1 |

| | |
|---|---|
| البيريليوم Be | 0.1 |
| البورون B | 0.75 |
| الكادميوم Cd | 0.01 |
| الكلورين الحر $Cl_2$ | 0.5 (+) |
| الكروم Cr | 0.1 |
| الكوبالت Co | 0.05 |
| النحاس Cu | 0.4 |
| الفلوريد F | 1 |
| الحديد Fe | 5.0 |
| الرصاص Pb | 0.1 |
| الليثيوم Li | 2.5 |
| المنجنيز Mn | 0.2 |
| الزئبق Hg | 0.001 |
| الموليبيدنيوم Mo | 0.01 |
| النيكل Ni | 0.2 |
| السيلينيوم Se | 0.02 |
| الفانديوم V | 0.1 |
| الزنك Zn | 4.0 |

**جدول(04) :المعايير الفيزيو كيميائي لمياه الصرف الصحي التي تطبقها منظمة الصحة العالمية (WHO)** World Health Organization **في الجزائر**

| parameters | Normes | Unites |
|---|---|---|
| T° | **30** | **C°** |
| pH | **6.5-8** | |
| COD | **90** | **mg/l** |
| $BOD_5$ | **30** | **mg/l** |
| TSS | **30** | **mg/l** |
| $O_2$dis | **2-5** | **mg/l** |
| Nt | **50** | **mg/l** |
| Pt | **2** | **mg/l** |
| $NO_2^-$ | **0.1** | **mg/l** |
| Zn | **2** | **mg/l** |
| Cr | **0.1** | **mg/l** |
| Hydrocabures | **10** | **mg/l** |
| Detergents | **1** | **mg/l** |
| Oils andGreases | **20** | **mg/l** |

**الجدول رقم (05) : المعاييرالقياسية و الشروط المطابقة لكثير من الدول العربية.**

| أقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة | | |
|---|---|---|
| أقصى مستويات التلوث mg/l | | |
| | الخواص | |
| الخواص الطبيعية | المواد الطافية | خاليه |
| | المواد الصلبة العالقة TSS | 40 |
| | الأس الهيدروجينيpH | 8.4 - 6 |
| الخواص الكيميائية العضوية | الأكسجين الحيوي المستهلك $BOD_5$ | 40 |
| | العكارة | 5.00 وحدة عكارة |
| | الزيوت و الشحوم | لا يوجد |
| | الفينول | 0.002 |
| بعض خواص المركبات الكيميائية | النترات $No_3$ -N | 10.0 |
| | الأمونيا ( $NH_3^-N$) | 5.0 |
| | الزرنيخ As | 0.1 |
| | الحديد Fe | 5.0 |
| | الرصاص Pb | 0.1 |
| | المنجنيز Mn | 0.2 |
| | الزنك Zn | 4.0 |

**صورةرقم ( 11 ) :المصب النهائي لحي الشط (أخذ منه بعض النباتات)**

**صورةرقم ( 12 ) :غوط مغمور ببلدية كوينبن**

**موشرات مناخية خلال السنة 2015**

| *Vitesse du Vent (m/s)* متوسطقوةالرياح (م/ث) | *Taux d'Humidité* معدلالرطوبة (%) | *Précipitation (mm)* ) ملم)تساقطالأمطار | *Température moyenne(C°)* متوسطدرجةالحرارة | *Durant le moi* خلالالشهر |
|---|---|---|---|---|
| **2** | **68** | **1** | **10** | جانفي |
| **3** | **54** | **4** | **11** | فيفري |
| **3** | **49** | **3** | **16** | مارس |
| **3** | **36** | **0** | **22** | افريل |
| **3** | **30** | **0** | **28** | ماي |
| **3** | **35** | **0** | **30** | جوان |
| **4** | **33** | **0** | **34** | جويلة |
| **3** | **40** | **4** | **34** | اوت |
| **3** | **49** | **1** | **30** | سبتمبر |
| **1** | **51** | **0** | **24** | اكتوبر |
| **1** | **62** | **0** | **17** | نوفمبر |
| **1** | **72** | **0** | **11** | ديسمبر |
| **2.5** | **48.25** | **13** | **22.25** | خلال السنة |

**Source: *D. Transport – W. El-Oued* / المصدر :مديريةالنقل – الوادي**

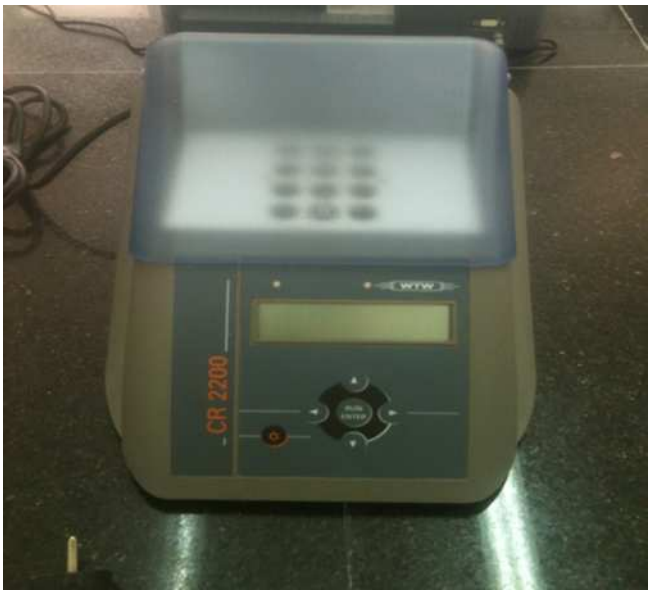
## صور بعض الأجهزة المستعملة في التحاليل الفزيوكميائية

Conductimeter

Oxymeter

pH meter

Turbidety meter




Spectrophotometre

Spectrophotometre

Oxymeres in the lab

BODMETER

**اختبارالكشف وعد بكتيرياالقولون الكلية والبرازية.**

**جدول(12) : جدول**( Mac-Crady ) [147].

| Nombre de tubes positifs | NPP pour 100Ml |
|---|---|
| 001 | **3** |
| 010 | **3** |
| 100 | **4** |
| 101 | **7** |
| 110 | **7** |
| 111 | **11** |
| 120 | **11** |
| 200 | **9** |
| 201 | **14** |
| 210 | **15** |
| 211 | **20** |
| 220 | **21** |
| 221 | **28** |
| 300 | **23** |
| 301 | **39** |
| 302 | **64** |
| 310 | **48** |
| 311 | **75** |
| 312 | **120** |
| 320 | **93** |
| 321 | **150** |
| 322 | **210** |
| 330 | **240** |
| 331 | **460** |
| 332 | **1100** |
| 333 | **1400** |

**جدول (13) :كيفية قراءةالنتائج بطريقة NPP عن طريق جدول (Mac-Crady).**

| Exp | Volume of sample dilution | | | | | | | | NPP of 100 mL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 ml | 1 ml | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ | $10^{-5}$ | $10^{-6}$ | |
| Exp 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | $46\times10^{3}$ |
| Exp 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | $11\times10^{4}$ |
| Exp 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |

مثال:

نبدأالقراءة من أخر 3 أنابيب موجبة ونكون منها عدد ذو ثلاث أرقام و بالتالي : في المثال الأول يتشكل لنا العدد 331 : بمطابقة هذا العدد في جدول ( Mac-Crady ) نجده يوافق العدد460 وللحصول على عدد البكتيريا في المحلول الأم نضرب العدد الناتج في مقلو ب التخفيف$10^{2}$ ،أي:

$460\times10^{2}$ بكتيريا / ملل .أنظرالجدول (08) والجدول (09).

**تغيراللون بين الأنابيب الموجبة السالبة للبكتيريا.**

**Table-14 :** Evolution of Temperature

| T° | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **21,4** | **22** | **23** | **24,7** | **25,5** | **26,4** | **27** | **31** | **26,1** | **23,8** | **22,5** | **20** |
| witness | **16** | **17,9** | **17,5** | **17,7** | **18,6** | **18,5** | **18,2** | **18** | **23,1** | **18,2** | **18,5** | **17,7** |
| *Typha latifoli* | **17,1** | **17,1** | **17** | **17** | **18** | **18,1** | **18,5** | **23,3** | **24,4** | **17,7** | **21,4** | **18,2** |
| *Juncus effusus* | **15,8** | **17,9** | **17,8** | **17,8** | **17,3** | **17** | **18,2** | **22,5** | **18,5** | **16,5** | **19,5** | **17,1** |
| *Phragmites australis* | **17,9** | **17,9** | **17,7** | **17,5** | **17,9** | **18** | **18** | **22,0** | **22,3** | **20,0** | **20,7** | **16,2** |

**Table -15 :** Evolution of pH

| pH | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **7,82** | **8,06** | **8,17** | **7,74** | **8,28** | **8,27** | **8,13** | **8,09** | **7,64** | **7,61** | **7,95** | **8,00** |
| witness | **7,41** | **7,28** | **7,40** | **7,50** | **7,99** | **8,00** | **7,20** | **7,55** | **7,40** | **7,59** | **7,50** | **7,65** |
| *Typha latifoli* | **7,30** | **7,20** | **7,20** | **7,20** | **7,80** | **7,82** | **7,00** | **7,22** | **7,13** | **7,49** | **7,19** | **7,55** |
| *Juncus effusus* | **7,09** | **7,00** | **7,10** | **7,46** | **7,22** | **6,90** | **7,12** | **6,82** | **6,83** | **7,13** | **6,79** | **7,15** |
| *Phragmites australis* | **7,01** | **7,00** | **7,15** | **7,30** | **7,68** | **7,20** | **7,04** | **7,29** | **6,85** | **7,29** | **7,04** | **7,54** |

**Table -16 :** Evolution of TSS (mg/l)

| TSS | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **255,4** | **280,9** | **280** | **270,2** | **280,3** | **250** | **273** | **288,2** | **260** | **265,3** | **260** | **245,7** |
| witness | **26** | **23,33** | **23,2** | **23** | **23,22** | **25** | **25** | **23,11** | **24** | **24, 2** | **26,7** | **28,07** |
| *Typha latifoli* | **24,1** | **24,2** | **20,2** | **24,1** | **15,2** | **13,9** | **13,2** | **12** | **15** | **18,2** | **15,01** | **19,1** |
| *Juncus effusus* | **36** | **14,5** | **20,2** | **14** | **14,9** | **14,8** | **16** | **20** | **10** | **16** | **16,5** | **11,5** |
| *Phragmites australis* | **24,5** | **20,3** | **20,3** | **20,5** | **14** | **14,5** | **15,5** | **20,35** | **18** | **18,5** | **12,11** | **16,5** |

T**able -17 :** Evolution of Conductivity Electronic (ms/cm)

| E C | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **6,03** | **6,10** | **6,02** | **5,14** | **6,17** | **6,01** | **6,12** | **6,26** | **6,52** | **6,37** | **6,14** | **6,32** |
| witness | **5,56** | **7,14** | **7,00** | **7,72** | **6,65** | **6,55** | **7,11** | **7,20** | **10,6** | **10,5** | **7,2** | **8,8** |
| *Typha latifoli* | **6,5** | **7,20** | **6,77** | **9,09** | **6,73** | **6,70** | **7,61** | **7,37** | **11,2** | **11,4** | **8,5** | **9,0** |
| *Juncus effusus* | **6,50** | **6,44** | **9,30** | **10,3** | **10,2** | **10,2** | **10,0** | **9,43** | **20,6** | **21,9** | **20,5** | **20,8** |
| *Phragmites australis* | **5,90** | **5,85** | **5,82** | **6,8** | **7,79** | **7,20** | **6,42** | **7,37** | **15,7** | **21,3** | **16,3** | **17,1** |

**Table -18:** Evolution of $O_2$ dis (mg/l)

| $O_2$ dis | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **0,82** | **1,60** | **1,50** | **0,30** | **0,50** | **0,40** | **0,40** | **0,20** | **0,9** | **0,8** | **0,2** | **0,5** |
| witness | **4,5** | **4,20** | **4,20** | **4,00** | **4,10** | **4,19** | **4,10** | **4,10** | **3,9** | **3,30** | **3,70** | **3,50** |
| *Typha latifoli* | **4,60** | **4,60** | **4,65** | **4,20** | **4,70** | **4,70** | **4,80** | **4,20** | **5,70** | **6,10** | **5,80** | **5,5** |
| *Juncus effusus* | **6,00** | **6,20** | **6,20** | **5,14** | **5,10** | **5,10** | **5,00** | **4,50** | **6,90** | **7,00** | **7,9** | **7,5** |
| *Phragmites australis* | **4,80** | **4,80** | **4,70** | **4,70** | **4,80** | **4,90** | **4,90** | **4,70** | **4,74** | **4,80** | **4,90** | **4,98** |

**Table-19:** Evolution of Turb (NTU)

| Turb | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **334** | **321** | **231** | **233** | **230** | **237** | **321** | **336** | **293** | **253** | **266** | **320** |
| witness | **190** | **192** | **196** | **195** | **175** | **175** | **175** | **165** | **189** | **190** | **150** | **160** |
| *Typha latifoli* | **92,0** | **93,10** | **93,2** | **93,2** | **93,2** | **93,0** | **92,9** | **91,7** | **99** | **97** | **98** | **94,0** |
| *Juncus effusus* | **111** | **101** | **101** | **115** | **100** | **102** | **105** | **100** | **82,5** | **86,3** | **482,** | **80,2** |
| *Phragmites australis* | **100** | **120** | **120** | **100** | **110** | **100** | **115** | **70,0** | **70,1** | **72,1** | **74,9** | **,047** |

**Table-20:** Evolution of $BOD_5$ (mg/l)

| $BOD_5$ | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **190** | **150** | **190** | **190** | **120** | **120** | **180** | **140** | **196** | **144** | **190** | **190** |
| witness | **32,0** | **32,10** | **31,9** | **32** | **32** | **34** | **32** | **27,9** | **38** | **26,1** | **32,0** | **32,0** |
| *Typha latifoli* | **14,7** | **14,71** | **14,1** | **14,2** | **14,2** | **14** | **14** | **14,2** | **20,2** | **14,7** | **14,2** | **14,2** |
| *Juncus effusus* | **9,80** | **9.,80** | **9.,80** | **9,80** | **14,5** | **14,5** | **21,3** | **21,3** | **15** | **9,80** | **9,80** | **9,80** |
| *Phragmites australis* | **7,10** | **7,14** | **7,13** | **7,12** | **7,12** | **7,10** | **7,10** | **9,80** | **13,1** | **6,14** | **7,13** | **7,12** |

**Table-21:** Evolution of COD (mg/l)

| COD | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **352** | **306** | **330** | **346** | **324** | **334** | **354** | **354** | **343** | **326** | **323** | **300** |
| witness | **180** | **195** | **195,5** | **210** | **208** | **266** | **248** | **228** | **227** | **130** | **170** | **150** |
| *Typha latifoli* | **92** | **108** | **57** | **93** | **66** | **99** | **94** | **86** | **64** | **92** | **96** | **80** |
| *Juncus effusus* | **88** | **90** | **90** | **92** | **69** | **86** | **89** | **89** | **67** | **80** | **89** | **70** |
| *Phragmites australis* | **80,5** | **86** | **93** | **89** | **76,0** | **78,0** | **86** | **96** | **70** | **69** | **66** | **65,3** |

**Table -22:** Evolution of $NH_4^+$

| $NH_4^+$ | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **65,85** | **66,00** | **56,0** | **55,1** | **66,8** | **66,8** | **65,0** | **55,0** | **67,0** | **55,7** | **62,1** | **58,0** |
| witness | **60,20** | **53,0** | **53,8** | **55,6** | **65,7** | **60,7** | **59,8** | **53,9** | **58,8** | **52,3** | **51,5** | **49,6** |
| *Typha latifoli* | **0,345** | **0,640** | **0,60** | **0,35** | **0,41** | **0,41** | **0,30** | **0,60** | **0,59** | **0,81** | **0,95** | **1,43** |
| *Juncus effusus* | **0,339** | **0,339** | **0,33** | **0,30** | **0,34** | **0,50** | **0,56** | **0,34** | **0,51** | **0,60** | **0,44** | **1,20** |
| *Phragmites australis* | **0,189** | **0,211** | **0,20** | **0,20** | **0,19** | **0,18** | **0,20** | **0,21** | **0,23** | **0,32** | **0,12** | **0,16** |

**Table-23:** Evolution of $NO_2^-$

| $NO_2^-$ | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **0,45** | **0,14** | **0,28** | **0,16** | **0,09** | **0,01** | **0,04** | **0,01** | **0,09** | **0,04** | **0,01** | **0,06** |
| witness | **0,074** | **0,054** | **0,01** | **0,08** | **0,04** | **0,05** | **0,05** | **0,06** | **0,06** | **0,05** | **0,05** | **0,07** |
| *Typha* | **0,07** | **0,07** | **0,07** | **0,03** | **0,03** | **0,03** | **0,06** | **0,05** | **0,02** | **0,02** | **0,03** | **0,06** |
| *Juncus effusus* | **0,04** | **0,06** | **0,06** | **0,04** | **0,01** | **0,02** | **0,03** | **0,05** | **0,06** | **0,06** | **0,01** | **0,01** |
| *Phragmites australis* | **0,04** | **0,07** | **0,09** | **0,03** | **0,04** | **0,03** | **0,02** | **0,03** | **0,01** | **0,04** | **0,05** | **0,05** |

**Table-24:** Evolution of $NO_3^-$

| $NO_3^-$ | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | 51,6 | 36,2 | 35 | 31,6 | 26,5 | 31,9 | 29,4 | 30,5 | 26,9 | 30,6 | 31 | 34,6 |
| witness | 9,8 | 8,4 | 9,8 | 10,1 | 11,2 | 13,2 | 9,5 | 7,5 | 9,8 | 12 | 10,2 | 9,4 |
| *Typha* | 7 | 5 | 4,1 | 4,2 | 2 | 3,3 | 2,3 | 2,25 | 3,3 | 4,7 | 4,9 | 5,9 |
| *Juncus effusus* | 1,25 | 4,5 | 3,9 | 3,8 | 6 | 6,7 | 6,93 | 4,5 | 5,55 | 6,4 | 5,93 | 5 |
| *Phragmites australis* | 1,2 | 4,4 | 3,3 | 3,7 | 4,6 | 4,7 | 3,3 | 4,3 | 6,6 | 4,5 | 3,8 | 4,2 |

**Table-25:** Evolution of $PO_4^{3-}$

| $PO_4^{3-}$ | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **36** | **34** | **22** | **32,3** | **28,5** | **53,5** | **26,0** | **29,9** | **26,6** | **29,0** | **35,3** | **43,5** |
| witness | **12,55** | **11,29** | **13,8** | **12,8** | **10,8** | **13,5** | **8,8** | **10,5** | **12,8** | **14,1** | **12,0** | **11,9** |
| *Typha latifoli* | **8,5** | **7,7** | **2,2** | **3,43** | **4,50** | **5,30** | **3,5** | **3,4** | **5,1** | **10,5** | **5,15** | **5,02** |
| *Juncus effusus* | **5,9** | **6,85** | **6,59** | **8,00** | **6,50** | **8,70** | **3,55** | **7,23** | **5,40** | **11,3** | **9,50** | **5,29** |
| *Phragmites australis* | **6,80** | **4,90** | **5,80** | **5,47** | **5,40** | **5,50** | **4,02** | **5,04** | **9,80** | **10,7** | **6,50** | **6,70** |

**Table-26: Evolution of Escherchia Coli**

| Escherchia Coli | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **155000** | **145000** | **145000** | **120000** | **180000** | **140000** | **145000** | **165000** | **177000** | **135000** | **120000** | **160000** |
| witness | **14700** | **12200** | **11800** | **10800** | **10600** | **13000** | **12500** | **10500** | **11800** | **10600** | **11000** | **12000** |
| *Typha latifoli* | **125** | **370** | **320** | **243** | **350** | **400** | **280** | **340** | **490** | **125** | **415** | **322** |
| *Juncus effusus* | **180** | **200** | **220** | **300** | **250** | **500** | **355** | **123** | **540** | **113** | **190** | **520** |
| *Phragmites australis* | **190** | **190** | **280** | **300** | **340** | **350** | **302** | **404** | **480** | **227** | **290** | **477** |

**Table-27: Evolution of Coliformes Fecaux**

| Coliformes Fecaux | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **380000** | **320000** | **190000** | **353000** | **265000** | **555000** | **240000** | **259000** | **306000** | **310000** | **325000** | **463000** |
| witness | **14750** | **12200** | **11800** | **10800** | **10600** | **15500** | **10800** | **10500** | **11800** | **15600** | **11000** | **12400** |
| *Typha latifoli* | **125** | **370** | **320** | **243** | **350** | **500** | **280** | **340** | **490** | **125** | **415** | **322** |
| *Juncus effusus* | **180** | **385** | **350** | **400** | **450** | **370** | **355** | **323** | **340** | **213** | **250** | **220** |
| *Phragmites australis* | **180** | **290** | **280** | **300** | **340** | **350** | **302** | **404** | **380** | **227** | **290** | **377** |

**Table-28: Evolution of StreptocoqueTotaux**

| StreptocoqueTotaux | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **230000** | **240000** | **200000** | **250000** | **210000** | **260000** | **280000** | **240000** | **200000** | **230000** | **270000** | **220000** |
| witness | **25000** | **30000** | **32000** | **28000** | **31000** | **24000** | **25000** | **20000** | **18000** | **22000** | **19000** | **21000** |
| *Typha latifoli* | **480** | **475** | **470** | **490** | **485** | **500** | **490** | **485** | **500** | **510** | **495** | **560** |
| *Juncus effusus* | **300** | **320** | **340** | **300** | **350** | **325** | **330** | **360** | **350** | **355** | **360** | **365** |
| *Phragmites australis* | **300** | **320** | **295** | **295** | **300** | **320** | **340** | **320** | **325** | **340** | **360** | **370** |

**Table-29: Evolution of Streptocoque Fecaux**

| Streptocoque Fecaux | Jan | Feb | Mar | Apr | May | June | July | Aug | Sept | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in flow | **145000** | **140000** | **130000** | **13500 0** | **15500 0** | **14500 0** | **16000 0** | **15000 0** | **16000 0** | **15500 0** | **13500 0** | **13000 0** |
| witness | **9000** | **8800** | **8700** | **8800** | **8300** | **9700** | **9700** | **9900** | **8100** | **8600** | **8400** | **10000** |
| *Typha latifoli* | **150** | **148** | **147** | **147** | **145** | **140** | **173** | **150** | **152** | **155** | **145** | **150** |
| *Juncus effusus* | **180** | **179** | **178** | **178** | **173** | **177** | **181** | **200** | **185** | **190** | **175** | **171** |
| *Phragmites australis* | **160** | **150** | **160** | **170** | **180** | **140** | **180** | **200** | **170** | **150** | **140** | **120** |

**نموذج تزويد المحطة النموذجية بالمياه الغير معالج**