الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي
كلية العلوم والتكنولوجيا

قسم هندسة الطرائق والبتروكيمياء

مذكرة تخرج تدخل ضمن متطلبات الحصول على شهادة

ماستر أكاديمي

مجال: العلوم والتكنولوجيا

شعبة: هندسة طرائق

إعـــــــــداد:

- بن عدي نادية
- رمضاني عبد الفتاح

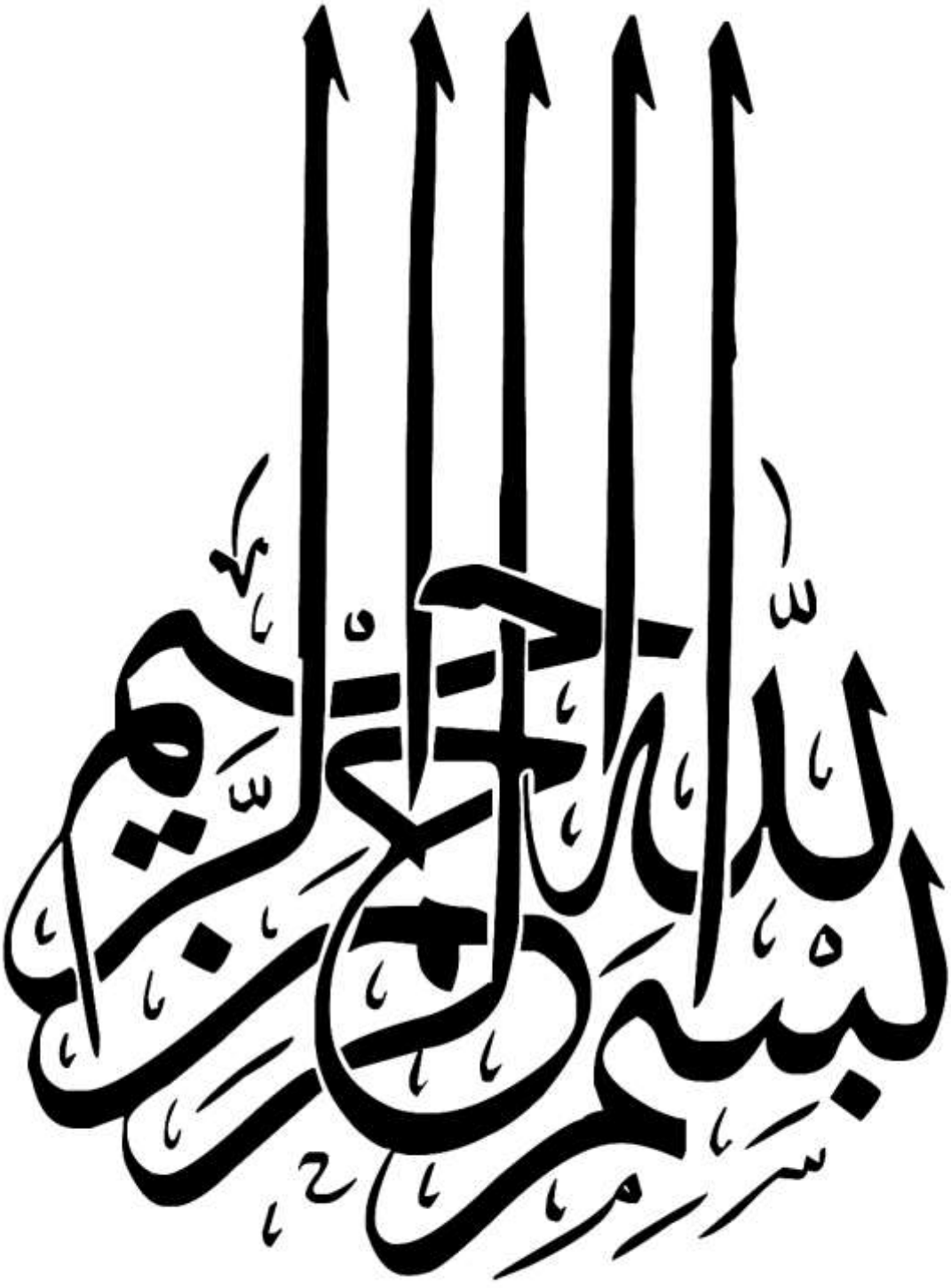
<u>عنوان المشروع</u>:

معالجة المياه المستعملة باستعمال النباتات الصحراوية

اللجنة المناقشة:

العيد زغود	أستاذ محاضر	رئيساً
محمد الطيب وصيف خالد	أستاذ محاضر	مشرفاً
محمد العربي بن عمر	أستاذ محاضر	مناقشاً

الموسم الجامعي:2019-2020 م


بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وعرفان

الحمد لله عز وجل الذي أنار لنا درب العلم والمعرفة وأعاننا على أداء هذا الواجب وفقنا على إتمام هذا العمل فعظيم الشكر والتقدير والاحترام للأستاذ المشرف (خالد لوصيف) كما نتوجه بالشكر الجزيل إلى كل من ساندنا في انجاز هذا العمل سواء من قريب أو بعيد

اسأل الله تعالى إن يزيدنا فهما صالحا ويرزقنا العلم النافع وان يجعل أعمالنا جميعا صالحة وخالصة لوجهه الكريم وانه على كل شيء قدير .والحمد لله من قبل وبعد

فهرس المحتويات

شكر وعرفان

فهرس المحتويات

مقدمة 2

الفصل الأول: عموميات حول المياه الملوثة

1.1. تعريف تلوث المياه: 4

2.1. مصادر تلوث المياه:..... 4

3.1. انواع التلوث المائي: 5

4.1. مياه الصرف الصحي:..... 5

1.4.1. تعريف مياه صرف الصحي:..... 5

2.4.1. مصادر وانواع مياه الصرف:..... 6

1.2.4.1. مياه الامطار الملوثة:..... 6

2.2.4.1. مياه غسيل الشوارع: 7

3.2.4.1. المياه الصناعية: 7

4.2.4.1. مياه الرشح: 7

5.2.4.1. مياه الصرف المنزلي:..... 7

3.4.1. مخاطر مياه الصرف الصحي:..... 8

1.3.4.1. اخطار الأرض والفلاحة:..... 8

2.3.4.1. الاخطار الصحية على الانسان: 8

..... 9

الفصل الثاني:عموميات حول المياه المستعملة

تمهيـد: 10

1.2. تعريف المياه المستعملة: 10

2.2. مصادر المياه المستعملة:..... 10

1.2.2. المياه المستعملة المنزلية:..... 10
2.2.2. مياه الأمطار الملوثة:..... 10
3.2.2. المياه المستعملة الصناعية:..... 11
4.2.2. مياه الرشح:..... 11
3.2. مكونات المياه المستعملة المنزلية:..... 11
1.3.2. المواد الصلبة: 12
أ. المواد العضوية(MO): 12
ب. المواد غير العضوية (MM):..... 12
ت. المواد الصلبة العالقة (MES):..... 12
* المواد الصلبة العالقة المترسبة:..... 12
* المواد الصلبة العالقة الغروية:..... 13
4.1.3.2. المواد الصلبة الذائبة:..... 13
1.4.1.3.2. الأملاح الذائبة:..... 13
2.4.1.3.2. المعادن الثقيلة:..... 13
2.3.2. الغازات الذائبة:..... 14
3.3.2. السوائل المتطايرة:..... 14
4.3.2. الكائنات الحية:..... 14
أ. الكائنات الحية الدقيقة:..... 14
ب. الكائنات الحية الغير دقيقة:..... 15
4.2. خصائص المياه المستعملة المنزلية:..... 15
1.4.2. الخصائص الفيزيائية: 15
أ. الرائحة:..... 15
ب. درجة الحرارة:..... 15
ت. اللون:..... 15
ج. العكارة:..... 16
د. المواد الصلبة الكلية (MES):..... 16

2.4.2. الخصائص الكيميائية:..... 16
أ. الدليل الهيدروجيني (P^h):..... 16
ب. الأكسجين المنحل الذائب (O^2):..... 16
ت. الطلب البيولوجي للأكسجين(DBO5): 17
ج. الطلب الكيميائي للأكسجين(DCO):..... 17
3.4.2. العناصر المؤكسدة [2]:..... 17
أ. الأزوت (N): 17
ب. الفوسفور (P) :..... 17
ت. المعادن الثقيلة:..... 18
4.4.2. الخصائص البيولوجية: 18
5.2. طرق معالجة المياه المستعملة..... 18
1.5.2. طريقة الحماة المنشطة:..... 18
2.5.2. طريقة المرشحات البيولوجية: 19
3.5.2. البحيرات المهواة:..... 20
4.5.2.الأقراص البيولوجية الدوارة : 21
5.5.2. طريقة احواض التثبيت:..... 22
6.5.2. المعالجة بالنباتات: 22
7.5.2. برك الأكسدة: 23
6.2. مراحل معالجة مياه المستعملة:..... 24
المرحلة الأولى: المعالجة الأولية traitement primaire..... 24
المرحلة الثانية: المعالجة الثانوية (الحيوية) traitement boilogique..... 24
المرحلة الثالثة: المعالجة المتقدمة..... 25
7.2. مجالات استخدام المياه المستعملة المعالجة:..... 25
1.7.2. الزارعة:..... 26
2.7.2.الصناعة:..... 26
3.7.2. الاستخدامات الترفيهية:..... 26

4.7.2. تغدية طبقة المياه الجوفية:..... 26
5.7.2. الشرب:..... 26
2.8. العوامل الدافعة لإعادة استعمال المياه المستعملة:..... 27

الفصل الثالث: معالجة المياه المستعملة بالنباتات

تمهيد:..... 29
1.3. تعريف التصفية النباتية:..... 29
2.3. تاريخ التصفية النباتية "الطبيعية":..... 29
3.3. العوامل المؤثرة على التصفية النباتية:..... 30
1.3.3. التهوية الكبيرة:..... 30
2.3.3. الحرارة:..... 30
3.3.3. مكونات الارضية:..... 30
4.3.3. أنواع النباتات ذات الأوراق الكبيرة:..... 31
5.3.3. مدة المكوث:..... 31
4.3. فوائد التصفية النباتية:..... 31
5.3. مبدأ التصفية بالنباتات ذات الأوراق الكبيرة:..... 32
6.3. دور النباتات ذات الأوراق الكبيرة:..... 33
7.3. أنواع المرشحات المزروعة:..... 35
1.7.3. المرشحات النباتية بالتدفق العمودي:..... 35
2.7.3. المرشحات النباتية بالتدفق الأفقي:..... 36
المصدر: العابد ابراهيم، تخصص كيمياء عضوية تطبيقية لنيل شهادة دكتوراه علوم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية..... 37
3.7.3. الأنظمة الهجينة:..... 37
8.3. النباتات المائية المستعملة في المعالجة:..... 38
1.8.3. نبات JUNCUS EFFUSUS:..... 38
2.8.3. نبات CYPURUS PAPYRUS :..... 38
9.3. المحاسن والمساوئ المعالجة بالنباتات:..... 40

1.9.3. محاسن المعالجة بالنباتات:..... 40
2.9.3. مساوئ المعالجة بالنباتات:..... 41
9.3. تصميم محطة التصفية النباتية:..... 41
1.9.3. أبعاد الحوض:..... 42
2.9.3. مراقبة محطة التصفية:..... 42
10.3. التصفية النباتية للمياه المستعملة بالجزائر:..... 42
الخاتمة..... **44**
قائمة المراجع..... **46**

مقدمة

مقدمة

تعاني معظم الدول العالم في الوقت الحالي من حالة نقص الموارد المائية والبحيرات والانهار العذبة مما يؤثر على الحياة في هذه الدول وكذلك على قطاعات الزراعية والصناعة وغيرها، ولعل معالجة المياه المستعملة هي الحل المثالي لهذه الدول لتعويض هذا النقص.

والمياه لها أهمية كبيرة بالنسبة للعالم مند القدم حتى الآن، فهي احدى مظاهر الحياة على سطح كوكب الارض، بل ان حياة البشر ترتبط بها ليس فقط للشرب و لكن أيضا للزارعة والصناعة.

ولكن بسبب التلوث الذي على الموارد المائية أدى ذلك الى شح المياه و الموارد المائية مثل الانهار والبحيرات التي تشكل جزء من المياه التي يستعين بها البشر على حياتهم وزراعتهم، على أية حال بسبب هذه الملوثات، فقد اتجهت معظم الدول الى معالجة المياه التي تم استعمالها في الزارعة او استعمالها في الحياة اليومية للبشر واعادة تنقيتها و جعلها صالحة للاستخدام البشري مرة اخرى، لتوفير الموارد المائية من جهة وكذلك لزيادة نسبة المياه الجديدة المستخدمة، لذلك نقوم من خلال السطور القليلة القادمة بعرض أهمية طريقة التي تعالج المياه المستعملة بواسطة النباتات للتخلص من المياه الملوثة حيث يتم استخدام النباتات من جذور والأوراق وسيقان التي تنقي المياه بنسبة 99٪ من الملوثات وذلك بعدما توضع المياه في أحواض كبيرة تمهيدا لهذه المعالجة.

وفي دراستنا الحالية ونظرا لضيق الوقت والحالة الصحية التي مر بها العالم عامة وبلادنا خاصة بسبب تفشي فيروس كورونا الذي شل الحركة الطبيعية للحياة اليومية تعذر علينا عمل الجانب التطبيقي والذي كان مفترضا فيه قيام بدراسة حول شط حلوفة.

الفصل الأول:

عموميات حول المياه الملوثة

1.1. تعريف تلوث المياه:

جاء تعريف منظمة الصحة العالمية عام 1961م لتلوث المياه على انه: هو أي تغيير يطرا على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للمياه مما يؤدي الى تغيير في حالتها بطريقة مباشرة وعير مباشرة بحيث تصبح المياه اقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها، سواء للشرب او الاستهلاك المنزلي او الزراعي او غيره.

وعرف هو بكنز وشولز سنة 1954م الماء الملوث بانه الماء الدي تنخفض درجة جودته نتيجة اختلاطه بمخلفات الصرف الصحي أو غيرها من المخلفات تجعله غير صالح للشرب أو للاستعمال في الاغراض الصناعية. وتأثير مكونات الماء على استعماله يعتمد على تركيز هذه المكونات فاذا كانت بتركيز منخفض بدرجة كافية فلا يكون لها تأثير ضار عند استعمال الماء في أي غرض، وفي الواقع هناك العديد من المكونات التي يمكن الاعتراض على وجودها بتركيز مرتفع، ولكن وجودها يمكن ان يصبح مقبولا في حالة وجودها بتركيزات منخفضة عند استخدام الماء في غرض معين.[1]

2.1. مصادر تلوث المياه:

تعدد مصادر تلوث المياه ويمكن تقسيمها إلى:

- ✓ مصادر طبيعية وتشمل الجو، المعادن الدائبة، تحلل مواد نباتية، والجريان السطحي للأملاح والكيماويات.
- ✓ مصادر زراعية وتشمل الانجراف المائي للتربة، مخلفات حيوانية، اسمدة كيماوية ومبيدات، مياه الري.

- ✓ مياه الصرف وتشمل الصرف الصحي، الصرف الصناعي مركبات البحرية والحوادث البحرية مصادر اخرى متنوعة مثل انشطة البناء، المناجم، الماء الجوفي، اماكن تجمع القمامة، واماكن انتاج الاسمنت.[1]

3.1. انواع التلوث المائي:

تتمثل انواع تلوث المياه في العناصر التالية:

- ✓ التلوث الحراري.
- ✓ التلوث الاشعاعي.
- ✓ التلوث الكيميائي وينقسم: التلوث الصناعي، التلوث بالمبيدات، التلوث بالأسمدة الزراعية والكيماوية، التلوث بالمخلفات النفطية، التلوث بالأمطار الحامضية.
- ✓ التلوث البيولوجي: وينقسم الى التلوث بالطحالب التلوث بالبكتيريا، والتلوث بمياه الصرف الصحي.[1]

4.1. مياه الصرف الصحي:

1.4.1. تعريف مياه صرف الصحي:

- ✓ هي المياه العادمة التي استخدمت من طرف الانسان في مختلف المجالات تكون هده المياه ملوثة بواسطة مواد تغير من خصائصها الكيميائية او تغير من طبيعتها مما يجعلها غير صالحة للإنسان او الحيوانات او النباتات او الكائنات التي تعيش في البحار او المحيطات.[2]
- ✓ الماء المستعمل هو الماء الملوث الذي يتركب من المواد الغريبة التي تفسد خواصه الكيميائية، مما تجعله غير صالح للإنسان، او كما يمكن ان تكون ذات مصدر صناعي ذو مكونات مختلفة سواء كانت كيميائية، عضوية ومعدنية حسب طبيعة النشاط الصناعي.

- ✓ تحتوي مياه الصرف عن ما يزيد عن 99% ماء والباقي عبارة عن خليط مواد ذائبة وغروية وجسيمات عضوية، وغير عضوية ،بالإضافة الى كائنات حية صغيرة (ميكروبات، فيروسات بكتيريا فطريات)، هذا الخليط هو الذي يحدد نوعية الماء الطبيعية والكيميائية والبيولوجية.

– تتحدد نوعية مياه الصرف الطبيعية باللون، الرائحة، العكارة، درجة الحرارة، التي تكون عادة اعلى من حرارة الجو.

– تتحدد نوعية مياه الصرف الكيميائية بمحتواها من المواد العضوية والغير العضوية.

- ✓ يعتبر المحتوى العضوي العامل الاساسي في تلوث مياه الصرف، حيث تمثل المواد البروتينية المجموعة الرئيسية للمحتوى العضوي وتقدر حوالي 50% ويليها ف يذلك المواد الكربوهيدراتية التي تكون حوالي% ثم الدهون والزيوت التي تكون حوالي 5%،تحلل المواد البروتينية والكربوهيدراتية تحلل سريع في حين ان الدهون والزيوت تكون اكثر ثبات ويكون تحللها بطئ.[3]

2.4.1. مصادر وانواع مياه الصرف:

هناك عدة تصنيفات لمياه الصرف فقد صنفها CHOCAT (1997) وOUALI (2001) الى مياه مستعملة صناعية واخرى منزلية، ولكن (BOUZAINI،2000، و1996، RICHARD) أضافوا من اهم أنواع مياه الصرف هي:

1.2.4.1. مياه الامطار الملوثة:

مياه الامطار تسقط عموما ملوثة بسبب الملوثات الموجودة في الهواء، المناطق الصناعية بدرجة قوية في الأماكن التي بها مصانع كيميائية كثيرة او حينما تسقط على الأرض، فمنها ما يسقط على الأراضي الزراعية ومنها ما يسقط على الطرقات والسطوح المنازل وبالتالي فهي عامل من عوامل إيصال

الرمال الى شبكات الصرف .تجد مياه الامطار طريقها الى شبكة مواسير الصرف عن طريق بالوعات الشوارع حاملة معها بعض المواد العالقة مما قد تجده امامها على الاسطح والطرقات

2.2.4.1. مياه غسيل الشوارع:

تصرف في البالوعات ومنها الى شبكة الصرف حاملة معها الرمال والورق مما تجره امامها في الطرقات.[4]

3.2.4.1. المياه الصناعية:

تشمل مياه الصرف المصانع المختلفة في المدينة وهي تختلف في كمياتها من مصنع الى اخر فبينما نجد المياه المستعملة في التبريد تكاد تكون خالية من الشوائب كما نجد ان المخلفات الناتجة عن صناعة الورق مثلا تحتوي على تركيز عالي جدا من المواد العالقة الدائبة عضوية كانت أم غير عضوية. وهذه المياه تختلف في طبيعتها عن المياه المنزلية لاحتوائها على مواد كيميائية ومواد سامة الاتية من المصانع وكذا المخابر والمستشفيات، هده المياه تطلق روائح كريهة وسامة خاصة عند ارتفاع درجة الحرارة.[5]

4.2.4.1. مياه الرشح:

تمثل مياه السيالان التي قد تدخل في مواسير الصرف خلال الوصلات غير متقنة او من خلال غطاء الماسورة نفسه ادا كان مساميا.

5.2.4.1. مياه الصرف المنزلي:

تأتي من مختلف الاستعمالات المنزلية للماء وتحمل خاصية التلوث العضوي وتنقسم الى قسمين:

- المياه المنزلية تكون مصدرها الحمامات، المطابخ، وهي في العموم تكون غنية بالمنظفات، الدهون، الصابون وشوائب أخرى.

- مياه النفايات التي تعبر عن المراحيض التي تكون غنية بمختلف المواد العضوية الآزوتية والفيروسات الخطيرة.[6]

3.4.1. مخاطر مياه الصرف الصحي:

الاخطار المرتبطة من جراء استعمال مياه الصرف الصحي.

1.3.4.1. اخطار الأرض والفلاحة:

- ✓ زيادة الملوحة.
- ✓ نقل و انتقال المواد السامة.
- ✓ خطر تلويث المياه الباطنية عن طريق الترشيح والنفاد المباشر للمياه الصرف.

2.3.4.1. الاخطار الصحية على الانسان:

- ✓ الامراض المتنقلة عن طريق المياه.
- ✓ الإصابات البكتيرية (الامراض التي تسببها البكتيريا).
- ✓ الكوليرا vibrion cholera:Le cholera
- ✓ التيفويد les fievresthypho-paratyphiquesو البكتيريا المسؤولة عنه هي السالمونيلا.

الاسهال العضوي والتسمم البو تيلي botulique والبكتيريا المسؤولة عنه هي: clostridium بالإضافة الى الاصابات الفيروسية، والاصابات الطفلية.[7]

الفصل الثاني:

عموميات حول المياه المستعملة

تمهيـد:

نظرا لشح المصادر المائية وازدياد عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة وزيادة الطلب الزراعي والصناعي على المياه والتطور الاقتصادي والتجاري والسياحي فقد اصبحت الانظار تتجه إلى اعتبار المياه المستعملة المنزلية جزءا من الموازنة المائية لدى الكثير من الدول ومصدر مائي هام يمكن استغلاله في شتى المجالات.

1.2. تعريف المياه المستعملة:

تعرف المياه المستعملة أنها مياه يطرأ عليها تغير على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية. مما يؤدي التغير في حالتها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، بحيث تصبح المياه غير صالحة للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها سواء للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره [8].

2.2. مصادر المياه المستعملة:

وتتمثل فيما يلي:

1.2.2. المياه المستعملة المنزلية:

وتمثل مياه الصرف المنزلي كل من المياه المستعملة المنزلية الناتجة عن الحمامات ومخلفات الانسان والمطابخ والغسيل وهذه في مجموعها تشتمل على بقايا الصابون، النشا، السكر، الأملاح الأتربة، الخضروات، الأطعمة.

2.2.2. مياه الأمطار الملوثة:

مياه الأمطار وهذه تجد طريقها الى شبكة مواسير الصرف عن طريق بالوعات الشوارع حاملة معها بعض المواد العالقة مما قد تجده أمامها على الأسطح والشوارع والطرقات.

3.2.2. المياه المستعملة الصناعية:

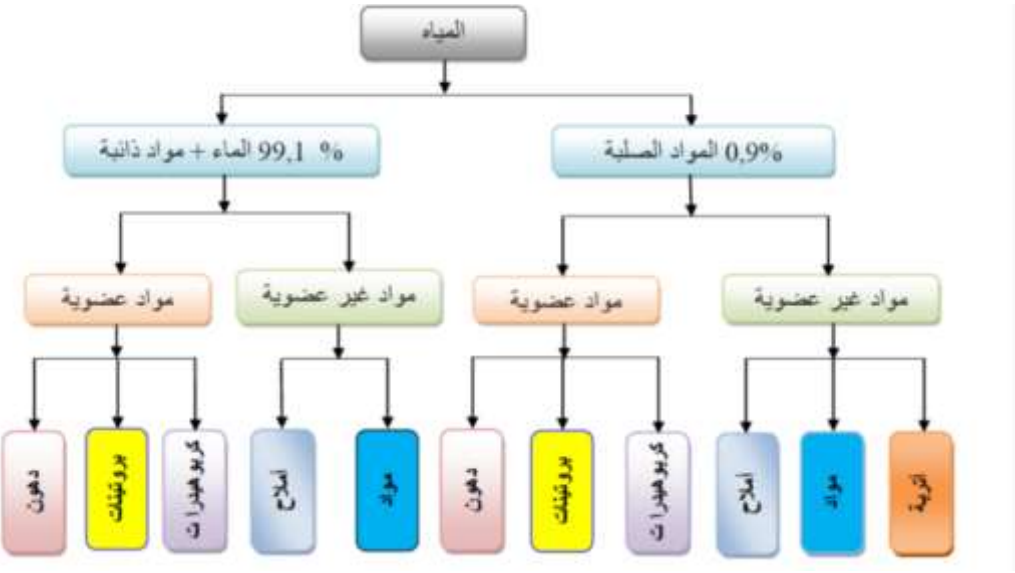
تشمل مياه المصانع في المدينة كميات مختلفة من مصنع الى آخر فبينما نجد المياه المستعملة في التبريد تكاد تكون خالية من الشوائب، نجد أن المخلفات الناتجة عن صناعة الورق مثلا تحتوي على تركيز عالي جدا من المواد العالقة الذائبة العضوية أو الغير العضوية.

4.2.2. مياه الرشح:

وهي المياه الجوفية التي قد تدخل إلى مواسير الصرف خلال غطاء الوصلات غير المتقنة أو خلال جسم الماسورة نفسها إذا كان مساميا.

3.2. مكونات المياه المستعملة المنزلية:

الشكل 1: يوضح مكونات المياه المستعملة المنزلية



المصدر: **سهيل حاج عمارة، عبد الحق هارون، محمد العيد شليق، قدرة النباتات على تصفية المياه المستعلمة، مكره تقني سامي، تخصص: تسيير واقتصاد الماء، المعهد الوطني المتخصص، الشهيد لعمامرة البشير –الوادي–، الدفعة أكتوبر 2016.**

1.3.2. المواد الصلبة:

تتكون المياه المستعملة المنزلية من مواد صلبة والماء يقوم بدور الناقل والحامل لها، وعلى الرغم من أن هذه المواد لا تشكل إلا نسبة ضئيلة0.1٪ من الوزن الكلي للمياه إلا أنها تعتبر ملوثات خطيرة يصعب إزالتها والتخلص منها بسهولة، وتنقسم الى:

أ. المواد العضوية(MO):

تتكون من مجموعة من مركبات تحتوي غالبا على الكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين، بالإضافة إلى الكبريت والفوسفور والحديد، وأحيانا من أهم هذه المركبات البروتينات والكربوهيدرات والدهون.

ب. المواد غير العضوية (MM):

وهي عبارة عن مركبات من الكبريتات الكلوريدآت والفوسفور والمعادن الثقيلة.[8]

ت. المواد الصلبة العالقة (MES):

وهي المواد العالقة بالمياه والتي من الممكن رؤيتها بالعين المجردة. وتشمل المواد الطافية والرمل والحصا والأوراق وقطع الأخشاب ومخلفات الطعام والنفايات الصلبة، ومخلفات الجسم البشري وغيرها.

وهذه المواد سهلة الإزالة من المياه المستعملة المنزلية بالطرق الفيزيائية أو الميكانيكية كالترسيب أو الترشيح مثلا وتنقسم فالعادة إلى قسمين هم:

*** المواد الصلبة العالقة المترسبة:**

وهي جزء من المواد الصلبة ذات الحجم والوزن الكافي الذي يسمح لها بالترسيب خلال فترة زمنية محددة، وفي العادة خلال ساعة واحدة وتشكل المواد العضوية نسبة70 ٪ منها والباقي غير عضوي.

*** المواد الصلبة العالقة الغروية:**

وهي المواد الصلبة العالقة الغير قادرة على الترسيب بسهولة بصورتها الطبيعية في حين تستقر على أوراق الترشيح. وتتراوح أبعاد هذه المواد ما بين 1ملي ميكرون الى 1 ميكرون تقريبا وتبلغ نسبة الجزء العضوي منها حوالي الثلثين تقريبا وهو قابل للتحلل سريعا في وحدات المعالجة البيولوجية.

4.1.3.2. المواد الصلبة الذائبة:

وهي كافة المواد التي تمر من خلال كافة أوراق الترشيح المخبري مشتملة على المواد الغروية وتشكل المواد الذائبة في الماء حوالي 90٪والباقي على شكل غروي وتشكل المواد العضوية حوالي40٪من إجمالي المواد الصلبة الذائبة والباقي غير عضوي والجزء الغروي يكون في الغالب عضوي التركيب. وتشمل هذه المواد:

1.4.1.3.2. الأملاح الذائبة:

يؤدي استعمال المياه في المنازل إلى إضافة ما يقارب 300-400ملغ/لتر من الأملاح المعدنية الذائبة إليها ومن هذه الأملاح الكلسيوم، المغنيزيوم، الصوديوم، الكبريت، الفوسفات. ويطلق على مجموع الأملاح مصطلح المواد الذئبة الكلية ويؤدي تواجدها بتراكيز عالية في مياه الفضلات إلى الحد من استعمالات المياه في الزراعة وغيرها.

2.4.1.3.2. المعادن الثقيلة:

تتسرب المعادن الثقيلة مثل الفضة والزنك والرصاص وغيرها من المواد المستعملة من المصانع المنتشرة داخل التجمعات السكنية. ويشكل تواجدها في المياه ولو بنسب ضئيلة خطورة على الصحة العامة ويعيق أعمال المعالجة أيضا.

2.3.2. الغازات الذائبة:

تحتوي المياه المستعملة المنزلية على نسب صغيرة من الغازات الذائبة ويشكل الأكسجين أهمها ويكون جزءا أساسيا من المياه الأصلية بالإضافة إلى الجزء الذي يذاب في المياه أثناء تلامسها مع الهواء ويعرف هذا الجزء بالأكسجين المذاب. وتحتوي المياه المستعملة المنزلية بالإضافة إلى الأكسجين على ثاني اكسيد الكربون وغاز الكبريتيد الهيدروجين الناتج عن تحلل المواد العضوية والغير عضوية والنتروجين والفسفور الذي يؤدي توفرهما بشكل عام إلى نمو غير مرغوب به للطحالب. [8]

3.3.2. السوائل المتطايرة:

وهي السوائل التي تحتويها المياه المستعملة المنزلية، والتي تكون قابلة للتطاير بسهولة تحت الظروف التي تجري فيها المياه ومثال على هذه السوائل البنزين.

4.3.2. الكائنات الحية:

أ. الكائنات الحية الدقيقة:

وهي الكائنات التي تتواجد في المياه المستعملة المنزلية بصورة طبيعية، وتتغذى على المواد العضوية الموجودة فيها. وهذه الكائنات مهمة في عمليات المعالجة البيولوجية، ويتوقف نجاح عملية المعالجة في الأساس على مقدرتها على التكاثر وتحليل المادة العضوية.

وتنقسم هذه الكائنات إلى صنفين:

1)- كائنات بسيطة التركيب كالجراثيم والتي تعتبر من أهمها، الفطريات والطحالب والفيروسات.

2)- كائنات أكثر تعقيدا، منها ما هو حيواني كالديدان مثلا. وتتغذى مجمل هذه الكائنات بصورة رئيسية على المواد العضوية الموجودة في المياه المستعملة المنزلية، وقد تحتاج إلى الأكسجين بناء على نوعها "هوائية" أو "لاهوائية".

ب. الكائنات الحية الغير دقيقة:

وهي الكائنات أكبر حجما من سابقاتها إلى درجة أن بعضها يمكن رؤيتها بالعين المجردة. وتشمل الحشرات والقشريات وغيرها. تشارك هذه الكائنات في عملية التحلل البيولوجي للمواد العضوية بشكل فعال. [8]

4.2. خصائص المياه المستعملة المنزلية:

1.4.2. الخصائص الفيزيائية:

ومن أهمها:

أ. الرائحة:

تنبعث الروائح عادة من الغازات المتولدة من تحلل المواد العضوية أو المضافة إلى المياه المستعملة المنزلية وقد تحتوي مياه الصرف الصناعي على مركبات ذات رائحة أو على مركبات تنبعث منها رائحة أثناء عملية المعالجة.

ب. درجة الحرارة:

تعد معرفة درجة حرارة الماء شيء ضروري لحياة الكائنات الحية في الماء لذا يؤدي تغيرها إلى تغير خصائص الماء من إذابة الأملاح وبالخصوص تغير الناقلية الكهربائية ودرجة الأس الهيدروجيني (الحموضة).

ت. اللون:

يكون لون المياه المستعملة المنزلية رمادي خام وهذا يعني أنها جديدة، تحول هذا اللون إلى اللون الأصفر يدل على تحلل المواد العضوية بفعل البكتيريا وانخفاض تركيز الأكسجين المذاب.

ج. العكارة:

تعيق جسيمات غير مذابة من التربة والمواد العضوية ومواد أخرى مرور الضوء عبر الماء وعبر تشتيت الضوء وامتصاص الأشعة ويدعى تداخل مرور الضوء عبر الماء بالعكارة وحددت قيمتها NTU.

د. المواد الصلبة الكلية (MES):

علميا تعرف المواد الصلبة الكلية في المياه المستعملة المنزلية على أنها كل المواد التي لا تذوب، تبقى عند درجة الحرارة من 103الى 105م°. أما المواد التي لها ضغط بخاري مرتفع فإنها تفقد في عملية التسخين عند هذه الدرجة وبالتالي لا تعتبر مواد صلبة. [8]

2.4.2. الخصائص الكيميائية:

ومن أهمها:

أ. الدليل الهيدروجيني (P^h):

إن تركيز الأيون الهيدروجيني يعتبر أحد المؤشرات الهامة لمياه الصرف ويعتبر مدى التركيز المناسب لتواجد معظم الحياة البيولوجية صغير جدا أن المياه المستعملة المنزلية ذات الأس الهيدروجيني الخارج عن المدى من الصعب معالجتها بالطريقة البيولوجية وبالتالي لم يتم ضبطه قبل الصرف فإنه سيؤثر عكسيا على pH في المياه الطبيعية.

ب. الأكسجين المنحل الذائب (O^2):

يعتبر الأكسجين عامل مهم في تحديد نوعية الماء وضبط التلوث وإجراءات معالجة أخرى إذ يستخدم الأكسجين المنحل في التفكك الحيوي للمادة العضوية ونظرا إلى اختناق الأسماك والكثير من الحيوانات المائية نتيجة نقص الأكسجين يعتبر ضبطه أساسيا في مسطحات التلوث.

ت. الطلب البيولوجي للأكسجين(DBO5):

هو كمية الأكسجين الازمة للأكسدة المواد العضوية الموجودة في المياه المستعملة المنزلية وتحويلها إلى مركبات بسيطة تحت درجة حرارة 20C° خلال 5 أيام وذلك بواسطة أنواع الكائنات المجهرية الهوائية أهمها البكتيريا.

ج. الطلب الكيميائي للأكسجين(DCO):

يعرف بأنه مقدار الأكسجين المستهلك من أجل اكسدة كيميائية للمواد العضوية المسببة لتلوث المياه، هذه المواد لا تتأثر بفعل الكائنات الحية الدقيقة وغير قابلة للتحلل البيولوجي.[8]

3.4.2. العناصر المؤكسدة [2]:

أ. الأزوت (N):

نظرا لأهمية النيتروجين كحجر أساس في سلسلة البروتين فان بيانات النيتروجين تستخدم تقييم قابلية مياه الصرف للمعالجة البيولوجية. أن عدم وجود النيتروجين بشكل كاف يجعل من إضافته ضرورة لجعل مياه الصرف قابلة للمعالجة، ولكي يتم التحكم في نمو الطحالب في المياه المستقبلة فإن اختزال أو إزالة النيتروجين في مياه الصرف يعتبر ضرورة ملحة ويشمل النيتروجين الكلي والمستخدم كمؤشر شائع على العديد من المركبات مثل الامونيا والنترات والنيتروجين العضوي.

ب. الفوسفور (P) :

يعتبر الفوسفور ضروري لنمو الطحالب وغيرها من الكائنات البيولوجية ويكون الفوسفور العضوي أحد أهم المكونات لمياه الصرف الصناعي والحمأة.

ت. المعادن الثقيلة:

تعتبر التراكيز الصغيرة لكثير من المعادن مثل النيكل(Nl)، المنغنيز(Mn)، الرصاص(Pb)، الكروم(Cr)، الكادميوم(Cd)...، مكونات ذات أهمية في مياه الصرف، كما أن وجود مثل هذه المعادن بكميات مرتفعة سوف تؤثر على استخدام المياه نظرا لسميتها، لذلك يفضل دائما أن يتم قياس والتحكم في تركيز هذه المواد.

4.4.2. الخصائص البيولوجية:

تحتوي المياه المستعملة على الكثير من مسببات المرض والتي يطلق عليها عادة العوامل الممرضة مثل الجراثيم والبكتيريا الضارة والفطريات والفيروسات وغيرها. لذا يجب التخلص من هذه العوامل حتى لا تتعرض صحة المجتمع العامة للخطر.[9]

5.2. طرق معالجة المياه المستعملة

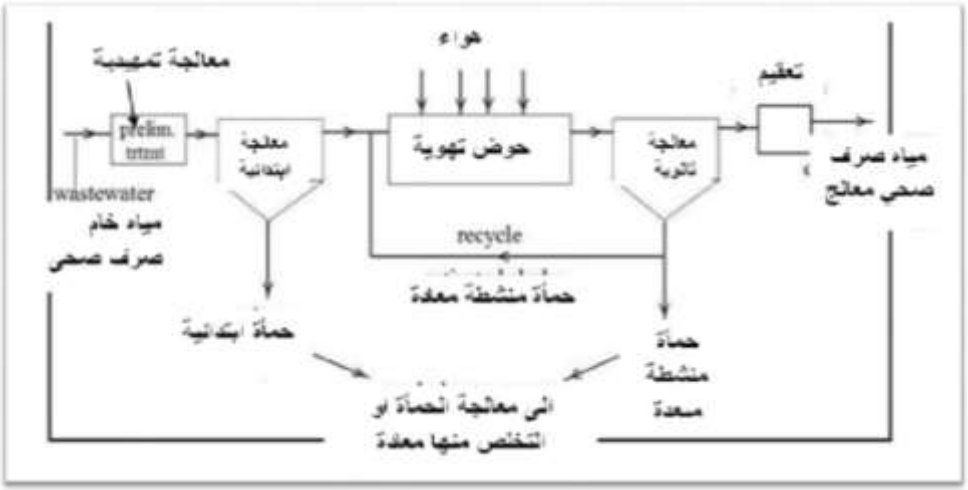
1.5.2. طريقة الحماة المنشطة:

تتلخص هذه الطريقة بتطبيق تهوية في أحواض خاصة على مياه المجاري بغاية تشكيل مزيج منحل من المواد العضوية وغير العضوية والمياه والأكسجين المحلول في الماء ونسبة كبيرة من الكائنات العضوية الدقيقة معظمها من البكتيريا تساق بعد ذلك هذه المياه من أحواض التهوية إلى أحواض ترسيب ثانوي حيث يتم فيها ترسيب المزيج المنحل والحصول على حمأة راسبة تتجمع فوق قاع حوض الترسيب الثانوي حيث يصرف جزء منها إلى معالجة تالية ويعاد الجزء الأكبر مرة أخرى إلى أحواض التهوية لإعادة تنشيط عمل البكتيريا الهوائية والاختيارية في تلك الأحواض والحصول على حمأة منشطة ذات فعالية كبيرة في المعالجة البيولوجية أما المياه الصادرة عن أحواض الترسيب الثانوي فتصرف في المصب

العام وأحيانا بعد ترشيحها ولإضافة مقادير محددة من الكلور أو المعقمة لجعلها خالية عمليا من الملوثات العضوية والجرثومية [04]

تعد هاته الطريقة الأكثر استعمالا في الجزائر وخاصة في الجزء الشمالي منها ، وذلك لأنها لا تحتاج إلى مساحات واسعة.

الشكل 2: مخطط عملية نموذجية الحماة المنشطة



المصدر: جورجي نسيم ماهر، 2007 تحليل وتقويم جودة المياه، دار نشأة المعارف جلال حزي وشركاءه.

2.5.2. طريقة المرشحات البيولوجية:

تعتبر المرشحات البيولوجية من اقدم الطرق المتبعة في المعالجة وتستعمل من اجل تحميله للمجاري ذات التراكيز الكبيرة للملوثات العضوية والصناعية ويصل مردودها في الشروط النظامية إلى حوالي 90 بالمئة ويتألف حوض التفاعل من خزان يحوي على وسيط مرشح يتكون من الحصى الخشن او مواد صلبة أخرى يتراوح ابعاده بين –7) (3سم او يصنع هذا الوسيط من المواد البلاستيكية بتشكيلات مختلفة . يعتبر هذا الوسيط المرشح سريرا لنمو وتكاثر البكتيريا الهوائية والفطريات إلا أن العضويات الأساسية التي تقوم بالمعالجة البيولوجية هنا هي البروتوزوا التي تتغذى على البكتيريا والمواد العضوية وتتشكل من المزيج طبقة رقيقة او فلم يكسر سطح الحصى . تسمح هذه الطريقة بمرور مياه المجاري والهواء عبر الوسط المرشح وتنجز المعالجة البيولوجية نتيجة تلامس مياه المجاري الراشحة بطبقة

العضويات المذكورة ، ينمو هذا الفلم الرقيق باستمرار وينقشع خزء عن الحصى باستمرار نتيجة ازدياد سماكته مشكلا طبقة من الدبال العضوي تحوي على مواد معلقة ناعمة إضافة إلى اعداد هائلة من الديدان واليرقات ، هذه الأجزاء المنسلخة عن الوسط المرشح يمكن ازالتها عن طريق حوض الترسيب الثانوي مع المواد الصلبة المعلقة التي مرت عبر المرشح [4]

الشكل 3: المرشحات البيولوجية

المصدر: جورجي نسيم ماهر، 2007 تحليل وتقويم جودة المياه، دار نشأة المعارف جلال حزي وشركاءه.

3.5.2. البحيرات المهواة:

تبدأ معالجة المياه المستعملة في هذه البحيرات بمعالجة أولية حيث تنزع الفضلات كبيرة وصغيرة الحجم والرمال والزيت والدهون من المياه ثم تدخل المياه إلى الحوض الأول يكون مجهز بآلات لتهويته وهذا بغرض توفير الظروف المناسبة للكائنات الحية الدقيقة والطحالب اللذان يعملان على تفكيك وتحطيم الملوثات والمواد العضوية التي تحملها المياه المستعملة كما يسمح عمق الحوض ومدة مكوث المياه لمدة أسبوع أو أكثر فيه بترسيب المواد العالقة في المياه وتمر المياه من الحوض الأول إلى الأحواض الأخرى ببطء والتي تكون اقل عمقا منه ومجهزة بآلات التهوية لتصل المياه إلى أخر حوض صافية [5]

الشكل 4: حوض التهوية

المصدر: جورجي نسيم ماهر، 2007 تحليل وتقويم جودة المياه، دار نشأة المعارف جلال حزي وشركاءه.

4.5.2.الأقراص البيولوجية الدوارة :

تكون الأقراص البيولوجية الدوارة نظما بيولوجية ذات متعضيات صغيرة مثبتة ، وتتألف من حوض أو أكثر تدور فيه ببطء أقراص دائرية متقاربة ومركبة على أعمدة أفقية . وتغمر الأقراص المصنوعة من البوليستيرين او الكلوريد المتعدد الفانيل جزئيا في المياه المستعملة بحيث تتشكل طبقة من الوحل البكتيري على سطحها الرطب . ويسمح دوران هذه الأقراص بتعرض البكتيريا للمياه المستعملة حيث تميز المواد العضوية ، ثم مع الهواء حيث تمتص الأكسجين . ويساعد الدوران أيضا على غزالة البكتيريا الزائدة من سطح الأقراص والحفاظ على أجسام بيولوجية صلبة مسلوخة ومعلقة ،ويلي ذلك خزان ترسيب نهائي لنزع الأجسام الصلبة المسلوخة وتتحلل المواد العضوية بنفس طريقة المرشحات البيولوجية وتستخدم الملامسات البيولوجية الدوارة المغمورة جزئيا لنزع الطلب البيولوجي على الأكسجين الكربوني والأكسدة الكربونية والنترية المؤتلفة بالإضافة إلى نترية مياه الصرف الثانوية بينما تستخدم الملامسات البيولوجية الدوارة المغمورة كليا لإزالة النيترات [5].

الشكل 5: الأقراص البيولوجية الدوارة

المصدر: جورجي نسيم ماهر، 2007 تحليل وتقويم جودة المياه، دار نشأة المعارف جلال حزي وشركاءه.

5.5.2. طريقة احواض التثبيت:

تتميز هذه الطريقة بسهولة التشغيل وفعاليتها العالية في المعالجة الا ان لها مساوئ عديدة من أهمها المساحة الكبيرة من الأرض التي تلزم لإنشاء الأحواض ونشرها للروائح والبعوض وتأثيرها الشديد بانخفاض درجة الحرارة وانحجاب الإشعاع الشمسي وتعتمد المعالجة البيولوجية في هذه الطريقة على الفعل المتبادل بين البكتيريا والطحالب بوجود اشعة الشمس **[5]**.

6.5.2. المعالجة بالنباتات:

يطلق على محطات المعالجة النباتية والتي تمر فيها المياه الملوثة المعالجة أوليا عبر احواض مزروعة بالنباتات (مثل القصب) بالأراضي الرطبة المصطنعة. تكون احواض المعالجة في هذه الأنظمة مملوء بوسط حصوي او رملي أو مزيج منها معا، وهي تعرف على أنها مناطق مشبعة بالمياه يتم تصميمها هندسيا (غير طبيعية) بحيث تكون قادرة على ازالة الملوثات من مياه المجاري الخام وبالتالي تحسين مواصفات المياه المعالجة النهائية قبل تصريفها أو إعادة استخدامها.

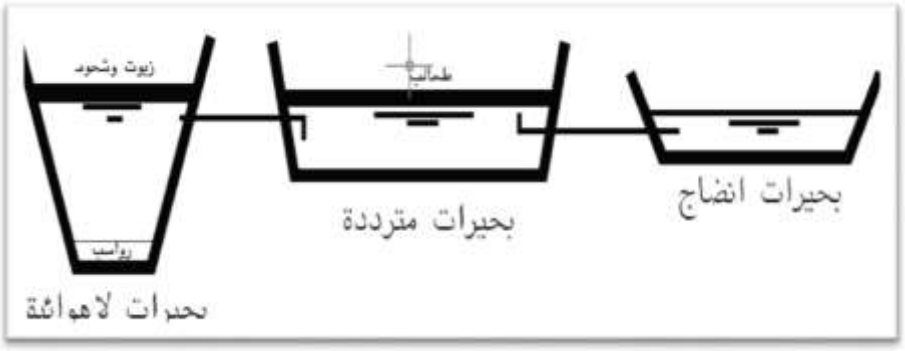
الشكل 6: النبات المستعمل في المعالجة

المصدر: جورجي نسيم ماهر، 2007 تحليل وتقويم جودة المياه، دار نشأة المعارف جلال حزي وشركاءه.

7.5.2. برك الأكسدة:

تعتبر برك الأكسدة أبسط الطرق على الإطلاق لمعالجة مياه المجاري والمخلفات الصناعية ويجري استخدامها بمعظم دول العالم فعلى سبيل المثال تمثل برك الأكسدة ثلث محطات معالجة المجاري في الولايات المتحدة، وتنشا 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 والبكتيريا بالاستعانة بأشعة الشمس وبعض العناصر الموجودة أصلا في مياه المجاري، وتستخدم بحيرات الأكسدة عادة للتدفقات الصغيرة ولكن لا يمنع استخدامها للتدفقات الكبيرة عند توفر مساحات كافية من الأرض بسعر مناسب [5].

الشكل 7: بحيرات الأكسدة الطبيع



المصدر: العابد ابراهيم، تخصص كيمياء عضوية تطبيقية لنيل شهادة دكتوراه علوم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية.

6.2. مراحل معالجة مياه المستعملة:

المرحلة الأولى: المعالجة الأولية traitement primaire

وتشتمل إزالة المخلفات الصلبة بأحجامها المختلفة، ثم ترسيب المواد الصلبة العالقة.

المرحلة الثانية: المعالجة الثانوية (الحيوية) traitement boilogique

ويتم فيها تحليل المواد العضوية الصلبة المترسبة من المرحلة الأولى على عدة مراحل بواسطة انواع من البكتيريا في خزانات ذات تهوية للسماح للبكتيريا الهوائية إجراء عملية التحليل، ثم بعد ذلك تحويل المخلفات الناتجة غير مهواة للسماح للبكتيريا اللاهوائية بالقيام بعملية تحليل للتخلص من كل النواتج الصلبة.

ومن أهم أنواع البكتيريا المستعملة في هذه الواحدات:

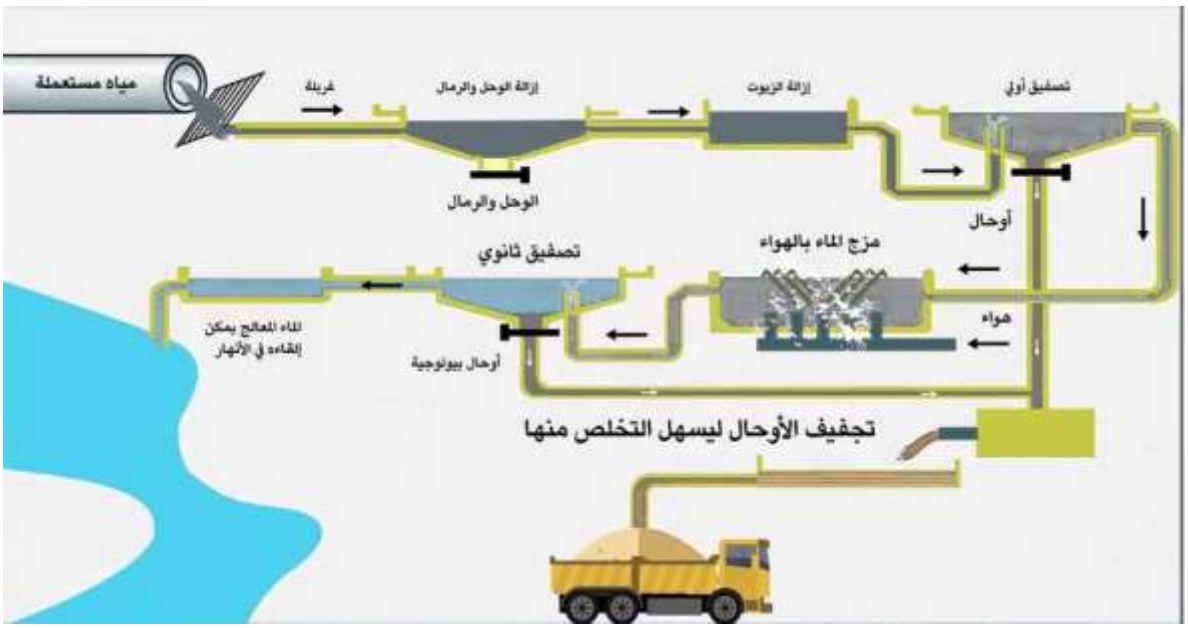
أ. بكتيريا سالبة الغرام مثل.Alocligenes.Zooglaea.Achromobacter

ب. الفطريات:Fusarium. Trisporom [5]

المرحلة الثالثة: المعالجة المتقدمة

ويتم في هذه المرحلة التخلص من أي عناصر ملوثة قد تكون باقية بعد المرحلة السابقة، مثل الحبيبات الصغيرة و عناصر مركبات الفوسفات و النتريت ثم معالجتها بالكلور و هذا من أجل ضمان القضاء على ميكروبات قد تكون باقية، وفي هذه المرحلة يكون لدينا ناتج تضيف غير ملوث ذو محتوى منخفض يمكن ضخه في المسطحات المائية المختلفة أو استعماله في ري المزروعات، دون اي احتمال يخشي منه.[5]

الشكل 8: توضح مراحل معالجة المياه المستعملة.



المصدر: العابد ابراهيم، تخصص كيمياء عضوية تطبيقية لنيل شهادة دكتوراه علوم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية.

7.2. مجالات استخدام المياه المستعملة المعالجة:

تختلف درجة معالجة المياه المستعملة حسب الاستعمال المطلوب، وقد اقترحت منظمة الصحة العالمية طرق معالجة خاصة بالاستعمالات لتلك المياه وتتضمن مجالات استخدام مياه المعالجة ما يلي:

1.7.2. الزارعة:

يمكن إعادة استخدام المياه المستعملة المعالجة لري المحاصيل و المناظر الطبيعية وتعتبر نوعية المياه المعالجة وملائمتها لنمو الزرع، العامل الأساسي في هذا التطبيق وأهمية الري الزراعي مثل: الأزوت، الفسفور، الأملاح الذائب والاستعمال الفلاحي مثل السامة والجراثيم الممرضة.[13]

2.7.2.الصناعة:

هي مصدر مثالي في الاستخدامات الصناعية و ذلك في عمليات التبريد، الغسيل، الشفط، ولكن هذه المياه تسبب مشاكل عدة منها: التآكل، انسداد القنوات بسبب النمو البيولوجي.[13]

3.7.2. الاستخدامات الترفيهية:

تستخدم المياه المسترجعة لأغراض ترفيهية تشمل الخزانات الجمالية، احتجاز المياه والتوفير وتغدية البحيرات المخصصة للصيد ويحدد المستوى المطلوب للمعالجة حسب الاستخدام المطلوب ويرفع مع درجة التلامس البشري.[13]

4.7.2. تغدية طبقة المياه الجوفية:

تساعد تغدية طبقة المياه الجوفية على المحافظة لمستوياتها لحفظ المياه للاستعمال المستقبلي وتكون تغدية المياه الجوفية بالنشر السطحي للمياه المعالجة أو بالحقن المباشر في مجاري المياه الجوفية.[13]

5.7.2. الشرب:

يثير استخدام المياه المستعملة المعالجة للشرب حذرا شديدا بسبب المخاطر الصحية لهذا الاستعمال، ومع الأبحاث الشاملة التي أجريت في هذا المجال، يواجه هذا الاستخدام عدة قيود (معايير نوعية المياه) ويقتصر الاستخدام في الشرب على الحالات الطارئة القصوى.[13]

2.8. العوامل الدافعة لإعادة استعمال المياه المستعملة:

إعادة استعمال المياه المستعملة طريقة معروفة حتى من عهود قدماء المصريين وفي الدول أخرى مثل الصين واليونان وفي هذا العصر الذي خسر فيه الكثير من معنى الحياة، خسر أيضا الكثير من المياه الآمنة للاستعمال الآدمي.

ورغم أن إعادة استعمال المياه المستعملة بدأت تتهادي في دول كثيرة منذ أواخر من القرن التاسع عشر، إلا أنها أخذت طابع اهتمام و الإشهار في النصف الأخير من القرن العشرين، بعد زيادة تلوث المسطحات المائية وزيادة الطلب على المياه العذبة.

ومع تزايد سكان كوكب الأرض ازداد تلوث المياه العذبة نتيجة إلقاء المخلفات السائلة فيها وهذا ما جعل إعادة الاستعمال هو الحل الاقتصادي الذي يتحكم في تلوث المياه والتشجيع بإعادة استعمال مياه الصرف الصحي والصناعي في أغراض شتى للأسباب الآتية:

- الاستفادة من القيمة المائية الكبيرة وهذه المخلفات.
- الاستفادة من العناصر التسميدية في المياه المستعملة.
- المحافظة على المسطحات المائية من التلوث باستعمال مياه المستعملة ومنع إلقائها في المسطحات المائية.[6]

الفصل الثالث:

معالجة المياه المستعملة بالنباتات

تمهيد:

التصفية الاصطناعية للمياه المستعملة تستوجب وجود محطات لذلك، ويحسب الدول التي تستخدم هذه العملية ظهر جليا جدا مدى تعقيدها ومتطلباتها سوى المادية كالآلات والبشرية. ولهذه ظهرت عدة تقنيات بديلة سهلة وفعالة ومن بينها التصفية الطبيعية التي تعتمد على النباتات ذات الحجم الكبير، كما نلاحظ أن تدخل الإنسان في هذه التقنية جد محدود وتثبيتها لا يكلف كثيرا.

1.3. تعريف التصفية النباتية:

التصفية بالنباتات هو نظام تصفية المياه المستعملة يستخدم فيها قدرة التصفية عند النبات هذه الاخيرة هي النباتات الكبيرة والدقيقة، ويمكن اعتبارها كنظام ري يعالج بدوره المياه المستعملة مستخدما التصفية عند النباتات ذات الأوراق الكبيرة والصغيرة.

ولهذه العملية عدة تسميات منها: التصفية بالمزروعات، التصفية الطبيعية، التصفية الهوائية، التصفية النباتية للنباتات كبيرة الحجم أو الصغيرة الحجم وكلها تصفي الماء بمساعدة النبتة.

تعمل كأنها محول بيولوجي بحيث تقضي على المكونات القابلة وغير القابلة للتحلل وكذلك العناصر المغذية والمعادن والكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض.[10]

2.3. تاريخ التصفية النباتية "الطبيعية":

ظهرت هذه التنقية في غرب أروبا مستندة على أبحاث سيدال الذي بداها في فترة الستينات "1960"، كما يعود الفضل لكايكيت في اواخر السبعينات "1970" وبداية الثمانيات.

عرفت الولايات المتحدة دراسات متقدمة في هذا الشأن في بداية الثمانيات بفضل أبحاث الثلاثي ويلزتون وجيربرجيته.

في أمريكا الشمالية ملاحظات لقدرة استيعاب الأراضي الظاهرة طبيعيا على التصفية ثم نماذج للأراضي الرطبة أثناء فترة السبعينات.

تعتبر هذه التجربة حديثة بحيث ظهرت في فرنسا سنوات الثمانيات وشهد تطورا ملحوظ سنة 1997.[11]

3.3. العوامل المؤثرة على التصفية النباتية:

الأسرة المزروعة بالنباتات ذات الأوراق الكبيرة الحجم يمكن لها أن تضمن معالجة كافية وباستمرار متوسط نتائج التصفية تتعلق بمجموعة من العوامل نذكر منها:

1.3.3. التهوية الكبيرة:

تعتبر من أهم العوامل في التأثير على عملية تصفية المياه المستعملة، أن عمليتي إزالة المواد العضوية والنترجة "نترات الازوت" تتطلبان كمية معتبرة من الأكسجين.

2.3.3. الحرارة:

الحرارة تؤثر على زيادة النشاط البيولوجي للكائنات الحية الدقيقة وكذلك على كمية الأوكسجين المخزن التي تستعمل في علميات التصفية الذاتية.

3.3.3. مكونات الارضية:

تتكون الأرضية من طبقات من الرمل الرقيق والخشن، يكون الرمل الرقيق في الأعلى. طبقة الرمل الرقيق تعمل على زيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة وتثبت جدور النبات ويعمل الرمل الخشن على توفير التهوية اللازمة.

تعتمد هذه الوسيلة الحديثة على تركيب طبقات مفصولة من نفس النوع و كذلك يمكن الاستفادة من كل حبيبات الرملية. [12]

4.3.3. أنواع النباتات ذات الأوراق الكبيرة:

فعالية هذه النباتات تمكن أساسا في الجذور التي تعد أحسن حامل للكائنات الحية الدقيقة التي بفضل تكاثرها تسمح بتفكيك المواد العضوية وكذلك منع انسداد مسامات الارضية. [11]

5.3.3. مدة المكوث:

المياه المراد دراستها يجب أن تبقي في الأحواض لمدة قصوى أو لفترة مساوية للزمن "المدة" الضروري لتصفيتها، ففعالية هذه الطريقة تتعلق بطول مدة الإقامة والتي تكون أطول في فصل الشتاء مقارنة مع الفترة الصيفية. [11]

4.3. فوائد التصفية النباتية:

محطات التصفية المزروعة بالنباتات ذات الأوراق الكبيرة يمكن لها أن:

- هذه الطريقة تضمن الملاحظة الدورية للدارة المائية بطريقة سهلة وكذلك لا تطرح مشكل الروائح.
- بالإمكان والافضل غالبا معالجة المياه المستعملة في المحطات دون ترشيح أولي: لمواد المصفاة تقاد من طرف المياه كالأوراق و البراز حيث تستقر في الطابق الاول.
- طبقة تصفية رقيقة التي تتحول بدورها الى سماد وتتمعدن.
- اختلافا عن الانظمة التقليدية لا يمكن انتاج الوحل "الطين" لكن يخلف بقايا معتبرة الحجم ثابتة ومعتدلة في سطح التربة للطابق الأول 1.5سم لا يوجد إذا مشكلة في تخزين ومعالجة البقايا. (كشط خفيف وبسيط للسطح، الطابق الأول سيكون كافيا و ذلك كل10 سنين).
- محطات التصفية لهذه النباتات تتكيف بسهولة مع التجمعات السكانية المعزولة مثل:
- (المباشر) لأن هذه النباتات تحتاج الى محيط تقني بسيط.

– وبالرغم من سهولة انشائها إلا أن هذه الطريقة من شأنها أن توفر من ثمن الصيانة.

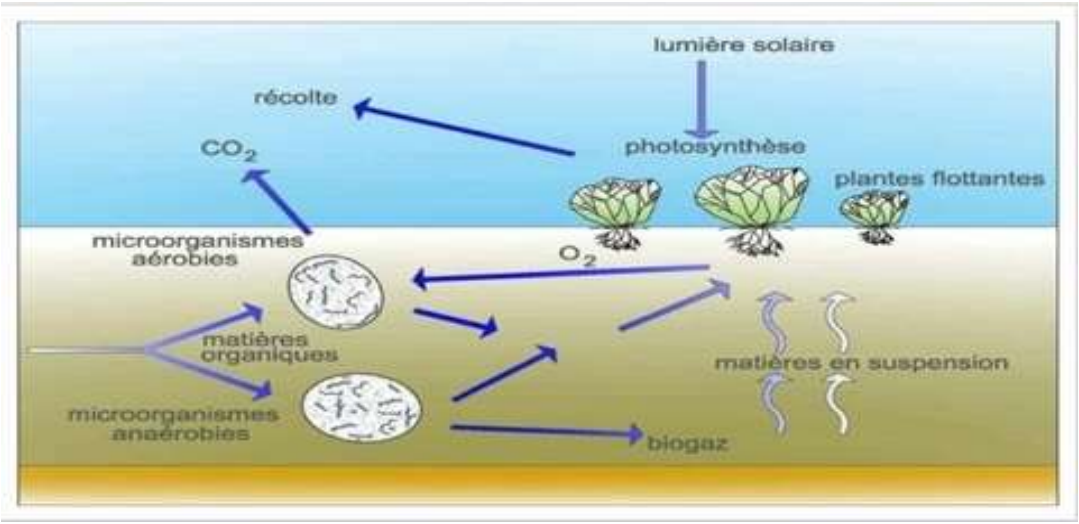
– في الصيف أين تكون الوسائط المستقبلة محمية خصيصا تعطي المناطق المعازلة المزروعة بالأشجار إمكانية لتخفيض حجم و تأثير الصرف. [10]

5.3. مبدأ التصفية بالنباتات ذات الأوراق الكبيرة:

التصفية باستعمال النباتات تعتمد على التصفية للمياه المستعملة الخام بوجود أرضية مزروعة بالنباتات التي تحسن التعدد الأحيائي للنباتات، وتعتبر هذه الطريقة كمنطقة رطبة وفي هذه الحالة المياه المستعملة الخام تتسرب عبر طبقات من الرمل (رمل، حصى، زلط) أين تزرع بمختلف أنواع النباتات، هذه النباتات تعمل على تخفيض المواد العضوية التي تم تفكيكها بواسطة البكتيريا الهوائية الدقيقة وذلك بوجود الأوكسجين (تهوية الأرضية).

الأسرة والمصافي المزروعة تعمل كالمنطقة الرطبة بحيث أنهم يشكلون بدائل لمعالجة المياه المستعملة للمجمعات الصغيرة و مياه الصرف الزراعية أو الصناعية يمكن ان يكونوا كتكميل لمعالجة المياه المستعلمة (تخفيض تركيز الازوت والفسفور).[12]

الشكل 9: مبادئ العلاج في حوض النباتات ذات الاوراق الكبيرة العائمة.



المصدر: **جورجي نسيم ماهر، 2007 تحليل وتقويم جودة المياه، دار نشأة المعارف جلال حزي وشركاءه.**

6.3. دور النباتات ذات الأوراق الكبيرة:

حضور مثل هذه النباتات للتنقية يساهم في:

- منع تشكل طبقة انسداديه على الارضية بتراكم المواد العضوية المحفوظة من التصفية الآتية.
- داخل التربة الهوائية وذات النفاذية العالية.
- تضمن الحماية من الصقيع أين تكون الكتل في الشتاء مغطاة بالنباتات.
- تشكل الظل وتحفظ قياس الرطوبة الذي يساهم في تشكيل الكتلة الحيوية البكتيرية.[13]

الجدول 1: دور النباتات ضمن محطات المعالجة بالنباتات.

أجزاء النبات	الأهمية في المعالجة
أنسجة النبات بالهواء الجوي	- تحد من نفاذ الضوء الى الماء مما يقلل من نمو الطحالب. - العزل الحراري للحوض وخصوصا في فصل الشتاء عندما يكون الطقس باردا. - تخفيض سرعة التيار المائي وهدا ما يساعد على تأمين ظروف افضل لعملية ترسيب المواد الصلبة العالقة. - الجزء العلوي من النبات يساعد على تخفيف سرعة الرياح قرب سطح التربة او الماء حيث تحسن من إزالة المواد الصلبة العالقة خاصة في الأحواض الجريان الحر.
أنسجة النباتات بالماء	- تمنع الانسدادات في الأحواض ذات الجريان الشاقولي حيث تتم تغذية الحوض من السطح العلوي. - سرعة الرياح تؤدي بالنباتات إلى مساعدة المياه بالدخول الى ضمن الحوض عبر الفراغات التي يصنعها ساق النبات نتيجة الإهتزازت المتكررة. - تؤمن مساحة سطحية لنمو الطبقة البيولوجية Biomfilm - تطرح الأكسجين المنحل للوسط المائي مما يزيد التحلل الهوائي للملوثات. - تستهلك المغذيات.
الجذور وأشباه الجذور (الجذور) ضمن وسط الفلترة او التربة.	- تؤمن نباتية سطح الفلترة (التربة). - تمنع الوسط من الإنسداد في الأحواض ذات الجريان الشاقولي. - تحرير الأكسجين مما يساعد على النترجة. - تستهلك المغذيات. - تحرر مضادات حيوية.

المصدر: بوغزالة حمد خولة، كير أسامة، عثماني نصيرة، معالجة المياه المستعملة بواسطة الأحواض المهواة للمحطة(1) كوينين. مذكرة تخرج لنيل شهادة ليسانس أكاديمي –هندسة طرائق– المراكز الجامعي بالوادي 2010.

7.3. أنواع المرشحات المزروعة:

هناك نوعان من الفلاتر: الأفقية و العمودية. وهي تختلف حسب طريقة التغذية، واتجاه تدفق المياه والظروف المعالجة الهوائية. ونحن نجمع أيضا الأنظمة هي في الواقع اتصال سلسلة من الفلاتر والمرشحات الرأسية الافقية.

1.7.3. المرشحات النباتية بالتدفق العمودي:

التنقية العمودية تعتمد على مزيج من العملية تحت الظروف الهوائية التي تجري كما يلي:

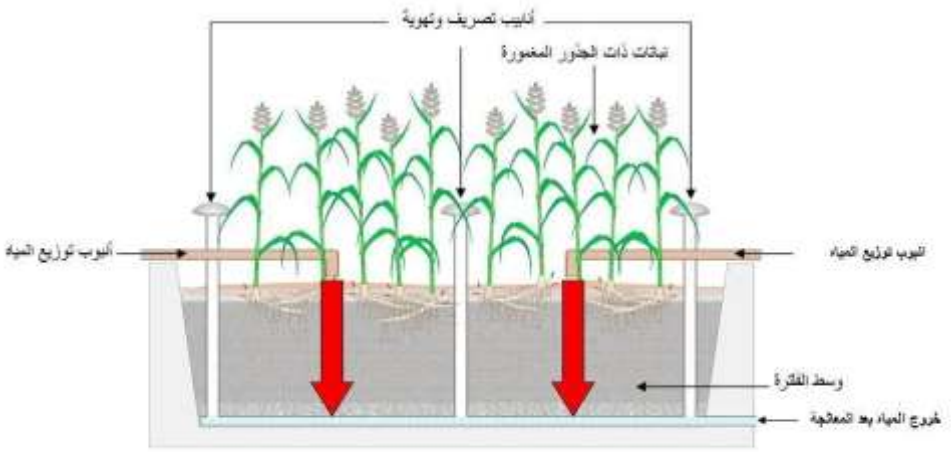
– يتم تزويد المرشحات ذات التدفق العمودي مع السطح لتنهمر النفايات السائلة رأسيا من خلال الارضية.

– يتم الاحتفاظ المادي من المواد الصلبة العالقة من على سطح المرشحات.

– هذا النوع من الاجهزة يتيح تخزين وتمعدن من الحمأة على المعالجة الاولى لتحقيق الاستقرار لتصفية الحمأة.

– يتم التحلل البيولوجي للمواد الذائبة بها الكتل الحيوية البكتيرية الهوائية الثابتة على الأرضية غير المشبعة.[11]

الشكل 10: تبيين أليات عمل طريقة السقي تحت السطحي الشاقولي.



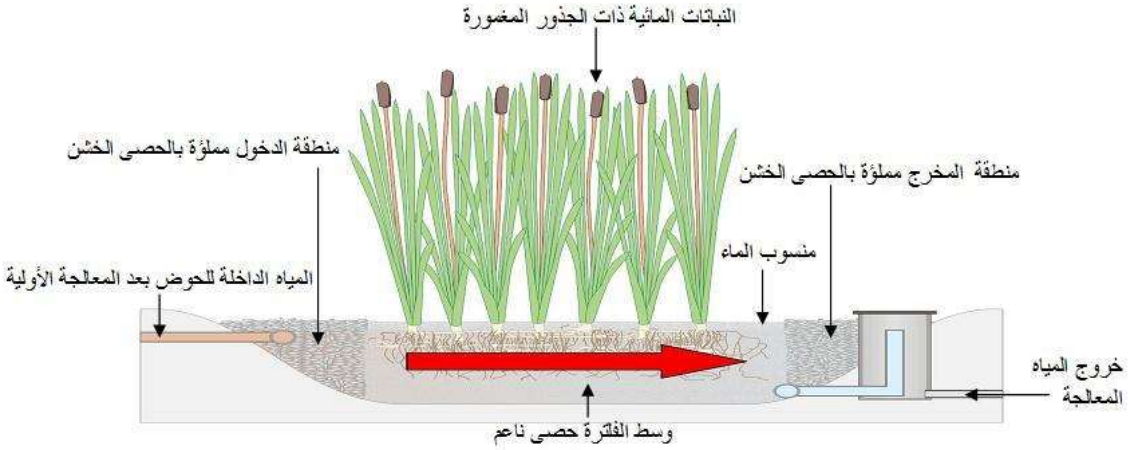
المصدر: العابد ابراهيم، تخصص كيمياء عضوية تطبيقية لنيل شهادة دكتوراه علوم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية.

المصدر: بوغزالة حمد خولة، كير أسامة، عثماني نصيرة، معالجة المياه المستعملة بواسطة الأحواض المهواة للمحطة(1) كوينين. مذكرة تخرج لنيل شهادة ليسانس أكاديمي –هندسة طرائق– المراكز الجامعي بالوادي 2010.

2.7.3. المرشحات النباتية بالتدفق الأفقي:

لا تعمل المرشحات بالتدفق الأفقي على السطح مثل العمودية إذا كان مثلا تدفق المياه المستعملة المصحوبة بالأتربة والحصى وبعض المواد السائلة الكبيرة فهذا الترشيح يكون في المرحلة العمودية أما ترشيح المواد المذابة والمواد العضوية الصغيرة يكون تبعا للمرحلة الأفقية والتي يلعب فيها الأوكسجين دورا فعالا في الترشيح الأفقي والعكس أيضا نقص الأوكسجين يؤدي الى عدم ترشيح وعدم أكسدة عدة مواد فالترشيح العمودي للمواد الصلبة والكبيرة والترشيح الأفقي للمواد الصغيرة.[11]

الشكل 11: تبين طريقة المعالجة بالنباتات عن طريق السقي تحت السطحي الأفقي.

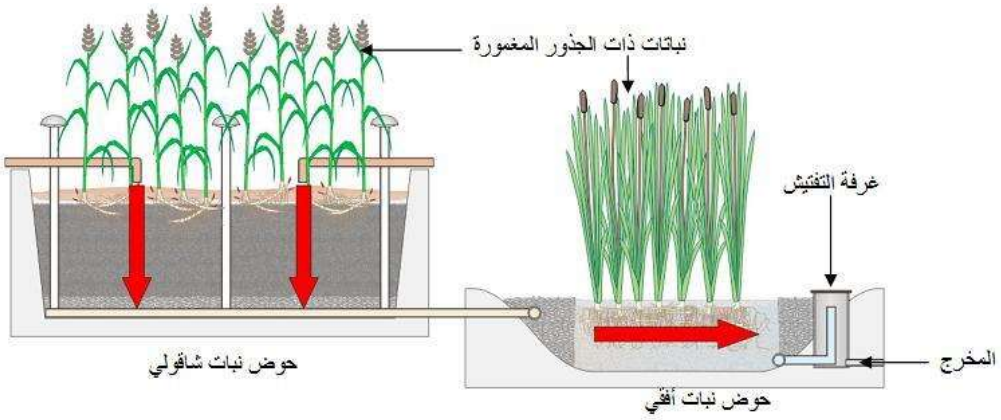


المصدر: العابد ابراهيم، تخصص كيمياء عضوية تطبيقية لنيل شهادة دكتوراه علوم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية.

3.7.3. الأنظمة الهجينة:

أن الاساس في جمع نوعين من المرشحات (العمودية والأفقية) تكمن في النترجة الجيدة (تفكيك المواد العضوية) يليها نزع النتروجين في المرشحات الأفقية لأن نزع النتروجين في المرحلة الثانية ليس بالعملية الصعبة.[13]

الشكل 12: نظام الترشيح الهجيني.



المصدر: **العابد ابراهيم، تخصص كيمياء عضوية تطبيقية لنيل شهادة دكتوراه علوم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية.**

8.3. النباتات المائية المستعملة في المعالجة:

1.8.3. نبات JUNCUS EFFUSUS:

يستعمل هذا النبات في تقليل نسبة المعادن في المياه الملوثة . كما يستعمل في صناعة القوارب وجزء منها يؤكل من طرف الحيوانات كما يستعمل في تنقية المياه الملوثة في المناطق الرطبة للمحافظة على البيئة من التلوث. [5]

لشكل 13: نبات JUNCUS EFFUSUS

المصدر: **العابد ابراهيم، تخصص كيمياء عضوية تطبيقية لنيل شهادة دكتوراه علوم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية.**

2.8.3. نبات CYPURUS PAPYRUS :

يستعمل هذا النبات في صناعة الورق والتزيين ، ويستعمل في صناعة الورق والأحذية وله القدرة على اعادة تصنيع المواد المعدنية ويستعمل في تنقية و معالجة المياه [5].

الشكل 14: نبات CYPURUS PAPYRUS

المصدر: **العابد ابراهيم، تخصص كيمياء عضوية تطبيقية لنيل شهادة دكتوراه علوم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية.**

3.8.3. نبات TYPHA LATIFOLIA (البوط عريض الأوراق):

تستعمل هذه النبتة في تخفيض نسبة التلوث، وهي مهمة في الوقاية من الفيضانات، وفي معالجة المياه الراكدة وامتصاص الفضلات الصلبة وكذلك الانسدادات في المناطق المائية وتستعمل في معالجة النفايات البشرية والزراعية والصناعية وهي مهمة في تخفيض الكميات الزائدة في نسبة الزنك والنحاس والنيكل [5].

الشكل 15: نبات TYPHA LATIFOLIA

المصدر: **العابد ابراهيم، تخصص كيمياء عضوية تطبيقية لنيل شهادة دكتوراه علوم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية.**

9.3. المحاسن والمساوئ المعالجة بالنباتات:

1.9.3. محاسن المعالجة بالنباتات:

كلفة التشغيل والصيانة المنخفضة بسبب اعتمادها على المعالجة البيولوجية الطبيعية، وعدم الحاجة للطاقة التشغيل والصيانة إلا في الإحتياجات الدنيا، وليس هناك حاجة لاستخدام المواد الكيميائية أو التجهيزات الميكانيكية الإحتياطية، كما أنها لا تحتاج لكادر تشغيل خبير كما هو الحال بمحطات المعالجة التقليدية.

الإزالة الفعالة للملوثات، والعوامل الممرضة وبيوض الديدان والمركبات الذائبة في الماء – النيتروجين والفسفور – التي تشكل منها المواد الغذائية.

قدرتها الكبيرة على تحمل تذبذبات التدفقات بالإضافة الى ثباتتيها العالية، والموثوقية في الأداء.

إعادة استخدام المياه المعالجة في ري المحاصيل كما يعاد استخدام النباتات في الموسم الحصاد بعد قطعها لتغذية الحيوانات.[14]

2.9.3. مساوئ المعالجة بالنباتات:

- المساحة اللازمة للمحطة تكون كبيرة مقارنة مع محطات المعالجة التقليدية.
- تتطلب مواد ملئ (حصى، رمل، حجارة) بكميات كبيرة نسبيا.
- أن تحلل المواد الصلبة الخام والكتلة الحيوية يمكن أن تؤذي إلى انسداد بعض أجزاء وسط المصفاة وخاصة الوسط الرملي كما أن عدم معالجة الحمأة الأولية الناتجة بشكل مناسب يؤدى الى انتشار الروائح.
- استبدال المصفاة يكون مكلفا بحال تطلب الأمر ذلك بسوء التشغيل أو التصميم لهذه المحطات.
- ان الاشراف البسيط المطلوب من أجل تشغيل واستثمار هذه المحطات لا يعني أنها من الضروري أن يتم إتباع الإرشادات والمعايير الهندسية الناظمة لتصميم هذه المحطات وعدم تجازوها كما أن الجهة المنفذة يجب أن تتمتع بالخبرة لتنفيذ هذه الاعمال.[14]

9.3. تصميم محطة التصفية النباتية:

تستخدم البحيرة لعلاج مياه الصرف الصحي المنزلي في منطقة لا تتجاوز 2000ساكن. ينصح بدراسة أولية للتربة قبل تثبيت الاحواض لمنع التلوث البيئي. وتتعلق هذه الدراسة بنفاذية التربة. ووجود المياه الجوفية، فمن الأفضل أن يكون قاع الحوض بها طبقة من البلاستيك أو الطين للحد من تسرب المياه.

للحد من الحاجة لمضخات كهربائية، فمن الضروري أن يكون تدفق المياه يتبع المنحدر الطبيعي. وهناك بيانات أساسية هي:

1.9.3. أبعاد الحوض:

إن حساب أبعاد حوض الترسيب بالنباتات يعتمد على عدد السكان، والتي تكون باستنتاج كمية الملوثات الخارجة من المنطقة المدروسة، ويكون حجم الحوض في هذه الطريقة أقل بكثير من الأحواض الخاصة بالتصفية بالأحواض المهواة، وتستعمل هذه الطريقة في المناطق الريفية (عدد السكان قليل).

2.9.3. مراقبة محطة التصفية:

أن مراقبة مصبات محطات التصفية تسجل داخل الإطار العام للمراقبة الذاتية التي يقوم بها المشغل وهذه المراقبة تكون بواسطة المصالح الإدارية.[12]

10.3. التصفية النباتية للمياه المستعملة بالجزائر:

في الجزائر، بهذا الأسلوب من التنقية بالمرشحات المزروعة ظهرا إلا متأخرا. وفي الواقع في عام 2007 حققت وزارة الموارد المائية أنشاء نظام معالجة المياه المستعملة التجريبي استنادا الى العملية الطبيعية، هذا برنامج التشغيل التجريبي المقصود للتجمعات الصغيرة من السكان أقل من2000 نسمة هي الأولى من نوعها في الجزائر، نفذت في منطقة تماسين كان بمثابة اختبار لاحتمال تمديدها عبر المناطق والقرى الصغيرة المعزولة في بلدنا.[14]

الخاتمة

الخاتمة

قمنا في هذا البحث البسيط بالتعرف على طريقة التصفية المياه المستعملة الملوثة باستخدام النباتات وأهم العوامل التي يجب توفرها لأجل تقديم أفضل تصفية، وهذه الطرقة تسمى أيضا بالمناطق الرطبة.

ولهذه الطريقة إيجابيات عدة أهمها عدم التكلفة وعدم استخدام يد عاملة كبيرة وتكون خاصة في المناطق الريفية.

وفي الأخير تحقق هذه التقنية استخلاص 85% من الماء المعالج، ويفقد 15% بالتبخر الجوي، وإلى ذلك تمتد بقعة خضراء تثبت التربة وتمنع العواصف الرملية، وتلطف الجو، وهذه التقنية في معالجة الحمأة الصرف الصحي باستخدام الحمأة كأسمدة عضوية مأمونة تغني عن الأسمدة الصناعية.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

[1]. جورجي نسيم ماهر،2007 ،تحليل وتقويم جودة المياه ، دار نشأة المعارف جلال حزي وشركاءه.

[2]. الشرابي نجم الدين، هابيل منير، ابو لبدة زياد، 1987 اساسيات الأحياء الدقيقة _الجزء العملي المطبعة الجديدة بدمشق.

[3]. السعدي حسن علي، 2006، اساسيات علم البيئة والتلوث، دار اليازوري العلمية عمان الأردن.

[4]. شركة القابضة للمياه الشرب الصحي، مجلة، (د.س.ن).

[5]. الخدمات لاستشارية في قطاع المياه والصرف الصحي. صرف الصحي الموقعي والمركزي للمدن والتجمعات السكانية الصغيرة صفحة . بتصرف.

[6]. ابو سعد م. نجيب ابراهيم، 2000 التلوث البئي ودور الكائنات الدقيقة إيجابيا وسلبيا دار الفكر العربي _ القاهرة.

[7]. العابد ابراهيم: معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، ببة أحمد عبد الحفيظ ،أطروحة دكتوراه في كيمياء عضوية تطبيقية، قسم الكيمياء، كلية الرياضيات وعلوم المادة ، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2014-2015.

[8]. سهيل حاج عمارة، عبد الحق هارون، محمد العيد شليق، قدرة النباتات على تصفية المياه المستعلمة، مكره تقني سامي، تخصص: تسيير واقتصاد الماء، المعهد الوطني المتخصص، الشهيد لعمامرة البشير -الوادي-، الدفعة أكتوبر 2016.

[9]. عيدة منير، غمام نواس حمزة : دراسة مساهمة محطة معالجة مياه الصرف بالبحيرات المهوات في حماية البيئة – مذكرة تخرج لنيل شهادة مهندس دولة.

[10]. بهلول جمال الدين، هرشة توفيق، معالجة المياه المستعملة في محطة التصفية –تقرت.

[11] بن عشورة، صبرينة باتول، معالجة المياه المستعملة الحضرية لمنطقة الاهقار بتمنراست بواسطة نباتات منقية محليا. جامعة ورقلة، 2015.

[12]. جورجي نسيم ماهر، 2007 تحليل وتقويم جودة المياه، دار نشأة المعارف جلال حزي وشركاءه.

[13]. العابد ابراهيم، تخصص كيمياء عضوية تطبيقية لنيل شهادة دكتوراه علوم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية.

[14]. محمد صادق العدوي 1990 هندسة الصرف الصحي والتحكم في التلوث البيئة هندسة صحية 2.