الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة الوادي
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم علوم و تقنيات

مذكرة

تخرج لنيل شهادة

ماستر

شعبة: هندسة طرائق
تخصص: هندسة كيميائية

دراسة خاصية تطهير *Gazon ,Papyrus ,Typha* اتجاه الملوثات العضوية لمياه الصرف الصحي لبلدية الوادي

من إعداد الطالب : عون عبدالرزاق

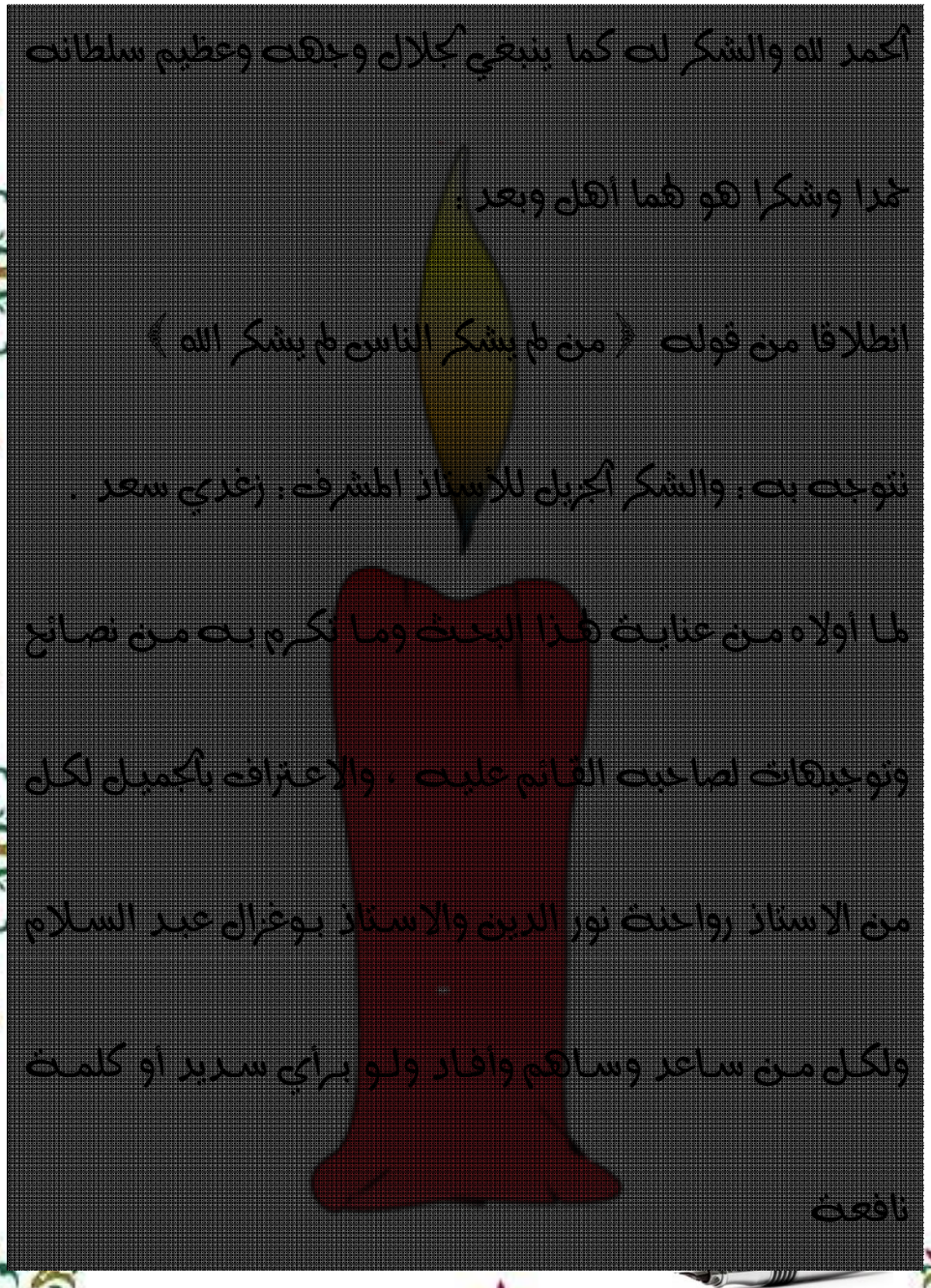
أمام لجنة المراقبة المكونة من :

بوغزال عبد السلام	أستاذ مساعد	جامعة الوادي	رئيسا
رواحنة نور الدين	أستاذ مساعد	جامعة الوادي	مناقشا
زغدي سعد	أستاذ مساعد	جامعة ورقلة	مؤطرا

دفعة: 2014

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

شكر وعرفان



الحمد لله والشكر له كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه

حمدا وشكرا هو لهما اهل وبعد :

انطلاقا من قوله ﷺ « من لم يشكر الناس لم يشكر الله »

نتوجه بـ: والشكر الجزيل للاستاذ المشرف: زغدي سعد .

لما اولاه من عنايه لهذا البحث وما تكرم به من نصائح

وتوجيهات لصاحبه القائم عليه ، والاعتراف بالجميل لكل

من الاستاذ رواحنة نور الدين والاستاذ بوغزال عبد السلام

ولكل من ساعد وساهم وافاد ولو برأي سديد او كلمة

نافعة

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

إهداء

إلي كل من أضاء بعلمه عقل غيره أو هدى بالجواب الصحيح حيرة سائليه

فأظهر بسماحته تواضع العلماء وبرحابته سماحة العارفين

إلى من علمني النجاح والصبر إلى من افتقده في مواجهة الصعاب

ولم تمهله الدنيا لأرتوي من حنانه .. أبي

وإلى من تتسابق الكلمات لتخرج معبرة عن مكنون ذاتها

من علمتني وعانت الصعاب لأصل إلى ما أنا فيه

وعندما تكسوني الهموم أسبح في بحر حنانها ليخفف من آلامي .. أمي

إلى الشمعة التي تحترق لتضيء لأجلنا زوجتي.

إلى أزهار بستاني أبنائي :إسراء ، عبدالله ، سيرين ،

أهدي هذا البحث المتواضع راجياً من المولى

عز وجل أن يجد القبول والنجاح

عبود عبدالرزاق

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

مقدمة عامة

إن الغرض من معالجة مياه الصرف الصحي هو نزع جميع الملوثات التي لها تأثيرا على الصحة العامة والبيئة حيث كانت المعالجة تنحصر في إزالة المواد العالقة والطافية, والتخلص من بعض المواد العضوية المتحللة وبعض الأحياء الدقيقة المسببة للأمراض , ونتيجة لتقدم العلم في مجال معالجة المياه وزيادة المعرفة بتأثير الملوثات على البيئة سواء على المدى القريب أو البعيد إضافة إلى التقدم الفكري في إنتاج طرق جديدة جعل من الضروري تطوير معالجة تلك المياه لتكون قادرة على إزالة معظم الملوثات التي لم يكن من السهل إزالتها بالطرق التقليديةأ ومن بين هذه الطرق **:**المعالجة باستعمال النباتات ***(Weatland)*.**

دراسة كفاءة نباتات *(Typha)* ,(*Papyrus*), (*Gazon*) المحلية الموجودة في منطقة الوادي اتجاه الملوثات العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي بالمنطقة.

الهدف من الدراسة :

-إظهار أنواع الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصحي الخاصة بمنطقة وادي سوف ,وإمكانية معالجته, وذلك باستعمال *(Typha)* , (*Papyrus*) , *(Gazon)*.

- إثبات مدى تلوث مياه الصرف الصحي المحلية ,و إمكانية مقارنتها بالمياه المعالجة المتقدمة.

-إثبات مدى كفاءة عمل بعض النباتات على معالجة مياه الصرف ,و التقليل من التلوث.

- مدى كفاءة استعمال المياه المعالجة في السقي.

ينقسم هذا البحث إلى جزئين رئيسين

الجانب النظري**:** يتكون من فصلين

الفصل الأول يتطرق إلى معرفة مياه الصرف الصحي من حيث ملوثاتها ومصدرها وأنواع هذه المياه وكذلك معرفة بعض التأثيرات الجانبية لهذه المياه على الإنسان والحيوان.

الفصل الثاني يوضح كل العوامل المشاركة في عملية تصفية المياه بالنباتات وقد جاء في هذا الفصل التطرق إلى بعض أنواع النباتات التي تستعمل في معالجة المياه ,وطرق سقيها.

الجانب العملى**:** يتكون من فصلين

الفصل الثالث يوضح طرق والمواد المستعملة في هذه الدراسة

الفصل الرابع جاء فيه مناقشة وتحليل النتائج المتحصل عليها

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

الجزء النظري

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

الفصل-I-

مياه الصرف الصحي

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

مياه الصرف الصحي:

1- مقدمة:

يعتبر تلوث الماء من أوائل الموضوعات التي أهتم بها العلماء والمختصون في مجال التلوث , ويعود السبب في ذلك الى إحتوائه على مواد كثيرة ضارة للإنسان والحيوان وحتى النبات.

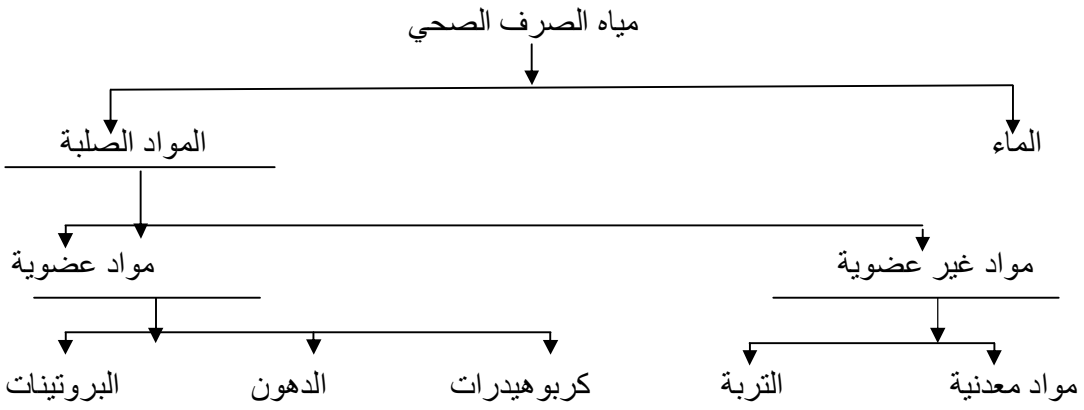
2- تعريفه:

هو الماء الذي يحتوي على المواد الغريبة التي تفسد خواصه الكيميائية أو تغير من طبيعته، مما يجعله غير صالح للإنسان أو الحيوان أو النبات [1].

3- أصل ومكونات مياه الصرف الصحي:

تتكون مياه الصرف الصحي عن نسبة 99.9 % من الماء والباقي مواد عضوية وغير عضوية 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 , والكربوهيدرات تشكل 25% منها والدهون تشكل المتبقي منها , أما المواد غير عضوية فهي عبارة عن مركبات من الكبريتات والكلوريدات والفسفور والمعادن الثقيلة .

وتعتبر هذه المواد سواء العضوية أو غير العضوية المتواجدة في مياه الصرف الصحي ,ملوثات وهي تتواجد في الماء إما بشكل مواد عالقة أو ذائب أما المستعلق منها فمن السهل إزالته عن طريق الترسيب وأما الذائب منها فيصعب إزالته عن طريق الترسيب[2].



الشكل (I.1): يبين مكونات مياه الصرف الصحي[3].

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

4-أنواع مياه الصرف الصحي:

4-1- مياه الصرف الصحي المنزلي:

هي تلك المياه الناتجة عن الاستعمال المنزلي و التي تتكون أساسا من المخلفات البشرية [1].

4-2 - مياه الصرف الصحي الصناعي:

يحدث هذا النوع من التلوث عند صرف المنشآت الصناعية لمخلفاتها و نواتجها الثانوية بدون معالجة في المجاري المائية 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) [3] .

4-3-مياه المجاري العاتمة:

وهي المياه المصروفة من المنازل بعد استعمالها مثل دفيق الحمامات والمطابخ والمراحيض ونحوها[2].

5- مقاييس تصنيف الملوثات في مياه الصرف الصحي:

5-1- المقاييس الفيزيائية:

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

5-1-1- المواد العالقة (Matiéres en suspension) (MES):

نتحصل على المواد العالقة بواسطة الترشيح وهي تمثل معيار مهم في تعيين 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 [1].

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

5-1-2- الروائح *(Smell)*:

تنبعث الروائح عادة من الغازات المتولدة من تحلل المواد العضوية أو من المواد المضافة إلى مياه الصرف وقد تحتوى مياه الصرف الصناعي على مركبات ذات رائحة أو على مركبات تنبعث منها رائحة أثناء عملية المعالجة [4].

5-1-3- درجة الحرارة *(Temperature)*:

تعتبر درجة الحرارة من أهم المؤشرات المؤثرة في عملية المعالجة وذلك لتأثيرها على التفاعلات الكيميائية وسرعتها، وكذلك تؤثر على الأحياء المائية، وعلى مدى ملائمة المياه للاستخدامات المفيدة. فمثلا ارتفاع درجة الحرارة قد يؤدى إلى اختلاف في فصائل الأسماك المتواجدة في البيئة المائية المستقبلة لمياه الصرف. و لذلك فإن العديد من المنشآت الصناعية تولى اهتماماً بالغاً بدرجة حرارة المياه السطحية التي يتم استخدامها في عمليات التبريد.

بالإضافة إلى ما سبق فإن الأكسجين أقل ذوباناً في المياه الدافئة عن المياه الباردة، ولذلك فإنه عند ارتفاع درجة حرارة المياه في أشهر الصيف يزداد معدل التفاعلات البيوكيميائية مصاحباً لانخفاض في كمية الأكسجين المتواجدة في المياه السطحية، مما قد يؤدي إلى نفاذ حاد لتركيز الأكسجين الذائب في المياه. [4]

5-1-4- اللون *(Color)*:

يختلف لون مياه الصرف الصناعي طبقاً لنوع الصناعة, ولذلك فإنه من المهم معرفة خواص وطرق قياس اللون, وذلك لأن أغلب المواد الملونة تكون في الحالة الذائبة ,و يمكن لبعض وحدات المعالجة الثانوية مثل الحمأة النشطة ,والمرشحات الرملية إزالة نسبة معينة لبعض أنواع المواد الملونة ,وفى بعض الأحيان تحتاج إزالة المواد الملونة إلى عمليات الأكسدة الكيميائية.

5-1-5- العكارة *(Turbidité)* :

العكارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء ,وتستعمل لقياس مدى جودة المياه المنصرفة بالنسبة للمواد الرغوية العالقة, وعموماً فإنه لا توجد علاقة بين درجة العكارة وتركيز المواد العالقة في المياه غير المعالجة ولكن تتوقف درجة العكارة على كمية المواد العالقة ونوعها ولونها ودقة حبيباتها [1] .

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

2-5-المقاييس الكيميائية:

المقاييس المتاحة في الخصائص الكيميائية المرتبطة بالمحتويات العضوية للمياه العاتمة تشمل الطلب البيولوجي على الأكسجين، و الطلب الكيميائي على الأكسجين، و مجموع الكربون العضوي، و الطلب الكلي على الأكسجين؛ أما الخصائص الكيميائية غير العضوية فتشمل الملوحة،و الpH ، وبالإضافة إلى المعادن المؤينة، و منها الحديد، المنغنيز، والفوسفات ,و يمكن تقسيمها كالاتي :

1-2-5- الأكسجين الحيوي الممتص (*Demande Biochemique en Oxygéne* (DBO_5)):

يعتبر هذا المؤشر من أكثر مؤشرات التلوث العضوية واسعة الاستخدام في مجال مياه الصرف وعادة ما يتكون الأكسجين الحيوي الممتص بسبب المواد العضوية الرغوية ,والذائبة مما يشكل حملا على الوحدات البيولوجية في محطات المعالجة, و يلزم توفير الأكسجين اللازم لنمو البكتريا لتقوم بأكسدة المواد العضوية, و يحتاج الحمل الزائد للأكسجين الحيوي الممتص الناتج من الزيادة في المخلفات العضوية إلى زيادة النشاط البكتيري, و الأكسوجيني بالإضافة إلى زيادة في قدرة وحدة المعالجة البيولوجية.

يتم تحديد الأكسجين الحيوي الممتص لقياس الأكسجين الذائب المستهلك بواسطة الكائنات الدقيقة في عملية الأكسدة البيوكيميائية للمواد العضوية, ولقياس الأكسجين الحيوي الممتص يتم عمل تخفيفات لمياه الصرف بماء مشبع بالأكسجين في زجاجات خاصة يضاف إليها البكتيريا,و 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.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

5-2-2- الأكسجين الكيميائي المستهلك(*Demande chimique en Oxygéne (DCO)*) :

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, و 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 في مياه الصرف الصناعي التي تحتوى على مواد تتحلل بيولوجيا (مثل صناعة الأغذية). أما مياه الصرف ذات النسب (DCO/DBO) 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 [1]

5-2-3- المنظفات الصناعية:

المنظفات الصناعية هي المواد الخافضة للتوتر السطحي ,وهى عبارة عن جزيئات عضوية كبيرة ولها قابلية ضعيفة للذوبان, وهي تسبب الرغوة في محطات معالجة مياه الصرف ,وفى المياه السطحية التي تصرف إليها وتتجمع جزيئات المنظفات في الطبقة ما بين الهواء ,والماء كذلك تتجمع هذه المركبات على سطح فقاعات الهواء أثناء عملية المعالجة البيولوجية مسببة رغوة ثابتة تفوق عملية المعالجة [4].

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

5-2-4- الرقم الهيدروجيني *(pH)*:

إن تركيز الرقم الهيدروجيني يعتبر أحد المؤشرات الهامة لمياه الصرف, ويعبرعلى مدى التركيز المناسب لتواجد معظم الحياة البيولوجية.

إن مياه الصرف ذات الرقم الهيدروجيني الخارج عن المدى من الصعب معالجتها بالطريقة التقليدية[5]

5-2-5- الناقلية الكهربائية (*Conductivité*):

الناقلية الكهربائية تعرف على أنها الناقلية المحصورة بين قطبين مكونين من صفحتين مساحة كل منها 1سم^2 .

تحتوي المياه الطبيعية على تراكيز خفيفة من الأملاح المعدنية المتشردة ,و منه تشارك معا بالناقلية الكهربائية وتكون قيمة الناقلية في هذه الحالة ضعيفة ,و تنتج الناقلية العالية لإرتفاع نسبة الملوحة بفعل الملوثات المعدنية التي تشكل أيونات سالبة منحلة في الماء.

5-2-6- القاعدية:*(Alkalinity)* :

تنتج القاعدية من وجود أيونات الهيدروكسيدات ,و الكربونات ,و البيكاربونات للمعادن الكالسيوم و الماغنسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم و الأمونيا ,و يعتبرا الكالسيوم و المغنيسيوم هما الأكثر انتشارا,و يمكن اعتبار البورات و السيليكات و الفوسفات بالإضافة إلى مركبات مشابهة مكونة لجزء من القاعدية.

و يساعد وجود القاعدية في مياه الصرف على مواجهة التغيرات في الرقم الهيدروجيني الناتج عن إضافة الأحماض, ويشكل تركيز القاعدية في مياه الصرف أهمية من حيث التأثير على المعالجة الكيميائية والمعالجة البيولوجية للتخلص من المغذيات كذلك إزالة الأمونيا باستخدام الهواء.

5-2-7- الآزوت *(L azote)(N)*:

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 الأزوت الكلي أو إزالة النيتروجين من 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) .[1].

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

5-2-8- النيترات *(Nitrates) (NO_3^-):*

أثبتت الأبحاث الطبية أن النيترات 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 .

5-2-9- الأمونيوم *(L azote ammoniacal) (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 .

5-2-10- النيتريت *(Nitrites) (NO_2^-):*

تمثل أيونات 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[1].

5-3- المقاييس البيولوجية:

تعتبرزيادة محتوى المياه من الكائنات الحية الدقيقة من أهم الفروق الجوهرية بين المياه العذبة, ومياه الصرف الصحى أو الزراعى الملوثة بها ومن أهمها:

- مجموعة الفيروسات .

. فيروسات الغدد - الفيروسات المعوية- فيروسات الالتهاب الكبدى.

- مجموعة البكتريا .

. بكتريا القولون الكلية *Total coliforms* – بكتريا القولون البرازية *Feacal coliforms*

- مجموعة السالمونيلا *Salmonella* -مجموعة الشيجلا *shigella* .

- مجموعة الديدان الطفيلية.

. الأنكلستوما- الأسكارس- الدودة الدبوسية- التينيا ساجيناتا – التينا سوليم.

- مجموعة البروتوزوا.

وهى كائنات وحيدة الخلية مثل الأنتاميبا.

وتكمن خطورة هذه الكائنات فى التسبب لأمراض عديدة للأنسان, والحيوان عن طريق الأستخدام المباشر أو تعرض الثمار لها[6].

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

6- الأسباب الأساسية لتنقية مياه الصرف الصحي:

مما تقدم يمكن استخلاص فوائد معالجة مياه الفضلات في ما يلي:

- الحد من انتشار الأمراض والأوبئة الناتجة من تواجد مسببات المرض.
- حماية المياه السطحية, والجوفية من التلوث.
- حماية عناصر البيئة بشكل عام.
- اعادة استعمال مياه الفضلات بعد المعالجة [2].

7- المعايير العامة لصلاحية المياه المعالجة :

تعد معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في أغراض الري الزراعي 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 الأبحاث التي أجريت في قسم وقاية النبات أظهرت أنه لاضرر من استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ثنائية على الأقل في ري نباتات الزينة ,وأنها أمنة من محتواها الكيميائي والميكروبي

8- مميزات استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في سقي النباتات:

*مصدر إضافي لمياه الري والاحتفاظ بالمياه الأعلى جودة لأغراض الشرب, والاستخدام المنزلي

*مصدر رخيص للمياه

*الاستفادة من المغذيات النباتية التي تحويها مياه الصرف الصحي السائلة, والصلبة (نيتروجين-فوسفور - بوتاسيوم وعناصر أخرى)

*تحسين الخواص الفيزيائية للتربة بما في ذلك قابلية التربة للاحتفاظ بالمياه

*طريقة اقتصادية للتخلص من المخلفات لمنع التلوث و المشكلات الصحية

5-2-المعايير الدولية لاستخدام المياه فى الري:

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

أ- الأملاح الكلية الذائبة. ب- العناصر النادرة والثقيلة.

ج- المعايير البيولوجية. [6]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

يجب أن تكون مياه الصرف الصحي المعالجة المعاد استخدامها في الري الزراعي مطابقة للمعايير القياسية ,و الشروط المطابقة لكثير من الدول ,والمبينة في هذا الجدول

الجدول (1.I): الشروط والمعايير الدولية لاستخدام مياه الصرف المعالجة في الري الزراعي [7].

أقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة		
الخواص		أقصى مستويات التلوث ملجم / لتر
الخواص الطبيعية	المواد الطافية	خاليه
	المواد الصلبة العالقة MES	40
	درجة الحرارة	°م 30 >
	الأوكسجين المنحل (O_2)	5 <
	الأس الهيدروجينيpH	8.4 - 6
الخواص الكيميائية العضوية	الأكسجين الحيوي المستهلك BOD_5	40
	الأكسجين الكيميائي المستهل(DCO)	125 >
	العكارة	5.00 وحدة عكارة
	الزيوت و الشحوم	لا يوجد
	الفينول	0.002
بعض خواص المركبات الكيميائية	النترات (No_3^-)	10 >
	النيتريت (NO^-_2)	10 >
	لأمونيوم (NH^+_4)	40

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

الفصل-II -

معالجة مياه الصرف الصحي

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

معالجة مياه الصرف الصحي

1- مقدمة:

تحدث معالجة مياه الصرف الصحي مجموعة من العمليات الطبيعية والكيميائية والبيولوحية التي يتم فيها إزالة المواد الصلبة والعضوية, والكائنات الدقيقة أو تقليلها إلى درجة مقبولة ، وقد يشمل ذلك إزالة بعض العناصر الغذائية ذات التركيزات العالية مثل الفوسفور ,والنيتروجين في تلك المياه ويمكن تقسيم تلك العمليات حسب درجة المعالجة إلى عمليات تمهيدية وأولية وثانوية ومتقدمة ، وتأتي عملية التطهير للقضاء على الأحياء الدقيقة في نهاية مراحل المعالجة وتتضمن هذه المراحل .

2- مراحل المعالجة:

2 -1-المعالجة التمهيدية:

تستخدم في هذه المرحلة من المعالجة, وسائل لفصل وتقطيع الأجزاء الكبيرة الموجدة في المياه لحماية أجهزة المحطة ومنع انسداد الأنابيب ، وتتكون هذه الوسائل من مدخل متسع الفتحات وأجهزة سحق وتحتوي هذه المرحلة أحيانا على أحواض أولية للتشبع بالأكسجين ، ومن خلال هذه العملية فإنه يمكن إزالة 5- 10% من المواد العضوية القابلة للتحلل إضافة إلى 2-20 % من المواد العالقة .

2-2-المعالجة الأولية:

الغرض من هذه المعالجة إزالة المواد العضوية ,والمواد الصلبة الغير العضوية القابلة للفصل من خلال عملية الترسيب , ويمكن في هذه المرحلة من المعالجة إزالة 35 % من المواد العضوية القابلة للتحلل إضافة إلى 50 % من المواد العالقة ,وحتى هذه الدرجة من المعالجة فإن الماء لا يزال غير صالح للاستعمال , وتحتوي الوحدة الخاصة بالمعالجة الأولية على أخواض للترسيب بالإضافة إلى المرافق الموجدة في وحدة المعالجة التمهيدية .

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

2-3-المعالجة الثانوية:

هذه المرحلة من المعالجة عبارة عن تحويل أحيائي للمواد العضوية إلى كتل حيوية تزال فيما بعد عن طريق الترسيب في حوض الترسيب الثانوي ، وهناك عدة أنواع من المعالجة الثانوية يمكن تقسيمها حسب سرعة تحليل المواد العضوية ,ومن خلال المعالجة الثانوية يمكن إزالة ما يقارب 90 % من المواد القابلة للتحلل إضافة إلى 85 % من المواد العالقة.

2-4-المعالجة المتقدمة:

يتم تطبيق هذه المرحلة من المعالجة عندما تكون هناك حاجة إلى التنقية بدرجة عالية وتحتوي هذه المرحلة على عمليات مختلفة لإزالة الملوثات التي لا يمكن إزالتها بالطرق التقليدية سابقة الذكر, ومن هذه الملوثات النتروجين والفوسفور ,والمواد العضوية, والمواد العالقة الصلبة الزائدة إضافة إلى المواد التي يصعب تحللها بسهولة ,والمواد السامة [2].

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

3-محطات المعالجة بالنباتات:

3-1--تاريخ استعمال محطات المعالجة بالنباتات:

نظرا للتقدم العلمي في كثير من المجلات, والاهتمام المتزايد بحماية البيئة من التلوث فقد زادت القيود على التخلص من مياه الصرف الصحي واستقلالها في أمور أخرى كالزراعة وغيرها.

إن أول استخدام لمعالجة المياه كان عن طريق الأراضي الرطبة الطبيعية يعود إلى ألاف السنين إلى الوراء فقد استخدمها الصينيون, والمصريون ,وأما أول استخدام المعالجة بالنباتات لتنقية المياه الملوثة فيعود إلى عام 1905 في استراليا, ولكنها بقيت قليلة الاستخدام حتى اعتمد عليها الأوربيون عام 1950, واستخدمها الأمريكيون عام 1970, ولقد أجريت التجارب الأولى على النباتات ذات الأوراق الكبيرة *(Moccrophytes)* في بداية الخمسينات من طرف البريفسور في علم الأحياء (البيولوجيا) كايت سيدل (Kate SEIDEL) , واليوم تنتشر محطات المعالجة بالنباتات بالألاف عبر العالم,ونجد الأن العديد من الحدائق الهندسية للتنقية في أكثر من 50 دولة [8].

الشكل (II.1) : يبين إحدى محطات المعالجة بالنباتات الطافية بالولايات المتحدة الأمريكية[9]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

2-3- مبدأ عمل المعالجة بالنباتات(طريقة الأراضي الرطبة):

يعتمد عمل محطات المعالجة بالنباتات على مرور المياه الملوثة المعالجة أوليا عبر أحواض

مزروعة بالنباتات (القصب مثلا) بالأراضي الرطبة المصطنعة, تكون أحواض المعالجة في هذه الأنظمة مملوءة بوسط حصوي أو رملي أو مزيج منهما معا,ويستعمل الرمل في التقليل من نفاذية الماء عبر التربة ,وبالتالي نزع الكثير من الملوثات [9].

3-3- تعريف الأراضي الرطبة المصطنعة *(Constructed Wetlands)*:

تعرف على أنها مناطق مشبعة بالمياه يتم تصميمها هندسيا (غير طبيعية) بحيث تكون قادرة على إزالة الملوثات من مياه المجاري الخام, و بالتالي تحسين مواصفات المياه المعالجة النهائية قبل تصريفها أو إعادة استخدامها,كما أنها تصنف كمرحلة معالجة ثانوية أو ثالثية حسب الاستخدام للأحواض المختلفة على اعتبار أن المياه الملوثة الداخلة إليها تكون قد عولجت بشكل أولي [9].

4- تصنيف محطات المعالجة بالنباتات (الأراضي الرطبة) :

يمكن تصنيف الأراضي الرطبة تبعا:

للنباتات المائية المستخدمة ضمن عملية المعالجة أو تبعا لطرق السقي مياه المجاري المستعملة

4-1- -بعض النباتات المستخدمة في المعالجة :

يعتبر الماء المصدر الأساسي لنمو وبقاء الكائنات الحية ,وخاصة النبات , وبالتالي يؤثر ماء التربة على النباتات في جميع مراحل حياتها ,وعلى توزيعها الجغرافي على النطاق الضيق والنطاق الواسع حيث يبدأ تأثيره أحيانًا في مرحلة مبكرة تسبق مرحلة إنبات البذور, وتقسم النباتات عادة حسب علاقتها المائية إلى نباتات مائية *Hydrophytes* وجفافية *Xerophytes* , ووسطية *Mesophytes* .

والنباتات المائية هي التي تكيفت لتعيش مغمورة في الماء كليًا أو جزئيًا أو في الأماكن المشبعة بالماء, وتنتمي إلى هذه المجموعات نباتات البرك ,والمستنقعات ,ومجاري المياه وغيرها من المسطحات المائية العذبة منها أوالمالحة.

والنباتات الجفافية هي تلك التي تعيش في البيئات ذات الموارد المائية المحدودة, والشحيحة وتحت وطأة التبخر الشديد . [10].

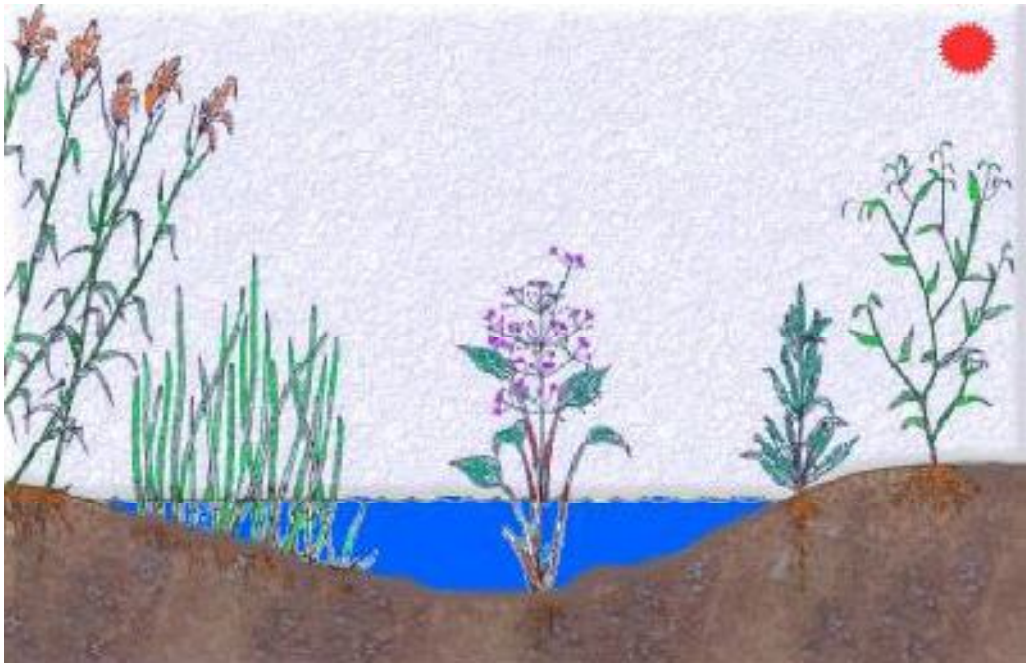
Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

أما النباتات الوسطية فهي النباتات التي تعيش في بيئة لا يزيد فيها ماء التربة عادة فيصل إلى حد التشبع, ولا ينقص إلى حد الجفاف.

بعد أبحاث طويلة قام بها الكثير من العلماء أدى إلى تقسيم مجموعات النباتات المائية إلى نباتات ذات الجذور, وعديمة الجذور, ونوع الأوراق, ونوع الأزهار ,وتبعا الأوراق مغمورة بالماء أو طافية على سطح الماء وهذه الأنواع تتلخص في ما يلي: [10]

4-1-1- النباتات ذات الجذور المغمورة و السوق الطويلة (*Emergent Macrophytes*):

النباتات الكبيرة ذات الجذور المغمورة, و السوق الطويلة و الأوراق الظاهرة ,و تعتبر هذه النباتات شائعة الاستخدام ضمن الأراضي الرطبة و السبخات حيث تنمو ضمن منسوب مياه بعمق 0.5 متر أسفل التربة إلى عمق 1.5 متر أو أكثر.



الشكل (2.II): مظهر عام للنباتات الكبيرة ذات الجذور المغمورة, و السوق الطويلة, و الأوراق الظاهرة [9]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

• 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 ان تكون قادرة على التنفس اللأهوائي لفترة قصيرة خاصة , وأن محتوى الأكسجين ضمن الماء منخفض جدا إذا ما قورن بالهواء الجوي, وعموما فهذا الصنف من النباتات المائية يضم الانواع التالية [9]

نبات البوط *(Typha)

الأسم العلمي *Typha angustifolia*

إن درجة الحرارة المثلى لهذا النبات تتراوح بين 10-30 ,و مجال pH يترواح بين 4 -10 و يتحمل ملوحة حتى 30 غ / لتر, وتمتد جذوره ضمن الوسط الحصوي حتى 30 سم, و هو سريع النمو, و من بين أنواعه الموجودة في الوطن العربي

- *(Typha domingensis)* في بلاد الشام ومصر والمغرب العربي وكثير من مناطق أوروبا [10]

الشكل (3.II): نبات *Typha*[11]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

نبات الأسل *(jonc)

الأسم العلمي *Juncus maritimus*

العائلة *joncaceae*

Juncus هو جنس من الفصيلة الأسلية يتكون من 250 إلى 300نوع من النباتات العشبية , موطن أنواع كثيرة منها في الوطن العربي، وتوجد أنواع هذا الجنس في جميع المناطق الرطبة في العالم، لكن نادرا ما يوجد في المناطق الاستوائية, و العديد منها تعتبر حشائش في الحدائق والقليل منها تستعمل كنباتات زينة.

من أنواعه الأصيلة في الوطن العربي

- *(Juncus valvatus)* في المغرب العربي وجنوب أوروبا

- *(Juncus maritimus)* في بلاد الشام

- *(Juncus bulbosus)* في المغرب العربي وأوروبا

- *(Juncus rigidus)* في بلاد الشام[12]

الشكل (4.II): نبات *jonc* [12]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

نبات البردي *(Papyrus)

الأسم العلمي *Cyperus papyrus*

العائلة *Papyrus*

يطلق أسم البردى على نبات مائي عرفه المصريين في القديم منذ ألاف السنين، ولقد أخذ هذا النبات شهرة عن غيره من النباتات عبر التاريخ, وهذا لاستخداماته العديدة في الحياة المصرية القديمة, ومن أشهر هذه الإستخدامات هي الكتابة, و يصنف علماء النبات نبات البردى بأنه أحد أجناس الفصيلة السعدية سيبرس وغالبية نباتات هذه الفصيلة تنمو في مستنقعات المياه العذبة أو الضاربة إلى الملوحة ونجد نبات البردى قديما ينمو في الأراضي الزراعية وعلى جوانب المصارف , والمستنقعات والأنهار وغيرها.

الشكل (5.II): نبات *Papyrus*[13]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

4-1-2- نباتات كبيرة مغمورة بالماء *(Submerged Macrophytes)*:

هي نباتات تنمو بمختلف الأعماق شرط ,وصول الضوء اليها, و تنتمي إلى مجموعة النباتات متغايرة الأطوار *(Heterogenous Group)* كما يبدو في الشكل التالي

Vallisneria Tortifolia *Elocharis acicularis*[9]

الشكل (6.II): نماذج لبعض النباتات التي تعيش مغمورة بالمياه

4-1-3- النباتات الطافية الحرة *(Floating Leaved Macrophytes)* :

هذا النوع من النباتات يعيش على سطح الماء, و له أنواعا كثيرة حسب الظروف البيئية المناسبة.

غالبا ما تكون النبتة على سطح الماء, و جذورها تمدد ضمن الماء, و هذه الجذور إما أن تكون قصيرة أو طويلة,و هناك نوع من هذه المجموعة يدعى *Eichhornia crassipes* و يتصف بأنه النبات الأسرع نموا في العالم. [9]

Pistia stratiotes (Water lettuce)

الشكل (7.II): بعض أنواع النباتات الطافية الحرة[9]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

تعمل الأوراق فوق سطح الماء كنظام تظليل لها و بالتالي تقلل من احتمال نمو الطحالب,و ينتقل الأكسجين من الأوراق إلى منطقة الجذور، و قد تتسرب كمية محدودة من الأكسجين خارج الساق المغمورة لتساعد على نمو البكتريا الملتصقة, و التي تقوم بعملية المعالجة حيث تعمل على طرح الأكسجين ,وأكسدة الملوثات بلأضافة الى عمليات النترجة التي تقوم بها.

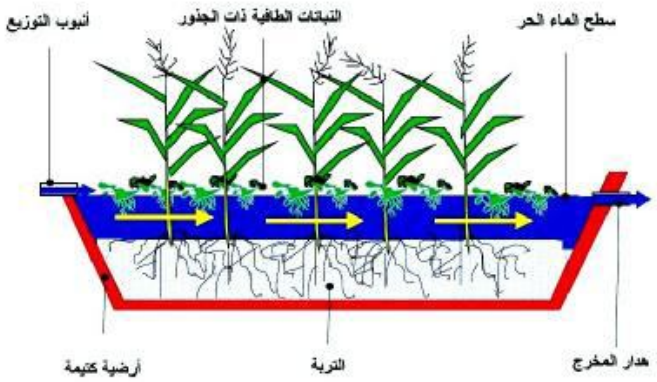
4-2-انواع السقي المستعمل في تصميم الأراضي الرطبة:

يعتبر اختيار الطريقة المستعملة في عملية السقي دور هام وكبير للمساعدة في إزالة الكثير من الملوثات وبتالي تحسين نوعية المياه ويمكن تقسيم طرق المتبعة في عملية سقي النباتات المعالجة للمياه كالتالي

4-2-1-الأحواض النباتية ذات السقي السطحي الحر *(FWS)(Free Water Surfac)*:

ظهرت هذه الطريقة مع بداية منتصف القرن الماضي حيث استخدمت المبادئ و التصاميم الهندسية في تحديد أبعاد و شكل هذه الأحواض, و تتراوح أبعاد هذه الأحواض من مساحة صغيرة تخدم منصرفات حوض تحليل إلى آلاف الهكتومترات, و تصمم عادة للتدفقات بين 4- 75000 م ^{3}/يوم.

إن أحواض المعالجة بالنباتات ذات السقي الحر للمياه تصمم بحيث يتضمن مقطعها العرضي حيزا هاما لمرور المياه المعالجة أوليا بشكل حر، بينما توجد على أطرافها أوساط من الحصى أو الرمال أو التربة لتساعد على نمو النباتات [9].



الشكل (II.8): يبين طريقة معالجة بالنباتات ذات السقي السطحي الحر*(FWS)* [9]

إن حركة مياه الصرف ضمن السقي السطحي الحر يكون بشكل مكشوف يجعل من الضروري أتخاذ التدابير اللازمة من أجل السيطرة على تكاثر, و انتشار البعوض كما أن هذه الأحواض تتطلب مساحة أكبر من المساحة المطلوبة في حالة أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي بمرة و نصف ويستعمل هذا النظام من السقي لنزع الكثير من المعادن الثقيلة.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

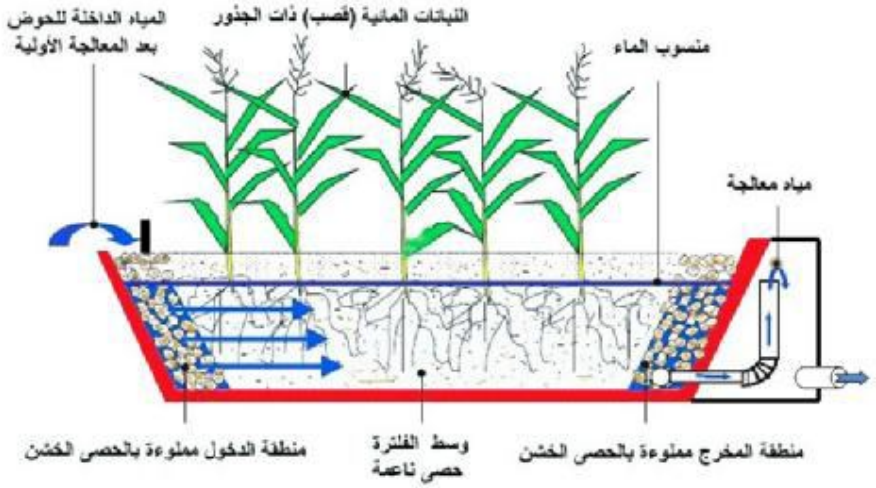
4-2-2-الأحواض النباتية ذات السقي تحت السطحي *(Subsurface Flow Wetlands):*

تعتبر هذه الطريقة فعالة في إزالة المواد الصلبة المعلقة بسبب سرعة الجريان المنخفضة للمياه و المساحة السطحية الكبيرة للحوض و التماس مع وسط الحوض و تعمل هذه الأحواض كمرشح حصوي أفقي و بذلك فهي تؤمن الفرص المناسبة لفصل المواد الصلبة المعلقة عبر الترسيب الثقالي و التصفية و عمليات الالتقاط الفيزيائي و كذلك عبر الامتزاز ضمن الطبقة البيولوجية *(Biofilm)* .

4-2-3-الأحواض النباتية ذات السقي تحت السطحي الأفقي

: *(Subsurface Horizontal Flow Wetlands)*

تعمل هذه الطريقة على حجز المواد الصلبة الموجود ضمن المياه الملوثة حيث يتحلل الجزء العضوي منها, كما أن مادة المصفاة تعمل على تأمين سطح التصاق و نمو للكائنات الدقيقة, و التي تلعب دورا حاسما في تحليل, و تحطيم الملوثات العضوية, و حدوث عمليات تحول للمركبات النتروجينية.



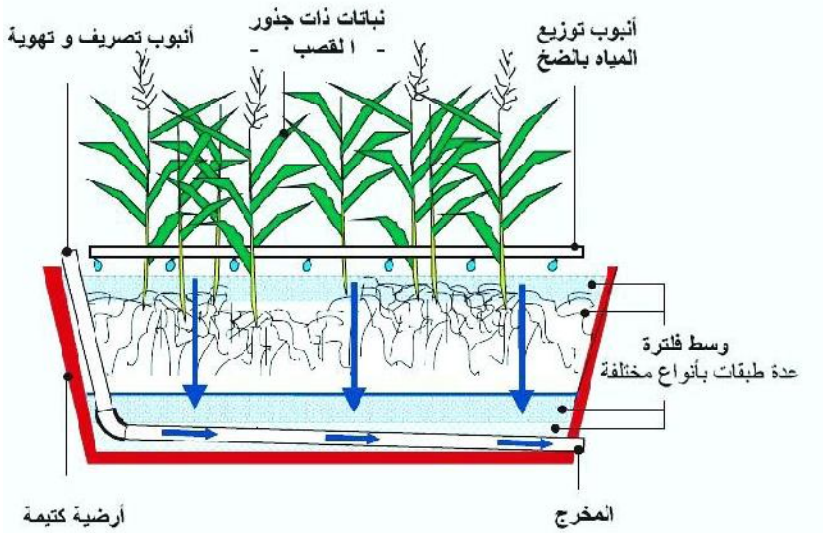
الشكل (II.9): يبين طريقة المعالجة بالنباتات عن طريق السقي تحت السطحي الأفقي[9]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

4-2-4-أحواض النباتات ذات السقي تحت السطحي الشاقولي

(Subsurface Vertical Flow Wetlands) :

لقد جاءت هذه الأحواض كبديل عن الأحواض ذات السقي تحت السطحي الأفقي لتلبي المعايير بالنسبة للقيمة المسموح بصرفها مع المياه المعالجة من نتروجين الأمونيا (NH_4).



الشكل (10.II) : يبن آليات عمل طريقة السقي تحت السطحي الشاقولي [9]

يكون السقي في الأحواض ذات السقي الأفقي مستمر وليس متقطع ذات كفاء ة عالية في إزالة الملوثات العضوية والمواد الصلبة والممرضات ,بينما في الأحواض المعالجة ذات السقي الشاقولي هي عبارة عن أحواض هوائية تتم فى هذا النوع من الأحواض إزالة المواد العضوية *(DBO_5)* والمواد الصلبة العالقة *(MES)* بينما لا تحصل عملية إزالة النترجة.

5- -دور النباتات في محطات المعالجة:

للتخلص من تلوث المياه بالعناصر الضارة المختلفة يتم استخدام النباتات المائية, حيث أن النباتات المائية لها أهمية خاصة لما لها من دور أساسي في التأثير على النظام البيئي المائي, فضلا عن أن معظمها ذو استخدامات عديدة في الصناعة ,والطب وقد يستخدمها الإنسان غذاء أو علفا لحيواناته. ومؤخرا أصبحت تستخدم في مجال معالجة التلوث البيئي وعلى الخصوص التلوث المائي.

تلعب النباتات المائية عدة ادوار ضمن أحواض المعالجة بالنباتات المائية ولكن الدور الرئيسي للنباتات المائية هو طبيعة عملها كمحفزات لعملية التنقية . [14].

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

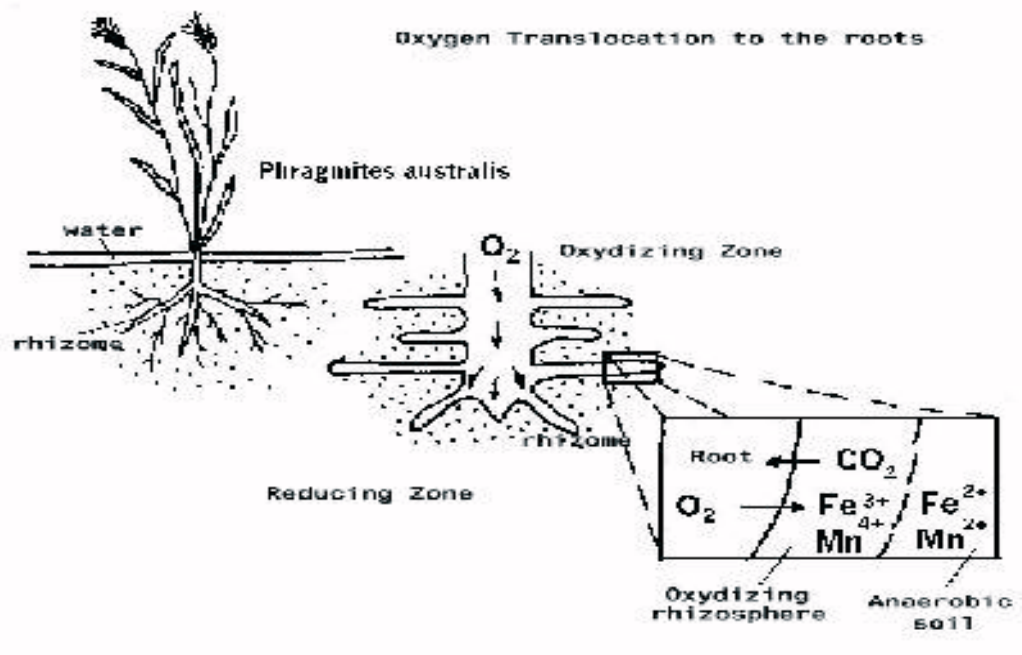
إن عملية التنقية تنتج عن مزيج من العمليات الميكروبية والكيميائية و الفيزيائية إن النباتات لا تلعب دور هام في الإزالة المباشرة لبعض المكونات مثل النتروجين والفسفور أو المواد العضوية ولكن يمكن الحديث عن المساهمة بالتخلص من 10-20 ٪منها أثناء فترة نمو النباتات ,وفي نفس الوقت فان النباتات تعطي دعما فعالا للنمو البكتيريا الهوائية علي الجذور. [14]

ونظرا للتنوع في النباتات المائية ,وانتشارها الواسع في المسطحات المائية ,وتحملها الجيد للظروف البيئية المتغيرة فقد استخدمت أنواع مختلفة من العائلات النباتية كأدلة حياتية لدراسة تلوث المياه, كما أنها أصبحت ذات استخدام واسع في مجال التنقية الحياتية *(Biofilteration)* لقابليتها على إزالة العناصر الثقيلة من الماء وتجميعها في الأنسجة, ويطلق على عملية استخدام النباتات لإزالة الملوثات من التربة والمياه الجوفية والسطحية ومياه الفضلات بالمعالجة النباتية (*Phytoremediation*) , إذ أن العمليات الحيوية للنبات تساعد على عملية المعالجة التي تسمى باسم المعالجة الخضراء.

إن بعض هذه النباتات تعطي أدلة جيدة للتلوث المائي بالعناصر الثقيلة ,وذلك لقابليتها على تراكم هذه العناصر في أنسجتها أكثر مما في المحيط المائي فضلا عن نموها السريع ,وتكيفها للعيش في بيئات مختلفة وبمتطلبات بيئية بسيطة كما أن تراكيز العناصر الثقيلة المتراكمة في أجسام النباتات قد تختلف باختلاف الأنواع النباتية ,وباختلاف العضو النباتي المدروس ,وان العناصر في الأنظمة الطبيعية لا تكون مهيأة للامتصاص من النبات بشكل حر, وإنما تكون بشكل معقدات ذائبة, وهذا يعتمد على الظروف الكيميائية ,والفيزيائية للمحيط مما يجعل تأثير ذلك قويا في العمليات المتعلقة بامتصاص ايونات العناصر, إذ أن بعض النباتات تجمع مستويات عالية من العناصر الأساسية , وكذلك العناصر غير الأساسية داخل أنسجتها, وذلك من خلال التداخل في نظام نقل الايونات ما بين النوعين من العناصر بواسطة التشابه في الخصائص الكيميائية للمعادن فلا يميز النبات فيما بينها, وهذه النباتات تسمى بعالية التجميع ولها القدرة على سحب العناصر من الوسط بنسب أعلى بكثير من النباتات الأخرى.[10]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

إن آليات تحمل هذه النباتات للمستويات العالية من العناصر تكون من خلال الارتباط بالببتيدات الحاوية على مجموعة (SH-) وهذه تسمى ب الكلآبات النباتية (*Phytochelatins*).



الشكل (11.II) : تبين نقل الاكسجين الجوي والعمليات على مستوى الجذر[15]

تقوم الجذور و أشباه الجذور بتأمين سطوح إلتصاق تنمو عليها الكتلة البكتيرية لتشكل الطبقة البيولوجية,حيث تطرح الأكسجين و تتم أكسدة الملوثات بالإضافة إلى النترجة, و قد أوضحت الدراسات أن الأكسجين المنطلق من الجذوريلعب دورا مهما في ترسيب الحديد والمغنزيوم وأكسدة المركبات الضارة وذوبان الكبريت .

6-اليات ازالة الملوثات وفاعلية انواع السقي المستعملة في المعالجة بالنباتات:

هناك عدة عمليات معقدة تتنوع من عمليات بيولوجية إلى فيزيائية و كيميائية تجري ضمن الطرق المستعملة في السقي الهدف منها هو تحسين مواصفات المياه الخارجة من الحوض,هذه الآدوات تعتمد على التفاعلات المتبادلة بين مياه المجاري ,و الكائنات الدقيقة و النباتات و والوسط المستعمل في التصفية (الحصى,الرمل).

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

بحيث تتم أكسدة المواد العضوية, و تحليلها إلى مواد بسيطة, و منتجات ثانوية و ذلك عبر الطبقة الرقيقة البيولوجية التي تتشكل على سطوح مادة المصفاة, و على سوق و جذور النباتات و التي تحتاج لتتكون لمدة تصل بين ثلاثة إلى ستة شهور كما أن المواد الصلبة المعلقة يتم حجزها عبر عمليات الترسيب , و بتالي يتم تحلل الجزء العضوي منها بينما يبقى الجزء الغير عضوي محجوزا "ضمن المصفاة.

أما بالنسبة للمغذيات فإن عمليات النترجة تكون منخفضة في الأحواض ذات السقي الأفقي بسب نقص الأكسجين اللازم لذلك بينما تحصل النترجة بشكل جيد ضمن أحواض المعالجة ذات السقي الشاقولي بسبب توفر الأكسجين، و يتم استنفاذ قسم من النتروجين عبر النباتات, و أما الفوسفور فيتم التخلص منه عبر الأمتصاص الكيميائي له عبر المصفاة, و جزء أقل يمتص عبر النباتات, كما يتم التخلص من أغلبية العوامل الممرضة عبر حجزها ضمن مادة المصفاة عبر عمليات ترسيب و الامتصاص أو عبر افتراسها من قبل كائنات متنوعة أو بالموت الطبيعي، و تتراوح نسبة إزالتها بين 90 – 99.9 %.

إن فاعلية الإزالة ضمن هذه الأحواض تعتمد بشكل أساسي على معدل التحميل السطحي الهيدروليكي و على نوع مادة وسط المصفاة و كلما زادت درجة حرارة زادت فاعلية إزالة المواد العضوية عبر التحلل البيولوجي.

و على العموم فإن الآليتان الرئيسيتان في أغلب أنظمة المعالجة بالنباتات هي عمليات فصل المواد الصلبة من السوائل *(Liquid/Solid Separations)* و عمليات تحول الملوثات و المكونات ضمن مياه المجاري *(Constituents Transformations)*. [9]

7- العضويات المستعملة :

إن العضويات المشاركة في عملية التنقية بالأخص البكتيريا تصنف حسب نشاطها العضوي إلى قسمين:

* بكتيريا متباينة التغذية *(hétérotrophe)*

مثل البكتيريا الكربونية التي تتغذاء عن المواد العضوية , وهي السائدة بكثرة في مياه المجاري.

*بكتيريا الذاتية التغذية *(autotrophe)*

مثل البكتيريا الأزوتية التي تتغذاء عن المواد الأعضوية , وتعمل على إزالة الأمونيا من مياه الصرف الصحي. [10]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

8--المحاسن الموجودة في المعالجة بالنباتات:

أ- كلفة البناء المنخفضة

ب- سهولة الإنشاء و التشغيل و الصيانة.

ج- كلفة 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 .

د- الإزالة الفعالة للملوثات ,و العوامل الممرضة و بيوض الديدان والمركبات الذائبة في الماء – النيتروجين والفوسفور - التي تشكل منها على المواد الغذائية .

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

ز- إعادة استخدام المياه المعالجة في ري المحاصيل كما يعاد استخدام النباتات في موسم الحصاد بعد قطعها لتغذية الحيوانات [9]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

9- المساوي و العيوب المستعملة في المعالجة بالنباتات:

ا- المساحة اللازمة للمحطة تكون كبيرة مقارنة مع محطات المعالجة التقليدية.

ب- تتطلب مواد ملء (حصى ، رمل ، حجارة) بكميات كبيرة نسبيا .

ج- إن تحلل المواد الصلبة الخام والكتلة الحيوية يمكن أن تؤدي إلى انسداد بعض أجزاء وسط المصفاة وخاصة الوسط الرملي كما أن عدم معالجة الحماة الأولية الناتجة بشكل مناسب يؤدي إلى انتشار الروائح .

د- استبدال المصفاة يكون مكلفا بحال تطلب الأمر ذلك بسوء التشغيل أو التصميم لهذه المحطات .

هـ - إن الإشراف البسيط المطلوب من اجل تشغيل واستثمار هذه المحطات لا يعفي انه من الضروري أن يتم إتباع الإرشادات, والمعايير الهندسية الناظمة لتصميم هذه المحطات, وعدم تجاوزها, كما أن الجهة المنفذة يجب أن تتمتع بالخبرة في تنفيذ هذه الأعمال. [9]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

الجزء العملي

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

الفصل-III-

المواد وطريقة العمل

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

تمهيد:

قبل استعمال طرق المعالجة يجب التعرف على أنواع الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصحي الصحي, وقد تم هذا العمل على مستوى محطة التصفية رقم 1 باكونين.

1.III المكونات الفيزيائية و الكيميائية لمياه الصرف الصحي:

ركزنا عملنا في البداية على متابعة التحليل المتغيرات التي تجرى يوميا على مياه الصرف الداخلة إلى المحطة , والتي تأكد أن هذه المياه هي مياه ملوثة كما هي موضحة في الجدول (1.III)

الجدول (1.III): التركيب الفيزيائي والكيميائي لمياه الصرف الصحي

الأسابيع	1	2	3	4	5	6	7	8
الكمون الهيدروجيني (PH)	8.30	7.73	7.50	7.80	7.61	7.88	7.61	7.64
درجة الحرارة (T°C)	11.8	11	20.5	12.1	20.8	14.1	22.1	22.7
الأوكسجين المنحل (O_2) (mg/l)	0.9	0.8	0.1	0.5	0.2	0.2	0.3	0.1
الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO) (mg/l)	/	406	/	386	/	424	/	354
الطلب البيولوجي للأكسيجين(DBO_5)(mg/l)	300	470	330	230	340	422	375	364
المواد العالقة (MES) (mg/l)	120	1050	260	250	120	171	200	320
العكارة (NTU)	277	257	200	320	120	266	153	130
الناقلية الكهربائية(ms/cm)	5.34	5.24	5.40	5.40	5.32	5.14	5.37	5.52
الأمونيوم (NH^+_4) (mg/l)	35.4	45.7	33.9	62.1	50.2	58	62.1	67
النيترات (NO^-_3) (mg/l)	/	1.25	/	0.77	/	0.45	/	0.52
النتريت (NO^-_2) (mg/l)	/	0.25	/	0.29	/	0.31	/	0.39

2.III الدراسة العملية :

بعد التعرف على مياه الصرف لمدينة واد سوف كان لزاما علينا أن نختار نباتات محلية موجودة بكثرة في هذه المنطقة ومن بينها نبات (*Typha*) ونبات (*Papyrus*) و(*Gazon*)كما في الشكل (1.III)

الشكل(1.III): يمثل بعض النباتات المستعملة في المعالجة والموجدة في منطقة سيدي مستور بالوادي

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

III.2. 1 تصميم المحطة النموذجية :

- نأتي بأربع أحواض بلاستيكية سعة كل حوض 50 لتر ونجعل في كل حوض صنبور على بعد 15سم من أسفل الحوض .

- ونضع في كل منها طبقة من الحصى الكبير سمكها حوالي 30سم تليها طبقة من الحصى الخفيف سمكها 15سم ثم نضيف طبقة من الرمل سمكها 20سم والطبقة الأخيرة من الطين سمكها 5سم .

- نضع في كل حوض على التوالي نباتات من النوع *(Typha)* ونبات *(Papyrus)* و نبات *(Gazon)* ,والحوض الأخير يبقى دون نبات أي يكون شاهد *(Témoin)* للمقارنة .

- نسقي كل حوض من هذه الأحواض الأربعة بمياه الصرف الصحي بكمية تقدر بحوالي 20 لتر أسبوعيا ,وطريقة السقي المستعمل يكون بشكل شاقولي.

- نقوم بدراسة المتغيرات للماء الداخل والخارج من كل حوض أسبوعيا (7أيام).

الشكل(III.2):يمثل تصميم المحطة النموذجية المستعملة للمعالجة

الحوض رقم I الشاهد *(Témoin)*

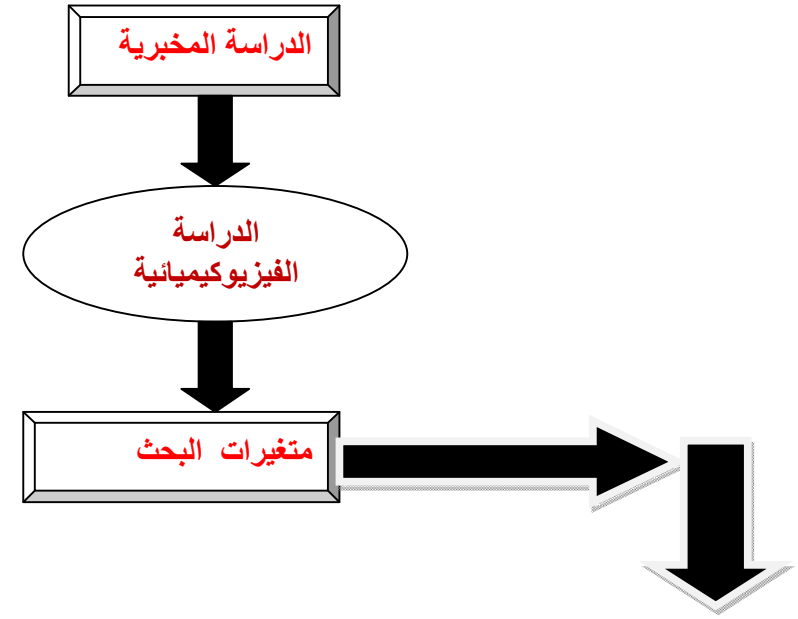
الحوض رقم II *(Typha)*

الحوض رقم III *(Papyrus)*

الحوض رقم IV *(Gazon)*

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

III.2. 2 المخطط النموذجي للدراسة :



1-الكمون الهيدروجيني *(pH)*
2- درجة الحرارة (T°C).
3- الاوكسجين المنحل (O_2).
4- الطلب الكيميائي للاكسجين *(DCO)*.
5-الطلب البيولوجي للاكسيجين *(DBO_5)*.
6-المواد العالقة *(MES)*.
7_العكارة *(Turbidité)*.
8_الناقلية الكهربائية.*(Conductivité)*.
9-الأمونيوم *(NH_4^+)*.
10- النتريت *(NO_2^-)*.
11 -النيترات *(NO_3^-)*.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

1. 2.2.III الدراسة الفيزيوكيميائية :

1- الأدوات المستعملة:

- جهاز لقياس الكمون الهيدروجيني وفرق الكمون و درجة الحرارة (m.v.ph) متر .
- جهاز (*Multi paramètre*) لقياس الأكسجين المنحل ب(mg/l.%.mbar) ودرجة الحرار.
- جهاز قياس (DBO_5) وقضيب مغناطيسي وقارورة عاتمة اللون لقياس
  (DBO_5) (*Demande Biochemique en Oxygéne*).
- فرن كهربائي بدرجة حرارة عالية (*Etuve*)– ميزان حساس الكتروني – جهاز رج.
- جهاز قياس العكارة *Turbidimétre*
- جهاز قياس الناقلية الكهربائية *Conductimétre*
- نظام امتصاص لتسهيل عملية الترشيح عند قياس (*MES*)(*Matiéres en suspension*).
- أنابيب اختبار – بيشر- ورق ترشيح – ماء مقطر .
- جهاز الطيف الضوئي (*spectrophotomètre*).

2- الكواشف المستعملة (*Les reactives*):

تأتي محضرة في أنابيب اختبار مرفقة بقارورات في معظمها وتستعمل كمضافات ,وتكون معلبة وبها تخصيص علامات تجارية ,علب للكشف لمياه الصرف الصحي الخام (E.B) وأخرى لمياه الصرف الصحي المعالج (E.T),وهذه الأنابيب هي التي تستعمل لا غيرها.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

3- طريقة الدراسة الفيزيوكيميائية :

***قياس الكمون الهيدروجيني (*pH*) :**

01- فتح ال (m.v.ph) متر.

02- نغسل الالكترود بالماء المقطر ثم نقوم بمسحه بورق ترشيح.

03- نأخذ حوالي (100ml)من الماء المراد تحليله المعالج أو غير معالج.

04- نعدل ب(MODE) في ال *(pH)* ثم تقوم بالقراءة .

الشكل(3.III): يمثل جهاز قياس درجة الحموضة *pH métre*

***قياس الأكسجين المنحل ب(mg/l.%.mbar) و الحرارة (T ^{O}C):**

01- فتح ال أكسي متر *(OXY métre)* .

02- نغسل الالكترود بالماء المقطر ثم نقوم بمسحه بورق ترشيح.

03- نأخذ حوالي (100ml)من الماء المراد تحليله المعالج أو غير المعالج.

04- نعدل ب(MODE) كل من (mg/l.% mbar) أما الحرارة فهي على الشاشة دائما[16].

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

الشكل(4.III): يمثل جهاز قياس الأكسجين المنحل *OXY métre*

***قياس الطلب الكيميائي للأكسجين (*Demande chimique en Oxygéne) (DCO)* :**

01- لعينة الماء غير معالج يستعمل المحلول (B) تركيزه (la gamme) (50-500) أو (25-1500) مغ/لتر.

02- لعينة الماء المعالج يستعمل المحلول (T) تركيزه (la gamme) (10-150 mg/l).

03- نضع (2ml) من الماء غير معالج في أنبوبة المحلول (B) مع الرج.

04- نضع (3ml) من المعالج في أنبوبة المحلول (T) مع الرج .

05- تترك العينتين لمدة ساعتين في *(termoréacteur)* وفي درجة حرارة (120م^0)

06- تترك العينتين لمدة 30دقيقة ثم تقوم بالقراءة بواسطة *(spectrophotomètre)*.

الشكل(5.III): يمثل مسخن كهربائي*(termoréacteur)*

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

الشكل(6.III):يمثل جهاز الطيف الضوئي*(spectrophotomètre)*

***قياس الطلب البيوكيميائي الأوكسجين *Demande Biochemique en Oxygéne* (DBO_5):**

لقياس *(DBO_5)* تستعمل جهاز *(DBO_5)* , ثم نعدل جهاز *(DBO_5)* على حسب العينة:

la Gamme (mg/l)	1000-0	600-0	250-0	90-0
حجم العينة (ملل)	100	150	250	400

01- نضع (100ml) من ماء غير معالج في قارورة الجهاز , ثم نعدل الجهاز في (la gamme) (0-600mg/l) مع إضافة (3-4 حبات) من هيدروكسيد البوتاسيوم لمتصاص ثاني أكسيدالكربون الناتج.

02- نضع (400ml) من ماء معالج في قارورة الجهاز ثم نعدل الجهاز في (la gamme) (0-90mg/l) مع إضافة (3-4 حبات) من هيدروكسيد البوتاسيوم .

03- نضع العينتين في ثلاجة خاصة وفي درجة حرارة ($20م^0$) , ثم نقوم بقراءتها بعد 5 أيام .

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

الشكل(III.7):يمثل جهاز قياس الطلب الأكسجين الحيوي *DBO métre*

***قياس المواد العالقة *(MES)(Matiéres en suspension)* :**

تعتمد هذه الطريقة على تبخير العينة في درجة حرارة (105م^0) لمدة ساعتين في (Etuve) لتحديد المواد العالقة بوزن مختلف

-المواد المستعملة :

ورقة ترشيح – أنبوب مدرجة(*eprouvette graduée*)- بيشر- ميزان حساس- مجمع- ماء مقطر- الترشيح (مضخة مفرغة للهواء –قمع الترشيح-مجفف (*dessiccateur*)- *Etuve* 105 م^0

-طريقة العمل :

01- تبلل ورقة الترشيح بالماء المقطر وتوضع داخل (*Etuve* -105م^0) لمدة دقائق

02-توضع ورقة الترشيح في المجفف (*dessiccateur*)لمدة 5دقائق .

03- وزن ورقة ترشيح بواسطة الميزان الحساس (P_0) .

04- ربط قمع الترشيح مع المضخة المفرغة للهواء .

05- وضع حجم (V) من للعينة في مخبر مدرج وترشيحه بواسطة مجمع الترشيح.

06- غسل المواد المترسبة في المخبر المدرج بالماء المقطر ووضعه في قمع الترشيح [16].

07- وضع ورقة الترشيح في (*Etuve*- 105م^0)لمدة ساعتين .

08- توضع ورقة الترشيح في المجفف *dessiccateur* لمدة 5 دقائق .

09- وزن ورقة الترشيح بواسطة الميزان الحساس (P_1).

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

$MES=(P_1-P_0)$ g/v mlx 1000

الشكل(8.III): يمثل المجفف *(dessiccateur)*

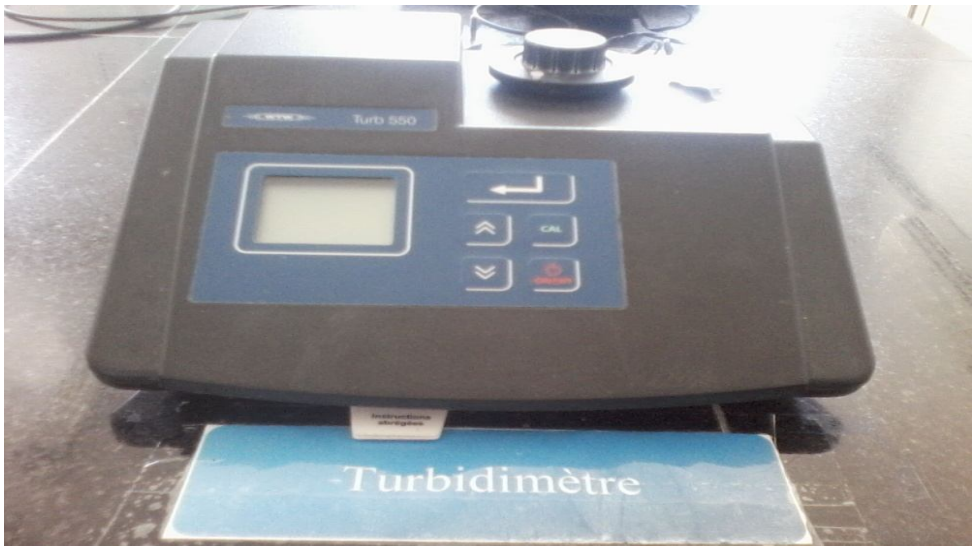
الشكل(9.III):يمثل فرن كهربائي *(Etuve)*

الشكل(10.III): يمثل مجمع الترشيح

- **قياس العكارة *(Turbidité)*:**

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

- نأخذ الأنبوبة الزجاجية لجهاز قياس العكارة*Turbidimétre*ونغسلها جيدا بالماء المقطر
- نسكب بها العينة الماء المراد معرفة نسبة عكارتها
- نغلق الأنبوبة الزجاجية جيدا ونجففها من الماء بورق الترشيح.
- نضع الأنبوبة المحتوية على العينة داخل جهاز قياس العكارة
- نقراءالرقم على الجهاز وهو يمثل نسبة العكارة للعينة المدروسة



الشكل(11.III): يمثل جهاز قياس العكارة *(Turbidimétre)*

قياس الناقلية الكهربائية(*Conductivité*):

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

01- فتح الجهازوتحديد الوحدة المراد قياس بها وهي ملسمنس على سنتمتر .

02- نغسل الالكترود الجهاز بالماء المقطر ثم نقوم بمسحه بورق ترشيح.

03- نأخذ حوالي (100ml)من الماء المراد تحليله المعالج أو غير معالج [16].

04--نعدل ب(MODE) ثم نقوم بالقراءة

الشكل(12.III): يمثل جهاز قياس الناقلية الكهربائية*(Conductimétre)*

***قياس كأتيون الأمومنيوم (NH_4^+) :**

01-لعينة الماء غير معالج يستعمل المحلول (B) (brute) تركيزه (4-80mg/l) (la gamme)

02-لعينة الماء المعالج يستعمل المحلول (T) (traite) تركيزه (0.2-80mg/l) (la gamme)

03-نضع في المحلول (B) (0.1ml) من الماء غير معالج (brute) ونضيف له (1 dose) من الكاشف (NH_4^+-1K) مع الرج.

04-نضع في المحلول (T) (1ml) من الماء المعالج (traite) ونضيف له (1dose) من الكاشف (NH_4^+-1K) مع غلق الأنبوب جيدا .

05-نترك المحلولين لمدة 15 دقيقة , ثم تقوم بالقياس بواسطة (*Spectrophotomètre*).

***قياس أنيون النتريت (NO_2^-) :**

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

01- لعينة الماء المعالج و غير المعالج يستعمل نفس المحلول وله نفس التركيز (la gamme).

02- نأخذ أنبوبين من هذا المحلول أحدهما نضع فيه (5ml) من الماء الغير معالج و الأخر نضع فيه (5ml) من المحلول المعالج.

03- يترك الأنبوبين لمدة 10دقيقة ثم نقوم بالقياس بواسطة (*Spectrophotomètre*) [17]

***قياس أنيون النيترات (NO_3^-) :**

01- لعينة الماء غير معالج يستعمل المحلول (B) تركيزه (la gamme) (0.5-18 mg/l).

02- لعينة الماء المعالج يستعمل المحلول (T) تركيزه (la gamme) (0.1-3 mg/l).

03- نأخذ (1microcuille) من الكاشف (NO_3-1K) ونضعها في المحلول (B) مع عملية الرج.

04- نضيف إلى المحلول (B) (1.5ml) من الماء المعالج مع الرج مع الإغلاق الجيد للأنبوب .

05- نضع في المحلول (T) (2ml) من الماء غير المعالج.

06- نضيف لها (1 microcuille) من الكاشف (NO3-1K).

07-تترك لمدة 10دقائق ثم نقيسها ب (*Spectrophotomètre*) [17] .

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

2.2.III 2. الدراسة البكتريولوجية (*Bactériologique*):

تعتبر الدراسة البكتيرية من أهم الدرسات المستعملة حديثا على المياه , ويعود السبب في ذلك للأخطار الكبيرة التي تسببها البكتريات الممرضة على الإنسان والحيوان وقد يأدي التسمم ببعض البكتيريات المائية في كثير من الأحيان إلى موت الشخص المصاب ,ولهذا أردنا معرفة فاعلية المعالجة باستعمال النباتات في القضاء على الجراثيم أو حتى التقليل من عددها في مياه الصرف ولهذا أخذنا الدراسة حول أخطرها ضررا , وهي بكتيريا القولون البرازية (*Escherichia coli*)

*** الأدوات والمواد المستخدمــة :**

- زجاجة عينة مياه معقمــة .
- بيئة آجار التربتون ,والجلوكوز, ومستخلص الخميرة.
- أطباق بتري ,وماصات معقمــة.
- أنابيب مياه مقطره معقمــة بكل أنبوبة 9 مل ماء[18].

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

*** طريقة العمل :**

- رج عينة المياه جيداً حوالي 25 مرة
- انقل بواسطـة ماصة معقـمــة مقدار 1مل من عينة الماء إلي انبوبة بها 9 مل ماء معقم فيصبح التخفيف 1-10
- أستمر في عمل سلسلة التخفيفات مع ملاحظــة كتابة أرقام التخفيفات علي الأنابيب مع استعمال ماصــه واحدة لكل تخفيف بشرط أن تكون معقمــة.
- ينقل من انابيب التخفيف 1مل إلي أطباق بتري مع ترقيم.

الاطباق بما يتناسب مع كل تخفيف حيث يتم عمل طبقين من كل تخفيف مع ملاحظــة استخدام ماصات معقمـــة لكل تخفيف علي حده أو استعمال ماصة واحدة معقمة على ان يكون النقل من التخفيف الاعلي إلي الاقل.

- يلي ذلك صب بيئة آجار التربتون والجلوكوز ومستخلص الخميرة علي الاطباق ,وذلك بعد إسالة البيئة و تبريدها الى50 – 55 °م ثم تحضن الاطباق مقلوبة علي 37°م لمدة 48 ساعة.
- بعد انتهاء مدة التحضين يتم عد مجاميع الميكروبات علي الأطباق وتسجيل النتائج .
- خذ المتوسط الحسابي من كل طبقين من تخفيف واحد ثم أضرب في مقلوب التخفيف فينتج عدد البكتريا في 1 مل من العينة [18]

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

الفصل-IV –

النتائج والمناقشة

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

IV تحليل ومناقشة النتائج :

IV .1 الدراسة الفيزيوكيميائية :

1-الكمون الهيدروجين *(pH)* :

إن دراسة تركيز الأس الهيدروجيني يعتبر أحد المؤشرات الهامة لمياه الصرف, ونستطيع من خلاله معرفة قاعدية أو حمضية مياه الصرف, ودليل على تواجد معظم الحياة البيولوجية, ومنه معرفة كمية تلوث المياه, ولذلك قمنا بدراسة تركيز الأس الهيدروجيني للماء الخام والماء المعالج والنتائج المتحصل عليها موضحة في الجدول 1.IV

الجدول (1.IV): دراسة الأس الهيدروجين *(pH)*

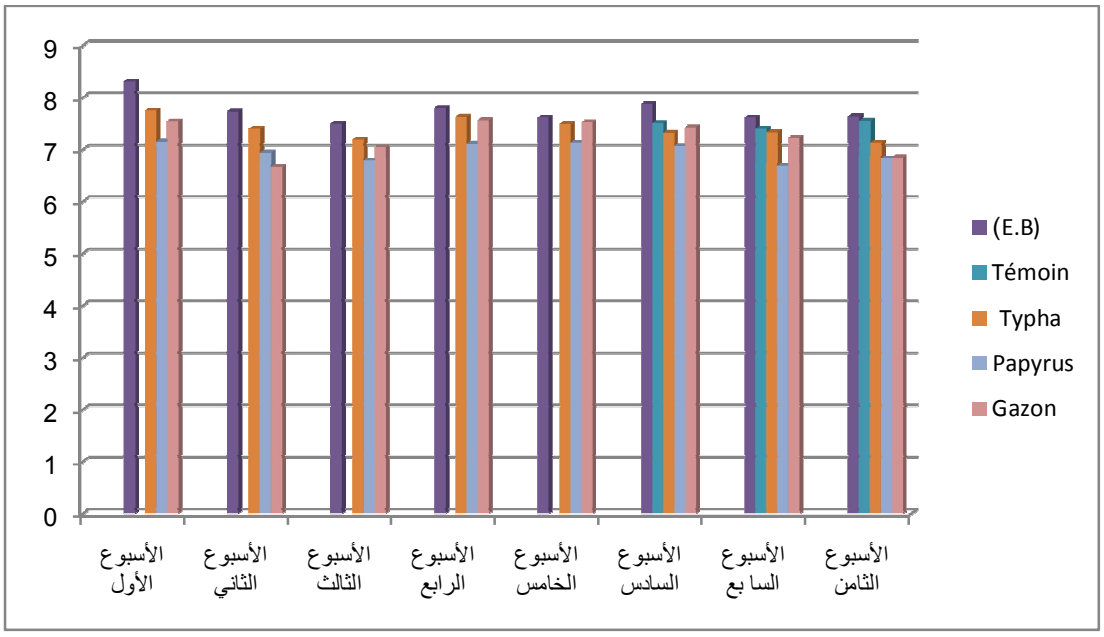
الكمون الهيدروجيني *(pH)*	الأسبوع الأول 02- 03/09 2014	الأسبوع الثاني 09- 03/16 2014	الأسبوع الثالث 16- 03/23 2014	الأسبوع الرابع 23- 03/30 2014	الأسبوع الخامس 30- 04/06 2014	الأسبوع السادس 06- 04/13 2014	الأسبوع السابع 13- 04/20 2014	الأسبوع الثامن 20- 04/27 2014
E usées brute (E.B)	8.30	7.73	7.50	7.80	7.61	7.88	7.61	7.64
معالجة *(Témoin)*	/	/	/	/	/	7.51	7.40	7.55
معاجة *(Typha)*	7.75	7.40	7.19	7.63	7.49	7.32	7.33	7.13
معالجة *(Papyrus)*	7.15	6.94	6.79	7.11	7.13	7.07	6.69	6.83
معالجة *(Gazon)*	7.54	6.67	7.04	7.56	7.52	7.43	7.23	6.85

من خلال الشكل : نلاحظ إن قيم الأس الهيدروجيني *(pH)* في مياه الصرف (E.B) محصورة بين (7.50-8.30) ، ونلاحظ انخفاض قيم الـ*(pH)* في المياه المعالجة (E.T) وهي تتراوح بين(7.40-7.55) عند استعمال *(Témoin)*، وتتراوح بين (7.13-7.75) عند استعمال نبات *(Typha)* , وتتراوح في حدود *pH* يساوي 7عند استعمال نبات *(Papyrus)* ,وتتراوح بين (6.67-7.55) عند استعمال نبات *(Gazon)*,

ومنه نجد أن

- *(pH)* مياه الصرف الصحي (E.B)من خلال النتائج أنها تميل إلى الإعتدال,
- الماء المعالج (E.T) موجود ضمن المقاييس المسموح بها دوليا (6.5-8.5).
- استعمال هذه الأنواع من النباتات يعدل *(pH)* ,و يقلل من تلوث المياه كما هي موضحة أكثرفي الشكل (1.IV) .

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



الشكل (1.IV): يمثل تغيرات الأس الهيدروجيني (*pH*) بدلالة الزمن (t)

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

2-درجة الحرارة (T C°):

تعتبر درجة الحرارة من أهم المؤشرات المؤثرة في عملية المعالجة ,وذلك لتأثيرها على التفاعلات الكيميائية وسرعتها، وكذلك تؤثر على الأحياء المائية، وعلى مدى ملائمة المياه للاستخدامات المفيدة, ولذلك قمنا بدراسة درجة حرارة الماء الخام ,والماء المعالج والنتائج المتحصل عليها موضحة في الجدول 2.IV

الجدول (2.IV): دراسة درجة الحرارة (T C°)

درجة الحرارة (T°C)	الأسبوع الأول 02- 03/09 2014	الأسبوع الثاني 09- 03/16 2014	الأسبوع الثالث 16- 03/23 2014	الأسبوع الرابع 23- 03/30 2014	الأسبوع الخامس 30- 04/06 2014	الأسبوع السادس 06- 04/13 2014	الأسبوع السابع 13- 04/20 2014	الأسبوع الثامن 20- 04/27 2014
E usées brute (E.B)	11.8	11	20.5	12.1	20.8	14.1	22.1	22.7
معالجة *(Témoin)*	/	/	/	/	/	12	23.1	18.2
معاجة *(Typha)*	16.5	14.5	21.4	18	17.7	18.2	27.5	29.9
معالجة *(Papyrus)*	14.9	11.7	19.5	16.1	16.5	17.1	25.7	26
معالجة *(Gazon)*	14.5	11.7	20.7	16.1	17	16.2	25.3	28.7

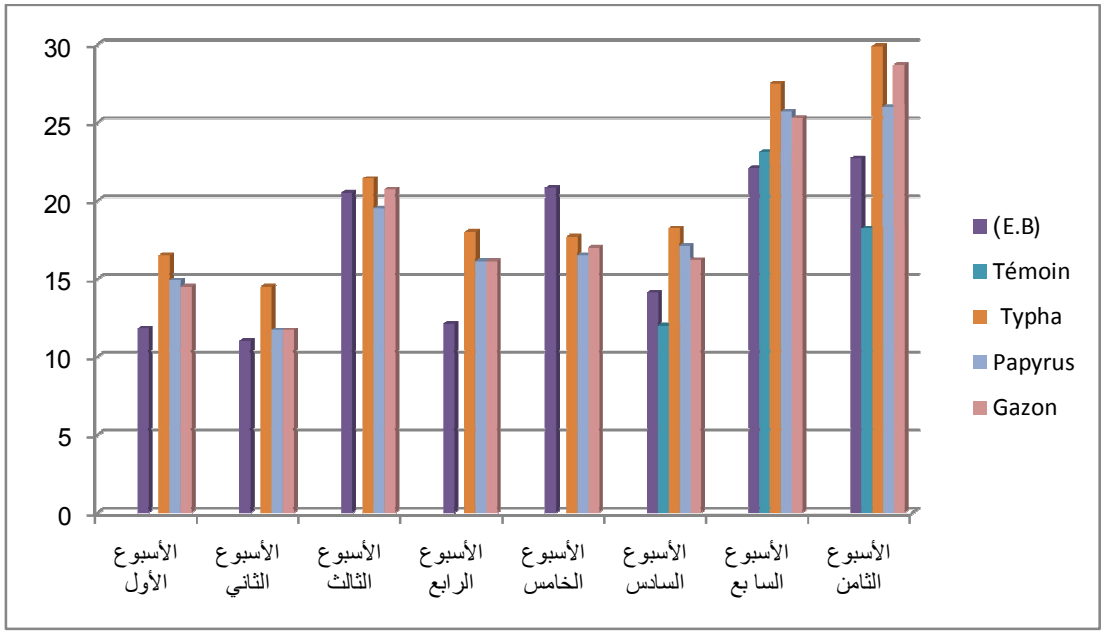
من خلال الشكل (23): نلاحظ أن قيم درجة الحرارة (T C°) في (E.B) كانت متوسطة , ومحصورة بين (11-22.7 م°),وسبب في ذلك أن درجة حرارة الجو خلال فترة الدراسة ثابتة وهي في حدود20 م°,أما في الأسبوع الأول والثاني لشهر مارس حدث انخفاض في درجة الحرارة مما أثر على انخفاض درجة حرارة (E.B), أما في (E.T) فإن قيم (T C°)

- (*Témoin*)تتراوح بين (12-23.1م^0)
- نبات *(Typha)* تتراوح (14.5-29.9م^0)
- نبات (*Papyrus ( )* تتراوح (11.7-26م^0)
- نبات (*Gazon)* تتراوح (11.7-28.7م^0)

وهذه القيم مسموح بها ضمن المقاييس الدوليا (< 30 م°)

ونلاحظ أيضا اختلاف في (T C°) من شهر لأخر وذلك بسبب اختلاف درجة حرارة كل شهر ، ففي الحرارة يزداد عمل البكتيريا على عكس البرودة كما هي موضحة أكثرفي الشكل (2.IV) .

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



الشكل (2.IV): يمثل تغيرات درجة الحرارة (T C°) بدلالة الزمن (t)

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

3-الأكسجين المنحل (O_2):

يعتبر قياس الأكسجين المنحل في الماء عملية هامة وضرورية لجميع الأنواع المائية,حيث تتوقف نوعية المياه على نسبة الأكسجين المنحل لان إنخفاض تلك النسبة يعطي مياه غير طبيعية , ودليل على التلوث العضوي للمياه ولذلك قمنا بدراسة كمية الأكسجين المنحل في الماء الخام والماء المعالج والنتائج المتحصل عليها موضحة في الجدول 3.IV

الجدول (3.IV): دراسة الأكسجين المنحل (O_2)

الأوكسجين المنحل (O_2) (mg/l)	الأسبوع الأول -02 03/09 2014	الأسبوع الثاني -09 03/16 2014	الأسبوع الثالث -16 03/23 2014	الأسبوع الرابع -23 03/30 2014	الأسبوع الخامس -30 04/06 2014	الأسبوع السادس -06 04/13 2014	الأسبوع السابع -13 04/20 2014	الأسبوع الثامن -20 04/27 2014
E usées brute (E.B)	0.9	0.8	0.1	0.5	0.2	0.2	0.3	0.1
معالجة *(Témoin)*	/	/	/	/	/	4	3.2	3.8
معاجة *(Typha)*	5.7	6.1	8.8	5.5	3.5	5.1	3.3	4.6
معالجة *(Papyrus)*	6.9	7	7.9	7.5	6	6.6	5.7	4.5
معالجة *(Gazon)*	7.4	7.8	6.6	6.3	4	4.4	4.7	5

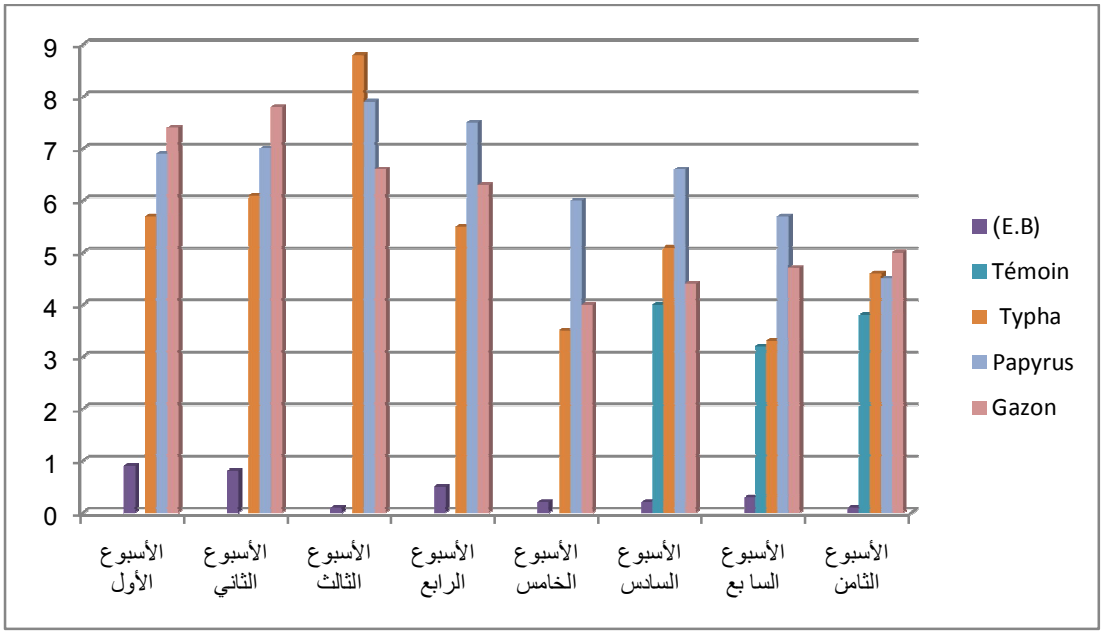
من خلال الشكل: نلاحظ أن قيم الأكسجين المنحل (O_2) في (E.B) منخفضة وتتراوح بين (0.1-0.9 ملغ /ل) ، وهذا يعود إلى وجود عمل كبير للبكتيريا , وارتفاع العكارة التي تقلل دخول الأكسجين للماء.

أما في (E.T) فقيم (O_2) مرتفعة

- (*Témoin*) تتراوح بين (3.2-4 ملغ /ل)
- نبات *(Typha)* تتراوح بين(3.3-8.8 ملغ /ل)
- نبات (*Papyrus*) تتراوح بين(4.5-7.9 ملغ /ل)
- نبات *(Gazon)* تتراوح بين (4-7.8 ملغ /ل)

نلاحظ أن نسبة الأكسجين مرتفعة عند استعمال المعالجة بالنباتات ,لان البكتيريا يقل أستهلاكها للأكسجين بسبب نقصان الملوثات في الماء المعالج ، وهذه القيم مسموح بها ضمن مقاييس الوطنية (< 5 ملغ/ل),وهي موضحة أكثرفي الشكل (3.IV).

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



الشكل (3.IV): يمثل تغيرات الأكسجين المنحل (O_2) بدلالة الزمن (t)

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

4-الطلب الكيميائي للأكسجين (*DCO*):

يستخدم اختبار الأكسجين الكيميائي المستهلك لقياس المواد العضوية في مياه الصرف التي تحتوي على مركبات سامة للحياة البيولوجية، وبتالي يعد معرفة قيمته في مياه الصرف ضرورة لتحديد صلاحية هذه المياه من أجل استعملات في الجانب الزراعي,وغيرها ولذلك قمنا بدراسة كمية الطلب الكيميائي للأكسجين في الماء الخام والماء الناتج من المعالجة والنتائج المتحصل عليها موضحة في الجدول 4.IV

الجدول (4.IV): دراسة الطلب الكيميائي للأكسجين (*DCO*)

الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO) (mg/l)	الأسبوع الأول -02 03/09 2014	الأسبوع الثاني -09 03/16 2014	الأسبوع الثالث -16 03/23 2014	الأسبوع الرابع -23 03/30 2014	الأسبوع الخامس -30 04/06 2014	الأسبوع السادس -06 04/13 2014	الأسبوع السابع -13 04/20 2014	الأسبوع الثامن -20 04/27 2014
E usées brute (E.B)	/	406	/	386	/	424	/	354
معالجة *(Témoin)*	/	195	/	410.5	/	366	/	228
معاجة *(Typha)*	/	118	/	103	/	129.5	/	96
معالجة *(Papyrus)*	/	114	/	121	/	109.7	/	89
معالجة *(Gazon)*	/	105.6	/	139	/	180	/	116

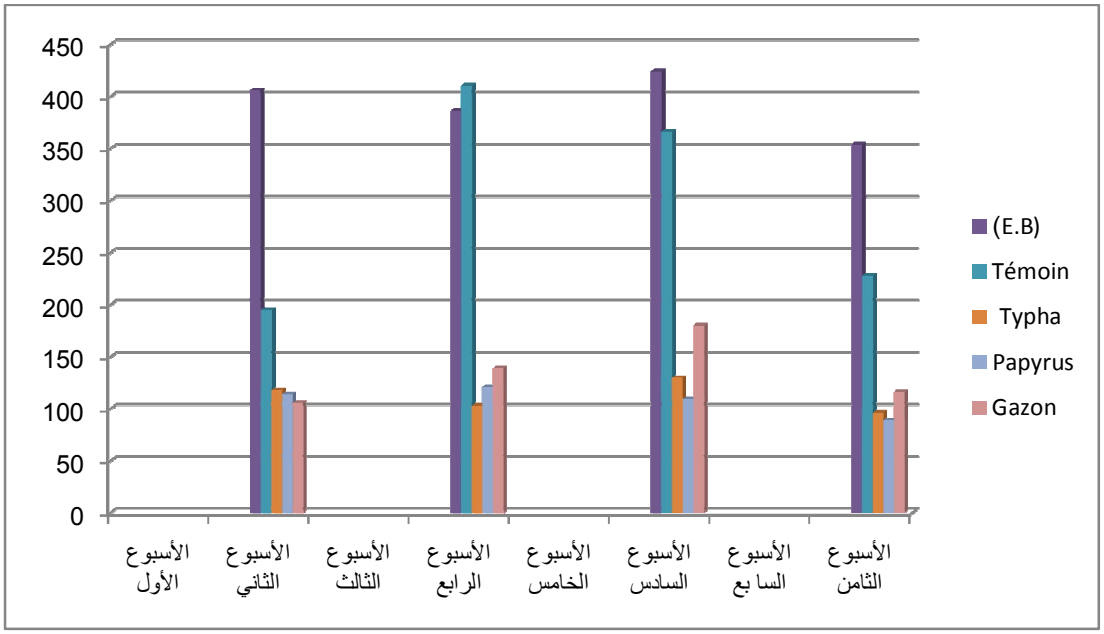
من خلال الشكل: نلاحظ أن قيم الطلب الكيميائي للأكسجين المنحل (*DCO*) في مياه الصرف مرتفعة (E.B) .وهي محصورة بين (354-424 ملغ /ل) ، وهذا راجع إلى كمية المادة العضوية التي تتأكسد كيميائيا,وكذلك يدل على أن هذه المياه ملوثة.

أما في (E.T) فنلاحظ انخفاض كبير في قيمتها وهي محصورة

- (*Témoin*) تتراوح بين (195-410.5 ملغ /ل)
- نبات (*Typha*) تتراوح بين(96-129.5 ملغ /ل)
- نبات (*Papyrus*) تتراوح بين(89-121 ملغ /ل)
- نبات (*Gazon*) تتراوح بين (105.6-180 ملغ /ل)

نلاحظ إن استعمال هذه الأنواع النباتية في معالجة مياه الصرف الصحي تقلل بكمية كبيرة المادة العضوية التي تتأكسد كيميائيا وبتالي نزع الكثير من الملوثات ، وهذه القيم مسموح بها ضمن المقاييس الدوليا وهي(< 125 ملغ/ل) كما هي موضحة أكثرفي الشكل (4.IV).

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



الشكل (4.IV): يمثل تغيرات الطلب الكيميائي للأكسجين (*DCO*) بدلالة الزمن (t)

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

5-الطلب البيولوجي للأكسجين (DBO_5) :

يعتبر هذا المؤشر من أكثر مؤشرات التلوث العضوية واسعة الاستخدام في مجال مياه الصرف , ولهذا دراسة قيمته في مياه الصرف الصحي المعالجة ضرورة لمعرفة نسبة التلوث العضوي ,ونتائج دراسة قيمة الطلب البيولوجي للأكسجين في مياه الصرف الصحي الخام والمياه المعالجة موضحة في الجدول IV .5

الجدول (IV.5): دراسة الطلب البيولوجي للأكسجين (DBO_5)

(DBO_5) (mg/l)	الأسبوع الأول -02 03/09 2014	الأسبوع الثاني -09 03/16 2014	الأسبوع الثالث -16 03/23 2014	الأسبوع الرابع -23 03/30 2014	الأسبوع الخامس -30 04/06 2014	الأسبوع السادس -06 04/13 2014	الأسبوع السابع -13 04/20 2014	الأسبوع الثامن -20 04/27 2014
E usées brute (E.B)	/	470	/	230	/	422	/	364
معالجة *(Témoin)*	/	42.5	/	38	/	29	/	36.5
معالجة *(Typha)*	/	26.3	/	29	/	28	/	33
معاجة *Papyrus*)	/	10.9	/	19.2	/	16	/	14
معالجة *(Gazon)*	/	12	/	21	/	9.5	/	11.7
مردود *(Témoin)*	/	%90	/	%83.4	/	%93.1	/	%89.9
مردود *(Typha)*	/	%94	/	%87.3	/	%93.3	/	%92.3
مردؤد *(Papyrus*)	/	%97	/	%96	/	%96.2	/	%90.9
مردود *(Gazon)*	/	%97.4	/	%91.6	/	%97.7	/	%96.7

المردود = $\frac{C_{entrée} - C_{sortie}}{C_{entrée}} * 100$

من خلال الشكل : نلاحظ أن قيم الطلب البيولوجي *(DBO_5)* مرتفعة في(E.B) وهي محصورة بين (230-470 ملغ/ل) ، وهذا راجع إلى إرتفاع كمية الملوثات (المادة العضوية) المستعملة من طرف البكتيريا.

أما في (E. T) فإن قيم الطلب البيولوجي للأكسجين *(DBO_5)* منخفضة أما في (E.T) فنلاحظ انخفاض كبير في قيمتها وهي محصورة

- *(Témoin)* تتراوح بين (29-42.5ملغ /ل)

- نبات *(Typha)* تتراوح بين(26.3-33 ملغ /ل) ويصل أفضل مردود عند أستعمال هذا النوع من النبات الى 94%.

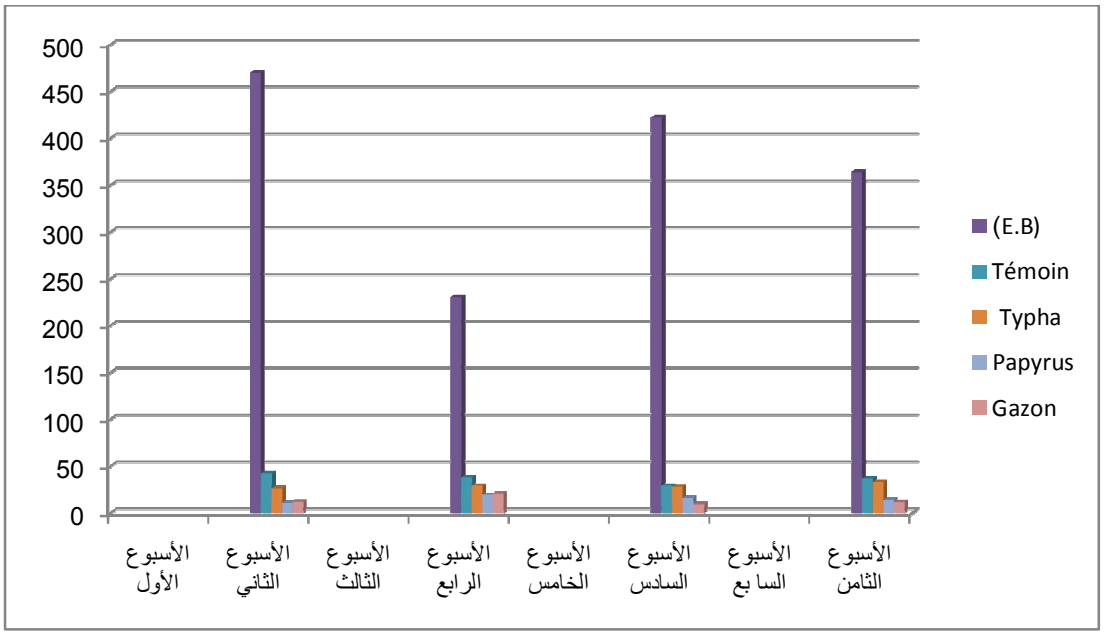
Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

- نبات *(Papyrus)* تتراوح بين(10.9-19.2 ملغ /ل) ويصل أفضل مردود عند استعمال هذا النوع من النبات الى 97%.

- نبات *(Gazon)* تتراوح بين (9.5-21ملغ /ل) ويصل أفضل مردود عند استعمال هذا النوع من النبات الى 97.7%.

نلاحظ سبب إنخفاض المادة العضوية لأنها تحللت بواسطة البكتيريا مع وجود الأكسجين,ونجد (E. T) ضمن المقاييس المسموح بها دوليا (40 ملغ /ل).

نلاحظ أيضا إن استعمال هذه الأنواع النباتية في معالجة مياه الصرف الصحي تقلل بكمية كبيرة الطلب البيلوجي للأكسجين ومنه نزع الكثير من الملوثات كما هي موضحة أكثرفي الشكل (5.IV).



الشكل (5.IV): يمثل تغيرات الطلب البيولوجي للأكسجين (DBO_5) بدلالة الزمن (t)

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

6-المواد العالقة *(MES)*:

تعتبر المواد العالقة معيار مهم في تعين درجة تلوث المياه الحضرية ,و الصناعية لذلك نجد أن البحث عن قيمتها أمرا مهم لمعرفة درجة تلوث المياه المعالجة ,ونتائج دراسة قيمة المواد العالقة في مياه الصرف الصحي الخام والمياه المعالجة كما هي موضحة في الجدول6 .IV

الجدول (6.IV): دراسة المواد العالقة *(MES)*

المواد العالقة (*MES*) (mg/l)	الاسبوع الأول -02 03/09 2014	الاسبوع الثاني -09 03/16 2014	الاسبوع الثالث -16 03/23 2014	الاسبوع الرابع -23 03/30 2014	الاسبوع الخامس -30 04/06 2014	الاسبوع السادس -06 04/13 2014	الاسبوع السابع -13 04/20 2014	الاسبوع الثامن -20 04/27 2014
E usées brute (E.B)	120	1050	260	250	120	171	200	320
معالجة *(Témoin)*	36	33	41	29.5	32.2	28	24	25.8
معاجة *(Typha)*	20	27.5	35	23	30	19.1	15	17.2
معالجة *(Papyrus)*	15	14	16.5	19	16	11.5	10	22.5
معالجة *(Gazon)*	16	13	12	18	22	16.5	18	14.1
مردود *(Témoin)*	%70	%96.8	%84.2	%88.2	%73.1	%88.8	%88	%91.9
مردود (Typha)	%83.3	%97.3	%86.5	%90.8	%75	%83.6	%92.5	%94.6
مردؤد *(Papyrus)*	%87.5	%98.6	%94.2	%92.4	%70	%93.2	%95	%95.5
مردود (Gazon)	%86.6	%98.7	%95.3	%92.8	%90	%90.3	%91	%95.5

من خلال الشكل : نلاحظ أن قيم المواد العالقة *(MES)* مرتفعة في (E.B) ومحصورة بين (120-1050 ملغ/ل) ، وهذا يعود إلى أن مياه الصرف الصحي تحتوي على مواد عضوية ,وغير عضوية.

أما في (E.T) فقيم (MES) منخفضة

- *(Témoin)* تتراوح بين (24-41ملغ /ل)

- نبات *(Typha)* تتراوح بين(15-35 ملغ /ل) ,ويصل أفضل مردود عند استعمال هذا النوع من النبات إلى 97.3%.

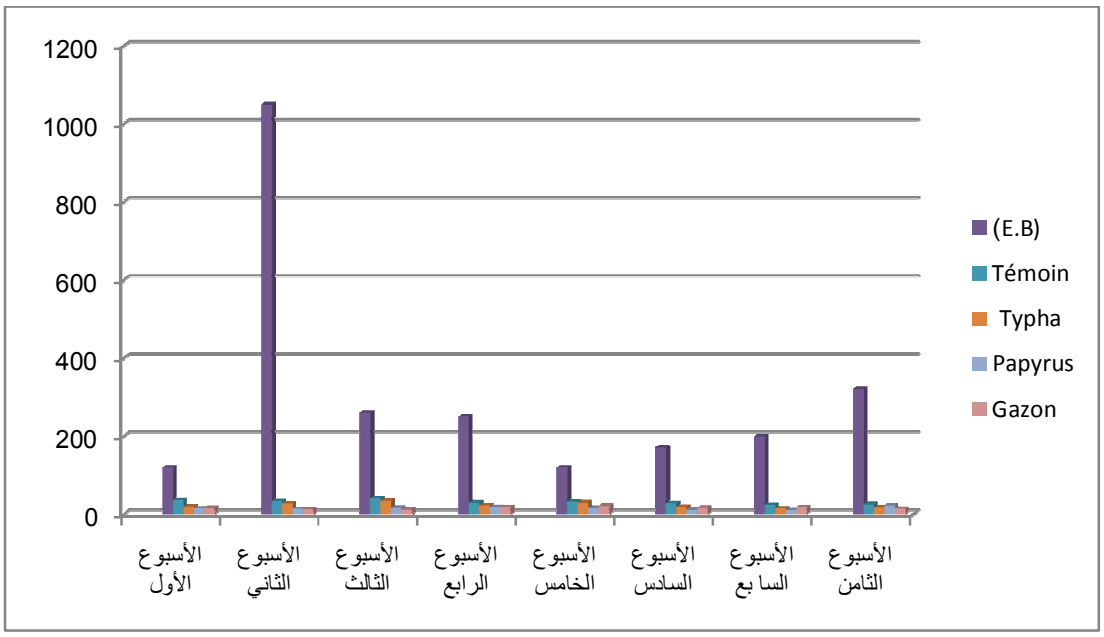
- نبات (*Papyrus)* تتراوح بين(10-22.5 ملغ /ل) ويصل أفضل مردود عند استعمال هذا النوع من النبات إلى 98.6%.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

- نبات (*Gazon*) تتراوح بين (12-22ملغ /ل) ويصل أفضل مردود عند استعمال هذا النوع من النبات إلى 98.7%.

من خلال هذه النتائج نجد ترسب وتفكك المواد العضوية والمواد غير العضوية في (E.T) ، وهي ضمن المقاييس المسموح بها دوليا (<40 ملغ/ل).

نلاحظ أن استعمال هذه الأنواع النباتية في معالجة مياه الصرف الصحي تقلل بكمية كبيرة المواد العالقة ,ومنه نزع الكثير من الملوثات للمياه المعالجة كما هي موضحة أكثرفي الجدولIV .6



الشكل (6.IV): يمثل تغيرات المواد العالقة (*MES*) بدلالة الزمن (t)

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

7-العكارة *(Turbidité)* :

العكارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء ويستخدم كاختيار لقياس مدى جودة المياه, ولذلك أردنا معرفة جودة المياه المعالجة بالنباتات والنتائج موضحة في الجدولIV .7

الجدول (IV.7): دراسة العكارة (*Turbidité*)

العكارة (NTU)	الأسبوع الأول -02 03/09 2014	الأسبوع الثاني -09 03/16 2014	الأسبوع الثالث -16 03/23 2014	الأسبوع الرابع -23 03/30 2014	الأسبوع الخامس -30 04/06 2014	الأسبوع السادس -06 04/13 2014	الأسبوع السابع -13 04/20 2014	الأسبوع الثامن -20 04/27 2014
E usées brute (E.B)	277	257	200	320	120	266	153	130
معالجة *(Témoin)*	58.3	49	33.5	66.5	54	38	27	39
معاجة *(Typha)*	24.5	34.4	20.3	24.9	38.7	35	16.3	22.5
معالجة (*Papyrus*)	12.9	5.8	16.1	28.4	11.8	6.26	3.69	13.5
معالجة (*Gazon*)	20.8	10.4	12.2	17.2	26.7	14.9	24.8	35

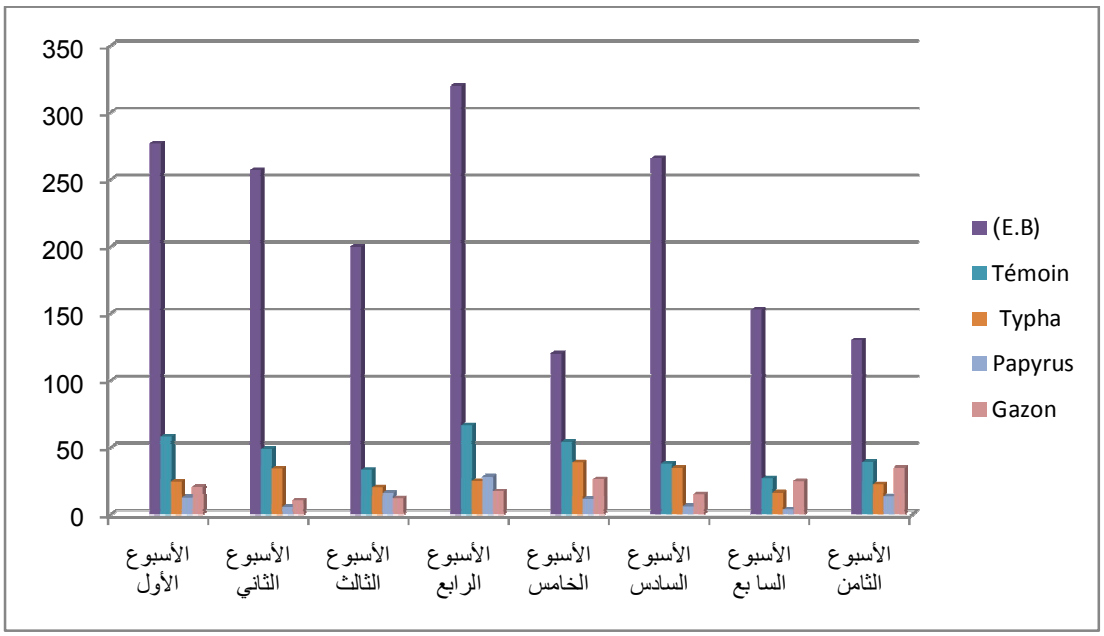
من خلال الشكل : نلاحظ أن قيم العكارة *(Turbidité)* مرتفعة في (E.B) محصورة بين (120-320) ، وهذا يعود الى محتوى مياه الصرف الصحي على المواد العضوية ,وغير العضوية الغير متجانسة .

أما في (E.T) محصورة

- *(Témoin)* تتراوح بين (27-66.5)
- نبات *(Typha)* تتراوح بين(16.3-38.7)
- نبات (*Papyrus*) تتراوح بين(3.69-28.4)
- نبات (*Gazon*) تتراوح بين (10.4-35)

من خلال هذه النتائج الماء المعالج بواسطة النباتات أثبت نجاعتها في نزع التلوث المتمثل في المواد التي تمنع مرور الضوء في الماء ما يعني ترسب ,وتفكك المواد العضوية ,والمواد غير العضوية المتجانسة, و الغير متجانسة كما هي موضحة أكثرفي الجدولIV .7

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



الشكل (7.IV): يمثل تغيرات العكارة *(Turbidité)* بدلالة الزمن (t)

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

8-الناقلية الكهربائية *(Conductivité électrique)*:

تتعلق الناقلية الكهربائية بمقدارتركيز الأملاح المعدنية المتشردة , عند وجود ناقلية ضعيفة دليل على أن تركيز الأملاح المتشردة قليل ومنه نستطيع معرفة مقدار نقاوة المياه من الملوثات, لذلك أجرينا دراسة مقارنة على قيمة الناقلية الكهربائية بين مياه الصرف الغير معالجة مع المياه المعالجة بالنباتات ,والنتائج موضحة في الجدول 7.IV

الجدول (7.IV): دراسة الناقلية الكهربائية (*Conductivité électrique)*

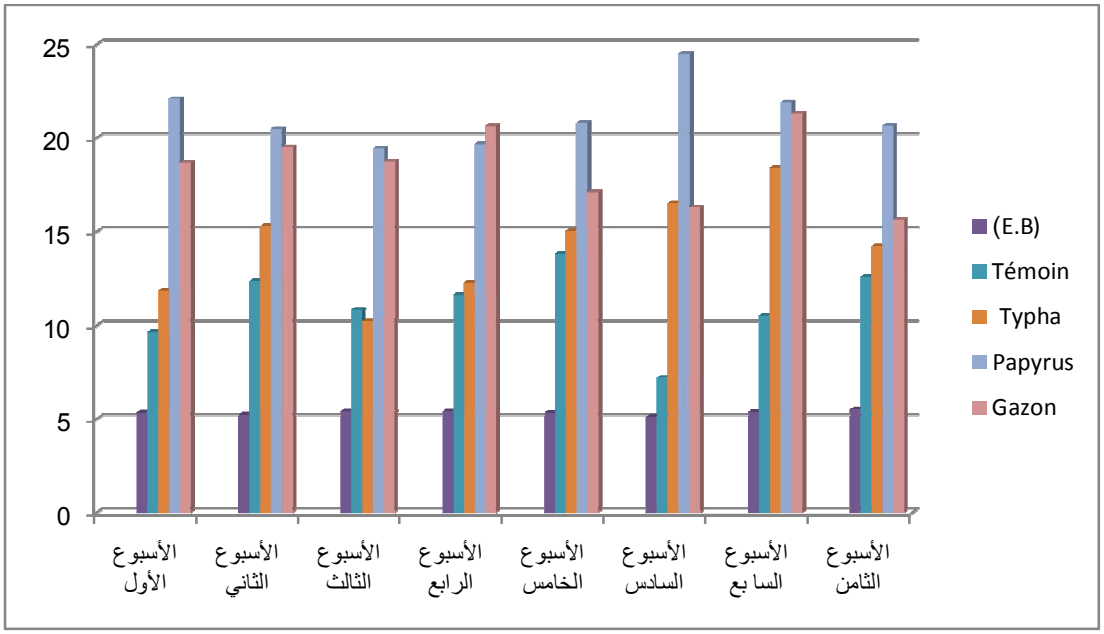
الناقليةالكهربائية (ms/cm)	الأسبوع الأول 02- 03/09 2014	الأسبوع الثاني 09- 03/16 2014	الأسبوع الثالث 16- 03/23 2014	الأسبوع الرابع 23- 03/30 2014	الأسبوع الخامس 30- 04/06 2014	الأسبوع السادس 06- 04/13 2014	الأسبوع السابع 13- 04/20 2014	الأسبوع الثامن 20- 04/27 2014
E usées brute (E.B)	5.34	5.24	5.40	5.40	5.32	5.14	5.37	5.52
معالجة *(Témoin)*	9.64	12.36	10.84	11.63	13.82	7.21	10.52	12.60
معاجة *(Typha)*	11.84	15.31	10.23	12.28	15.04	16.52	18.43	14.24
معالجة *(Papyrus)*	22.10	20.5	19.43	19.68	20.8	24.5	21.9	20.67
معالجة *(Gazon)*	18.68	19.53	18.75	20.65	17.11	16.3	21.32	15.63

من خلال الشكل : نلاحظ أن قيم الناقلية الكهربائية *(Conductivité électrique)* منخفضة في (E.B) محصورة بين (5.14-5.52 ملس/سم) ، ومحصورة في الماء المعالج (E.T)

- (*Témoin*) تتراوح بين (7.21-13.82 ملس/سم)
- نبات (*Typha*) تتراوح بين(10.23-18.43 ملس/سم)
- نبات (*Papyrus*) تتراوح بين(19.43-24.5 ملس/سم)
- نبات (*Gazon*) تتراوح بين (15.63-21.32 ملس/سم)

نلاحظ من خلال النتائج أن الناقلية الكهربائية للماء المعالج بالنباتات هي عالية مقارنة بالقيمة الموجدة في مياه الصرف(E.B) , وذالك بسبب تحول الجزيئات إلى أملاح بفعل الأكسدة والأرجاع.,ومنه نقول إن استعمال معالجة مياه الصرف الصحي بالنباتات ترفع من تركيز الأملاح المتشردة وبتالي تزيد في نقاوة المياه المعالجة كما هي موضحة أكثرفي الجدولIV .8.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



الشكل (8.IV): يمثل تغيرات الناقلية الكهربائية بدلالة الزمن (t)

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

9- الأمونيوم (NH_4^+) :

تعتبر البقايا البروتينات و المركبات العضوية الآزوتية الأخرى مصدرا أساسيا للأمونيوم و تعتبر تواجدها في المياه دليل على تلوثها ,والنتائج التالية تمثل مقارنة بين نسبة تواجد الأمونيوم في مياه الصرف الصحي والماء المعالج بالنباتات وهي موضحة في الجدول IV .8

الجدول (8.IV): دراسة كتيون الأمونيوم (NH_4^+)

الأمونيوم (NH_4^+) (mg/l)	الأسبوع الأول -02 03/09 2014	الأسبوع الثاني -09 03/16 2014	الأسبوع الثالث -16 03/23 2014	الأسبوع الرابع -23 03/30 2014	الأسبوع الخامس -30 04/06 2014	الأسبوع السادس -06 04/13 2014	الأسبوع السابع -13 04/20 2014	الأسبوع الثامن -20 04/27 2014
E usées brute (E.B)	/	45.7	/	62.1	/	58	/	67
معالجة (*Témoin*)	/	12.3	/	21.5	/	9.6	/	18.8
معاجة (*Typha*)	/	0.81	/	0.25	/	1.43	/	5.3
معالجة (*Papyrus*)	/	0.6	/	0.44	/	1.20	/	0.51
معالجة (*Gazon*)	/	0.32	/	0.12	/	0.16	/	0.23

من خلال الشكل : نلاحظ أن قيم الأمونيوم (NH_4^+)عالية في مياه الصرف (E.B) محصورة بين (45.7-62.1 ملغ/ل) ، وهذا راجع إلى تحلل المادة العضوية بحدوث النشدرة:

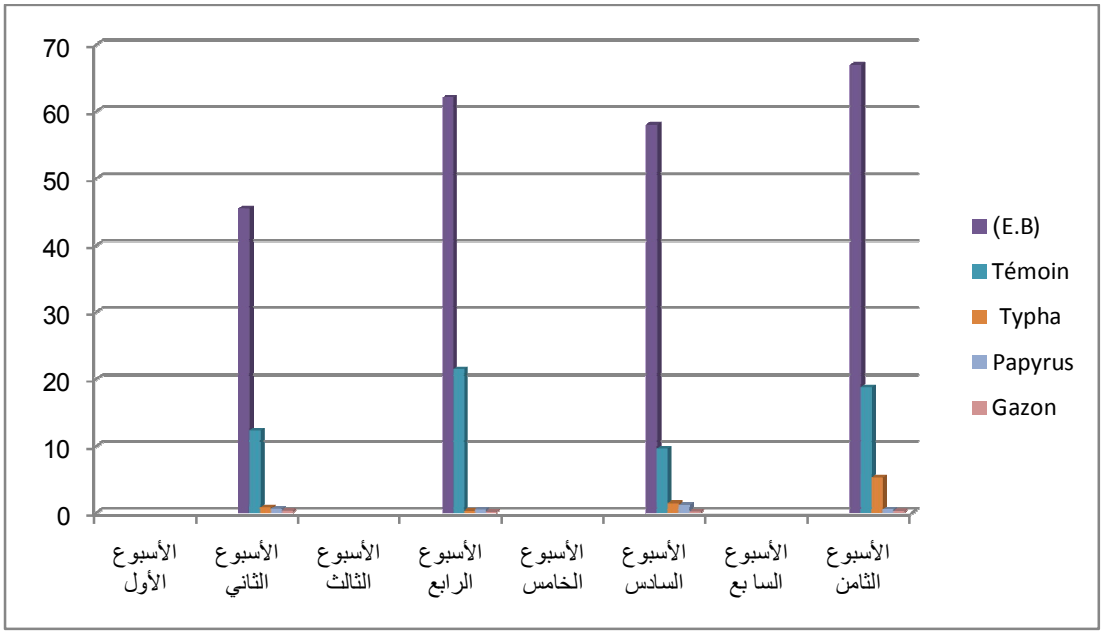
$$R\text{-}NH_2 \longrightarrow R\text{-}NH^+_3 \longrightarrow NH_4^+$$

هذا الدور تقوم به البكتيريا (germes hétérotrophes) وذلك لجعل المركبات الآزوتية سهلة الهضم و التحلل لنوع آخر من البكتريا .

نلاحظ أن قيم الأمونيوم (NH_4^+) وقد نقصت في المياه المعالجة (E.T) بالنباتات ,و هي منحصرة بين (0.12-5.3ملغ /ل) وهي قيم في حدود المقاييس الدوليا (<40 ملغ /ل)، وهذا النقص راجع الى نقص المادة العضوية وتحول الأمونيوم إلى نتريت ونترات ,وذلك بفعل الأكسجين والبكتيرياء :

$$NH_4^+ \longrightarrow NO_2^- \longrightarrow NO_3^-$$

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



الشكل (9.IV): يمثل تغيرات الأمونيوم (NH_4^+) بدلالة الزمن (t)

10-أيون النتريت (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 ,ولذلك أردنا معرفة تركيز أيونات النتريت في مياه الصرف الصحي والماء المعالج بالنباتات ,والنتائج موضحة في الجدول 9.IV

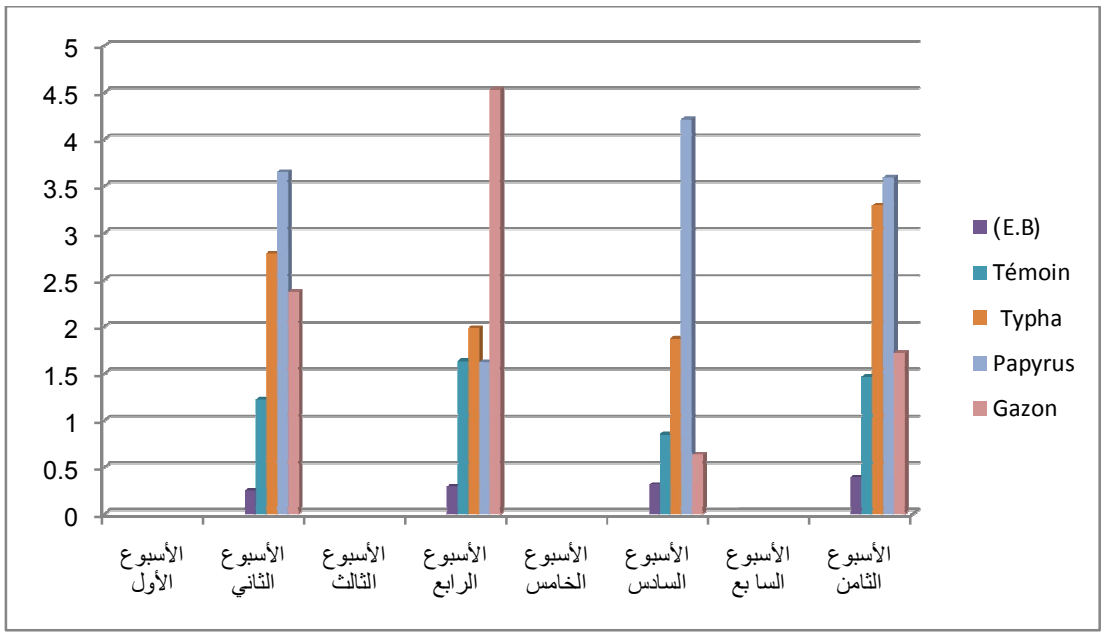
الجدول (9.IV): دراسة أيون النتريت (NO_2^-)

النتريت (NO^-_2) (mg/l)	الأسبوع الأول -02 03/09 2014	الأسبوع الثاني -09 03/16 2014	الاسبوع الثالث -16 03/23 2014	الأسبوع الرابع -23 03/30 2014	الأسبوع الخامس -30 04/06 2014	الأسبوع السادس -06 04/13 2014	الأسبوع السابع -13 04/20 2014	الأسبوع الثامن -20 04/27 2014
E usées brute (E.B)	/	0.25	/	0.29	/	0.31	/	0.39
معالجة (*Témoin*)	/	1.22	/	1.63	/	0.85	/	1.46
معاجة (*Typha*)	/	2.78	/	1.98	/	1.87	/	3.29
معالجة (*Papyrus*)	/	3.65	/	1.62	/	4.21	/	3.59
معالجة (*Gazon*)	/	2.37	/	4.53	/	0.63	/	1.72

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

من خلال الشكل نلاحظ أن قيم النتريت (NO_2^-) في (E.B) كانت منخفضة حيث تتراوح بين (0.23 -0.39 ملغ/ل) ، وهذا راجع إلى نقص عمل البكتيريا بسبب نقص (O_2) .

أما في (ET) الماء المعالج بالنباتات نلاحظ أن قيم (NO_2^-) زادت عند قيمه في (E.B) حيث تتراوح بين (0.63 -4.21 ملغ/ل) وهذا بسبب تحويل البكتيريا (*Nitrosomonas*) الـ (NH_4^+) الى (NO_2^-) وهذه القيم مسموح بها في المقاييس دوليا (< 10 ملغ/ل) كما هي موضحة أكثرفي الشكل 10.IV



الشكل (10.IV): يمثل تغيرات أيون النتريت (NO_2^-)بدلالة الزمن (t)

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

11-أيون النترات (NO_3^-):

يعتبر و جود أيونات النتريت في المياه على أنه حدث نترجة للآزوت العضوي،ولهذا أجرينا دراسة تواجد نسبة أيونات النتريت في الماء الصرف الصحي ومقارنة تواجدها في الماء المعالج بالنباتات والنتائج موضحة في الجدول 10.IV,

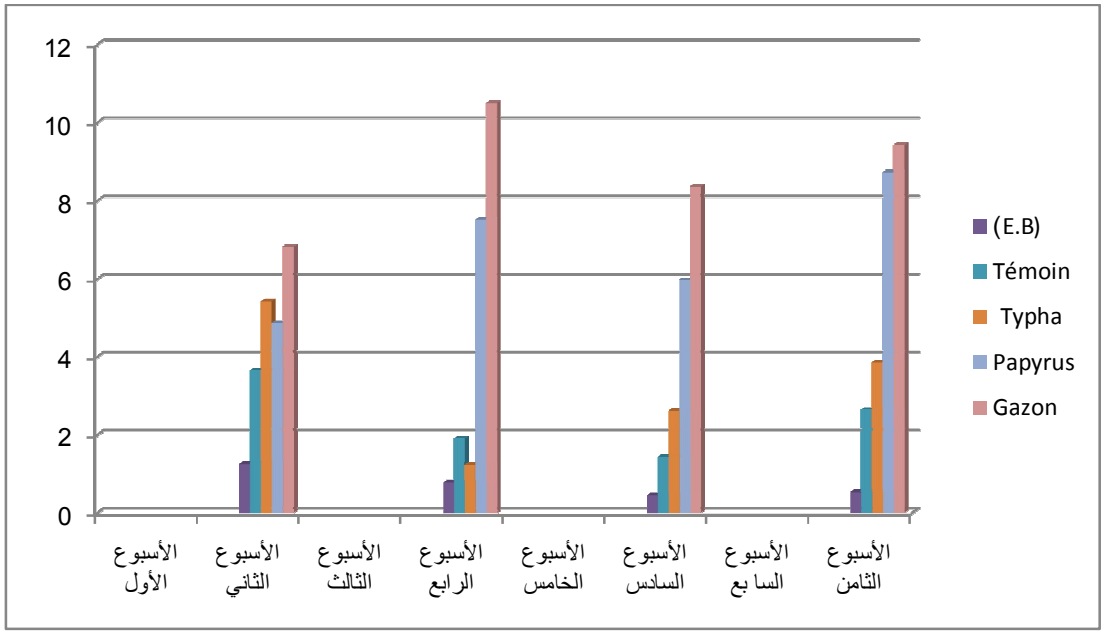
الجدول (10.IV): دراسة أيون النترات (NO_3^-)

النيترات (NO^-_3) (mg/l)	الاسبوع الأول -02 03/09 2014	الاسبوع الثاني -09 03/16 2014	الاسبوع الثالث -16 03/23 2014	الاسبوع الرابع -23 03/30 2014	الاسبوع الخامس -30 04/06 2014	الاسبوع السادس -06 04/13 2014	الاسبوع السابع -13 04/20 2014	الاسبوع الثامن -20 04/27 2014
E usées brute (E.B)	/	1.25	/	0.77	/	0.45	/	0.52
معالجة (*Témoin*)	/	3.65	/	1.9	/	1.44	/	2.64
معاجة (*Typha*)	/	5.41	/	1.23	/	2.6	/	3.85
معالجة (*Papyrus*)	/	4.86	/	7.5	/	5.96	/	8.72
معالجة (*Gazon*)	/	6.82	/	10.5	/	8.36	/	9.43

من خلال الشكل : نلاحظ إن قيم النترات (NO_3^-) في (E.B) كانت منخفضة حيث تتراوح بين (0.45-1.25 ملغ/ل) ، وهذا راجع إلى نقص عمل البكتيريا بسبب نقص (0_2).

إما في (E.T) المعالج بالنباتات , نلاحظ أن قيم (NO_3^-) محددة بين (1.23-10.5 ملغ / ل) مما يدل على ارتفاع قيمه ، وهذا بسبب تتحول (NO_2^-) الى (NO_3^-) بواسطة البكتيريا (Nitrobacter) ، وهذه القيم تتوافق مع المقاييس الدوليا(< 10 ملغ/ل) كما هي موضحة أكثرفي اشكلIV .10

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)



الشكل (11.IV): يمثل تغيرات أيون النترات (NO_3^-) بدلالة الزمن (t)

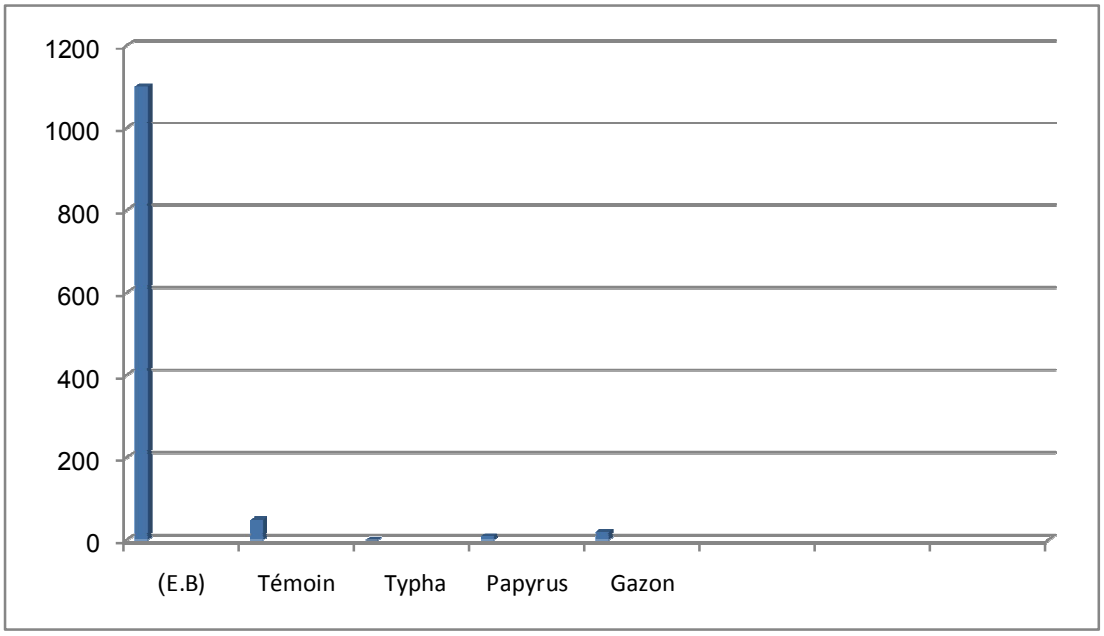
Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

IV .2 الدراسة البكتريولوجية *(Bactériologique)*:

الجدول (11.IV): دراسة نتائج بكتيريا Escherichia coli

العينات	*E usées brute (E.B)*	الماء الناتج من (*Témoin*)	الماء الناتج من (*Typha*)	الماء الناتج من (*Papyrus*)	الماء الناتج من *(Gazon*)
Escherichia coli (UFC^{-})	1100	49	0	9	20

من خلال الشكل نلاحظ أن مياه الصر ف الصحي (E.B)غنيا بالانواع البكتيريا لتصل إلى حد 1100 بكتيريا في كل 1ملل ,فأما الماء الناتج من الشاهد فهو يحوي عدد قليل جدا حوالي 49 بكتيريا في كل 1 ملل وهذا دليل على أن حركة الماء على مختلف طبقات التربة تقلل بشكل جيد من أعداد البكتيريا ,وأما النتائج على مستوى المعالجة بالنباتات فهي أفضل وأنجع لتخلص من الأنواع البكتيرية أو التقليل منها وخاصة النوع الضار Escherichia coli وكما هي موضحة أكثر في الشكل(12.IV).



الشكل (12.IV): يمثل تغيرات بكتيريا Escherichia coli بدلالة الزمن (t)

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

الخاتمة:

من خلال الدراسة التي قمنا بها تبين لنا إن استعمال تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي بالنباتات قد أثبتت كفاءتها, وقدرتها على تحقيق المواصفات المرغوبة لمياه الصرف عن طريق إنقاص نسبة الملوثات, و العوامل الممرضة ,و الوصول إلى الحدود المسموحة بها لاستخدام المياه الناتجة عنها في الزراعة دون استخدام المحاليل الكيميائية, و بتكلفة دنيا بالمقارنة مع غيرها من تقنيات المعالجة ، وكذلك نمنع تلوث المياه السطحية والجوفية باستعمالها في المناطق النائية كمصفاة لمياه الصرف الصحي ,وبالتالي نمنع تلوث البيئة ,ونصل إلى تزيين المحيط.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

ملخص :

إن تقنية تطهير مياه الصرف الصحي بواسطة النباتات المائية تضمن طروحات جيدة وذات جودة عالية ,مع تكلفة قليلة (تكلفة الانجاز أقل منها عند محطات معالجة مياه الصرف التقليدية), أيضا سهولة تسييرها واستغلالها وهي تساهم في المحافظة على البيئة مع منظرها الجمالي .

ولقد وصلت الأبحاث في هذا المجال في الجزائر إلى انجاز أول محطة نموذجية في يوليو 2007 بمنطقة الواحات بتماسين(تقرت) .بعد ثلاث سنوات من الاختبار وجد الباحثون بسيدي مهدي (L'INRAH) أن 18 نوع من أصل 23 نوع تتأقلم مع مناخ المنطقة .

من هذا المنطلق ,وبتصميم محطة نموذجية قمنا بعدة تجارب على جملة من النباتات التي تتناسب مع طبيعة المنطقة وهي (*Typha.Papyrus.Gazon*) بنظام سقي عمودي زائد أفقي ,ويندرج هدفنا إلى معرفة فاعلية هذه النباتات اتجاه الملوثات العضوية في مياه الصرف الصحي , وإلى أي مدى يمكننا إستخدام هذه النباتات لتحقيق جودة المياه بما يتفق مع معيار الري في منطقة حارة و جافة بوادي سوف

حيث تحصلنا على نتائج جد جيدة وهي كالتالي : DBO_5=97.4% ; MES=98.7%

وكذالك لاحظنا زيادة قيمة الأكسجين المنحل في الماء المعالج بالنسبة لكل نبتة .

الكلمات الدالة : مياه الصرف الصحي ,التطهير بالنباتات المائية , *Gazon, Papyrus,Typha*

RESUME:

La technique d'épuration des eaux usées par les plantes aquatiques est assurée une trés bonne qualité des rejets avec un cout faible (cout de réaliser a moins d'entre eux lorsque aux tecniques traditionnelles de traitement des eaux usées).Aussi la facilité de leur l'exploitation et leur gestion. Contribue à la préservation de l'environnement. avec une bonne esthétique.

Les recherches sont abouti à la réalisation de la première station pilote en juillet 2007.

Après 3ans de d'essais les chercheurs atrouvés (L'INRAH) de sidi Mehdi ont trouvés 18type parmi 23 qui peuvent s'adapter au territoire de la

Région.

A cet égard. A la manière de cette station .nous avons effectué plusieurs expériences sur un certain nombre de plantes qui sont adapté avec la nature de la région. (Typha. Papyrus et Gazon) avec un système d'écoulement vertical et est notre objectif de tester l'efficacité de ces plantes vis-à-vis des polluants organiques.dans les eaux usées de la région chaude et aride d'Oued souf .il s'agit de savoir dans quelle mesure peut-on utilisé ces plantes afin d'atteindre une qualité d'effluent compatible avec les normes d'irrigation.

Nous avons obtenu des bons résultats sont les suivants DBO_5=97.4%MES=98.7%..

Nous avons observé aussi une augmentation de valeur de l'oxygène dissous de l'eau traitée pour chaque plante.

MOTS-CLE :

Les eaux usées, épuration par les plantes aquatiques , Typha. Papyrus. Gazon.

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

قائمة المراجع

- بالعربية :

[1] : عيدة منيرة و غمام نواس حمزة , د راسة مساهمة محطة معالجة مياه الصرف بالبحيرات المهوات في حماية البيئة , علوم طبيعة والحياة , جامعة العربي بن مهيدي أم البواقي . 2011.

[2] : محاضرات تدريبية, محطات معالجة الفضلات –المركز الأقليمي للأنشطة البيئية عمان الأردن.2009. صفحة 2.

[3] : محمد احمد مراد آغا , الهندسة البيئية,منشورات جامعة حلب كلية الهندسة المدنية1998.

[4] :سامح غرايبية يحي فرحان (2002) : مدخل إلى العلوم البيئة –دار المعارف.

[5] :نصر حايك (1989) : تلوث المياه وتقنياتها – الطبعة الثالثة-ديوان المطبوعات الجامعية

[6] : نبيل السيد فتحي قندير, :-صلاحية ومراقبة جودة المياه . 2005 .صفحة : 4-10

[7] :أستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في أغراض الري, الضوابط , الشروط , المخالفات , العقوبات بالأردن. 2001. صفحة 5

[9] :عبد الرزاق محمد سعيد التركماني , محطات معالجة الصرف الصحي بالنباتات .2001.

[10] :دكتورأكرم,علم البيئة والنبات .2006.صفحة 23 .

[16] :محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمنطقة كونين الوادي

[17] :شركة الوطنية الجزائرية للمياه – ADE–الوادي

[18] :مخبرالتحليل لمستشفى الوادي

- المراجع بالأجنبية :

[8] Phtoéperation_Empreinte

www.habtatecologue.org/doc/phytoepuration.PDF Le29/03/2014

[11] :http://Fr.wikipedia.org/wiki/typha 21/03/2014

[12] :http://Fr.wikipedia.org/wiki/juncaceae 26/03/2014

[13] :http://Fr.wikipedia.org/wiki/parpyrus 29/03/2014

[14] ConstructedWetlands : A promising wastewater treatment system for small system for locations, April 2008

[15] Constructed wetlands for wastewater treatment Deutsche Bundesstiftung Umwelt 2002 pages13

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

الفهرس

العنوان الصفحة

الفهرس
الأهدا
شكر وعرفان
قائمة الأشكال
قائمة الجداول
المقدمة

الفصل الأوّل: مياه الصرف الصحي

- أصل ومكونات مياه الصرف الصحي.....01
- مقاييس تصنيف الملوثات في مياه الصرف الصحي.....02
- مميزات استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في سقي النباتات..... 08

الفصل الثاني: معالجة مياه الصرف الصحي

- مراحل المعالجة.....10
- بعض النباتات المستخدمة في المعالجة.....13
- انواع السقي المستعمل في تصميم الأراضي الرطبة 19
- دور النباتات في محطات المعالجة.....21
- محاسن مساوي المعالجة بالنباتات.....25

الفصل الثالث: طرق والمواد

- المكونات الفيزيائية و الكيميائية لمياه الصرف الصحي..... 27
- تصميم المحطة النموذجية 28
- الدراسة الفيزيوكيميائية.....30
- 2الدراسة البكتريولوجية.....39

الفصل الرابع: التحليل والنتائج

- الدراسة الفيزيوكيميائية..... 61
- الدراسة البكتريولوجية.....62
- الخاتمة
- قائمة المراجع
- الملخص

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

قائمة الجداول

الجدول العنوان الصفحة

(1.I)...الشروط والمعايير الدولية لاستخدام مياه الصرف المعالجة في الري الزراعي.....09
(1.III).....التركيب الفيزيائي والكيميائي لمياه الصرف الصحي.....27
(1.IV)..... دراسة الكمون الهيدروجين *(pH)* 41
(2.IV)..... دراسة درجة الحرارة (T C°).....43
(3.IV)..... دراسة الأكسجين المنحل (O_2).....45
(4.IV)..... دراسة الطلب الكيميائي للأكسجين (*DCO*).....47
(5.IV)..... دراسة الطلب البيولوجي للأكسجين *(DBO_5)*.....49
(6.IV)..... دراسة المواد العالقة *(MES)*.....51
(7.IV)..... دراسة العكارة (*Turbidité*) 53
(7.IV)..... دراسة الناقلية الكهربائية (*Conductivité électrique*).....55
(8.IV)..... دراسة كتيون الأمونيوم (NH^+_4).....57
(9.IV)..... دراسة أيون النتريت (NO^-_2).....58
(10.IV)..... دراسة أيون النترات (NO^-_3).....60
(11.IV)..... دراسة نتائج بكتيريا Escherichia coli.....62

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

قائمة الأشكال

الشكل العنوان الصفحة

(1.I)..... يبين مكونات مياه الصرف الصحي.....01

(1.II) .... يبين إحدى محطات المعالجة بالنباتات الطافية بالولايات المتحدة الأمريكية.....12

(2.II).. مظهر عام للنباتات الكبيرة ذات الجذور المغمورة, و السوق الطويلة.....14

(3.II)..... نبات *Typha*.....15

(4.II)..... نبات *jonc*.....16

(5.II)..... نبات *Papyrus*.....17

(6.II)..... نماذج لبعض النباتات التي تعيش مغمورة بالمياه.....18

(7.II)..... بعض أنواع النباتات الطافية الحرة.....18

(8.II).... يبين طريقة معالجة بالنباتات ذات السقي السطحي الحر.....19

(9.II).... يبين طريقة المعالجة بالنباتات عن طريق السقي تحت السطحي الأفقي.....20

(10.II) ..... يبن آليات عمل طريقة السقي تحت السطحي الشاقولي.....21

(11.II) ..... تبين نقل الاكسجين الجوي والعمليات على مستوى الجذر.....23

(1.III).... يمثل بعض النباتات المستعملة في المعالجة 27

(2.III).....يمثل تصميم المحطة النموذجية المستعملة للمعالجة 28

(3.III)..... يمثل جهاز قياس درجة الحموضة*pH métre*.....31

(4.III)..... يمثل جهاز قياس الأكسجين المنحل *OXY métre*.....32

(5.III)..... يمثل مسخن كهربائي*(termoréacteur)*.....32

(6.III).....يمثل جهاز الطيف الضوئي*(spectrophotomètre)*.....33

(7.III).....يمثل جهاز قياس الطلب الأكسجين الحيوي*DBO métre*.....34

(8.III)..... يمثل المجفف *(dessiccateur)*.....35

(9.III).....يمثل فرن كهربائي *(Etuve)*.....35

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

(10.III)..... يمثل مجمع الترشيح.....35
(11.III)..... يمثل جهاز قياس العكارة *(Turbidimétre)*.....36
(12.III)..... يمثل جهاز قياس الناقلية الكهربائية*(Conductimétre)*.....37
(1.IV)..... يمثل تغيرات الأس الهيدروجيني *(pH)* بدلالة الزمن (t).....42
(2.IV)..... يمثل تغيرات درجة الحرارة (T C°) بدلالة الزمن (t).....44
(3.IV)..... يمثل تغيرات الأكسجين المنحل (O_2) بدلالة الزمن (t).....46
(4.IV)..... يمثل تغيرات الطلب الكيميائي للأكسجين *(DCO)* بدلالة الزمن (t).....48
(5.IV)..... يمثل تغيرات الطلب البيولوجي للأكسجين *(DBO_5)* بدلالة الزمن (t).....50
(6.IV)..... يمثل تغيرات المواد العالقة *(MES)* بدلالة الزمن (t).....52
(7.IV)..... يمثل تغيرات العكارة *(Turbidité)* بدلالة الزمن (t).....54
(8.IV)..... يمثل تغيرات الناقلية الكهربائية بدلالة الزمن (t).....56
(9.IV)..... يمثل تغيرات الأمونيوم (NH_4^+) بدلالة الزمن (t).....58
(10.IV)..... يمثل تغيرات أيون النتريت (NO_2^-)بدلالة الزمن (t).....59
(11.IV)..... يمثل تغيرات أيون النترات (NO_3^-) بدلالة الزمن (t).....61
(12.IV)..... يمثل تغيرات بكتيريا Escherichia coli بدلالة الزمن (t).....62

Create PDF files without this message by purchasing novaPDF printer (http://www.novapdf.com)