الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

قسم هندسة الطرائق

مذكرة مقدمة لإستكمال متطلبات شهادة الماستر أكاديمي الطور الثاني

الفرع: العلوم والتكنولوجيا

الشعبة : هندسة الطرائق

التخصص: هندسة الطرائق للبيئة

العنوان

تحضير الأغشية ووظيفتها في تطبيق تصفية مياه الري

من إعداد الطلبة : بوخزة شهاب الدين / العياط مولدي / جدي محمد رضوان

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ : 12 /2022/06

أمام اللجنة المكونة من السادة:

الأستاذ/ سيبوكر هشام (أستاذ محاضر _ جامعة قاصدي مرباح ورقلة) رئيسا.

الأستاذ/ حكيم بلخالفة (أستاذ محاضر أ _ جامعة قاصدي مرباح ورقلة) مشرفا.

الأستاذ/ باعمر لطفي (أستاذ محاضر –جامعة قاصدي مرباح ورقلة) مناقشا.

السنة الجامعية: 2022/2021

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

قسم هندسة الطرائق

مذكرة مقدمة لإستكمال متطلبات شهادة الماستر أكاديمي الطور الثاني

الفرع: العلوم والتكنولوجيا

الشعبة: هندسة الطرائق

التخصص: هندسة الطرائق للبيئة

العنوان

تحضير الأغشية ووظيفتها في تطبيق تصفية مياه الري

من إعداد الطلبة : بوخزة شهاب الدين / العياط مولدي / جدي محمد رضوان

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ : 12 /2022/06

أمام اللجنة المكونة من السادة:

الأستاذ/ سيبوكر هشام (أستاذ محاضر _ جامعة قاصدي مرباح ورقلة) رئيسا.

الأستاذ/ حكيم بلخالفة (أستاذ محاضر أ _ جامعة قاصدي مرباح ورقلة) مشرفا.

الأستاذ/ باعمر لطفي (أستاذ محاضر –جامعة قاصدي مرباح ورقلة) مناقشا.

السنة الجامعية: 2022/2021

الإهداء

أهدي ثمرة جهدي هذا الى من ة كانت دعواتها سر نجاحي الى من دعمتني في أفراحي وأقراحي الى التي جعل الله الجنة تحت أقدامها الى نبع الحنان وبسمة الزمان وسر الكيان حفظها الله امي...

الى من ضحى لنعيش الى من كافح لنتعلم الى نبع العطاء الى بلسم الشفاء الى الغالي أدامه الله أبي...

الى من تحمل أعينهم ذكريات طفولتي الى سندي في الحياة إخوتي حفظهم الله

سيد علي، الحاج مبارك، حنان

الى الذين تحملو معي متاعب هذا الجهد وتقاسمو معي شقاءه جدي محمد رضوان وبوخزة شهاب الدين الى من لا يقوى قلبي على فراقهن ولا تحلو الحياة الى معهن أصدقائي الأعزاء وأخس بالذكر خليفة، وعلاء الدين وعبد الحق ولمين....

الى كل دفعة هندسة الطرائق البيئية **2022** التي تقاسمت معها حلاوة العلم....

الى كل من وسعه قلبي ولم يذكره لساني ولم تسعه اسطري وعباراتي...

اليكم جميعا اهدي عملي...

العياط امولدي

الإهداء

الحمد لله حمدا كثيرا الحمد لله بكرة و اصيلا الحمد لله الذي به تتم المسرات

انت يا امي يا معلمة الحياة و يا طريقي للنجاحات ويا نوري فالضلمات

أهدي نجاحي اليك ،عفوا انما اهدي لنفسي ثمرة نجاحك انت امي

والى كلثوم التي وهبت نفسها لرعايتي

كما اهدي نجاحي الى سندي

والى وجدان التي كانت تمنحني القوة على الدوام

والى اخوتي صبرينة و رفيق عمودا الحياة

والى زملائي لمولدي و محمد في هذا العمل المتواضع

والى اصدقائي لزهر شرف الدين عبد صمد ولي والى قسم هندسة الطرائق للبيئة اتمنى لهم التوفيق و النجاح

نجاحي نجاحكم و طاب منشأكم وتبوأتم من الجنة منازل

شهاب الدين بوخزة

الاهداء

الحمد الله وكفى والصلاة والسلام على الحبيب المصطفى واهله ومن وفي أما بعد:

الحمد الله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا

هذه ثمرة الجهد والنجاح بفضله تعالى مهداة إلى الوالدين الكريمين حفظهما الله وأدامهما

نورا لدربي

لكل العائلة الكريمة التي ساندتني ولا تزال من اخوة وأخوات وأصدقائي

وإلى رفيقي الدرب مولدي العياط و بوخزة شهاب الدين وفقهم الله

وإلى كل من ساعدني في إعداد هده المذكرة من قريب أو من بعيد

وإلى كل دفعة هندسة الطرائق للبيئة

جدي محمد رضوان

الشكر

نشكر الله القدير على منحنا القوة والشجاعة والوسائل لإنجاز هذا العمل

المتواضع وفرصة دراسة ومتابعة مسار هندسة الطرائق البيئية

شكراً جزيلاً لكل أساتذة مركز الأرضية التقنية للتحاليل الفيزيائية والكيميائية CRAPC،

على رأسهم الأستاذ حكيم بالخالفة والأستاذة حليمة حيدر،

وعلى حضوركم وتواجدكم الدائم،

على نصيحتكم ودعمكم، وعلى تزويدونا بأفكاره الضرورية، بعد أن سمح بتحقيق هذا العمل

دون صعوبة. نتشرف بالتعبير عن أعمق امتناننا ومشاعرنا الصادقة

نشكر أيضًا جميع أساتذتي كل منهم بإسمه على دعمهم الدائم طوال سنوات تدريبنا الجامعي.

كما نتقدم بتقديرينا وشكرنا الخالص إلى جميع الأشخاص الذين ساهموا بشكل مباشر

أو غير مباشر في تحقيق هذا العمل.

نشكر أيضًا اصدقائنا من تخصصات الطاقة المتجددة الذين يصنعون توازننا، لوجودهم في حياتنا

شكرا للجميع

الملخص:

يهدف هذا العمل لاستعمال الغشاء الطبيعي (ليف النخيل) في معالجة مياه الري (تقليل الصوديوم والكالسيوم) الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي والتي تؤثر تراكيزها المرتفعة على عناصر البيئة المتمثلة في التربة، النبات، المياه الجوفية والسطحية، الإنسان والحيوان.

حسب النتائج الفيزيوكميائية المتحصل عليها، فإن خصائص الماء المعالج الصادرة عن المحطات الصرف الصحي باستخدام الغشاء الطبيعي يعتبر مقبولا بالنسبة للمعايير الوطنية و الدولية لطرح المياه المعالجة في البيئة، في حين أن خصائص هذه المياه كانت مخالفة نوعا ما للمعايير الدولية والوطنية للسقي.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف –غشاء طبيعي –معالجة المياه –ليف النخيل – التحاليل الفيزيوكميائية

Abstract

This work aims to use the natural membrane (palmfibre) in the treatment of irrigation water (removal of sodium and calcium) resulting from the treatment of sewage water, whose high concentrations affect the elements of the environment represented in soil, plants, ground and surface water, humans and animals.

According to the obtained physicochemical results, the characteristics of treated water issued by sewage plants using natural membrane are acceptable according to national and international standards for the disposal of treated water into the environment, while the characteristics of this water were somewhat contrary to international and national standards for irrigation.

Keywords: wastewater–natural membrane–water treatment–palm fibre–physic-chemical analysis.

Sommaire

Ce travail vise à utiliser la membrane naturelle (fibres de palmier) dans le traitement de l'eau d'irrigation (réductrice de sodium et de calcium) issue du traitement des eaux usées, dont les concentrations élevées affectent les éléments environnementaux représentés dans le sol, les plantes, les eaux souterraines et de surface, les humains et les animaux.

D'après les résultats physico-chimiques obtenus, les caractéristiques des eaux traitées issues des stations d'épuration utilisant une membrane naturelle sont acceptables conformément aux normes nationales et internationales de rejet des

eaux traitées dans l'environnement, alors que les caractéristiques de ces eaux étaient quelque peu contraires aux normes internationales. et les normes nationales d'irrigation.

Mots clés : eaux usées - membrane naturelle - traitement des eaux - fibres de palmier - analyses physico-chimiques

قائمة المحتويات

الفهرس	الصفحة
الاهداء	I
الشكر	III
الملخص	IV
قائمة المحتويات	VI
قائمة الجداول	VII
قائمة الاشكال	VIII
قائمة الصور	VIII
قائمة المختصرات	IX
مقدمة عامة	أ _ ب
الفصل الأول : المفاهيم النظرية لمياه الصرف الصحي ومياه الري والأغشية	
تمهيد	2
المبحث الأول : المفاهيم النظرية لمياه الصرف الصحي	3
المطلب الأول: مفاهيم أساسية حول مياه الصرف الصحي	3
الفرع الأول: تعريف مياه الصرف الصحي وأنواعه	3
الفرع الثاني: تعريف معالجة مياه الصرف وأهدافه	4
الفرع الثالث: طرق معالجة مياه الصرف و العوامل المؤثرة في اختيار طريقة المعالجة	5
الفرع الرابع: إسترجاع وإعادة استخدام مياه الصرف	9
الفرع الخامس: مقاييس تصنيف الملوثات في المياه العادمة و انعكاسات تلوث المياه على البيئة	10
المبحث الثاني : المفاهيم النظرية مياه الري	15
المطلب الأول: مفاهيم أساسية حول مياه الري	17
الفرع الثاني: مصادر مياه الري	17
الفرع الثالث :جودة مياه الري	19
فرع الرابع :تصنيف مياه الري	20
المبحث الثالث: المفاهيم النظرية للأغشية	21
الفرع الأول تعريف الاغشية	22

فرع الثاني مكونات الاغشية وأشكالها	22
الفرع الثالث :طرق استخدام الاغشية لتحقيق الاستخدام للمياه المعالجة	22
فرع الرابع: عمليات الأغشية و تصنيفها	22
خلاصة الفصل	24
الفصل الثاني : الجزء التطبيقي والنتائج	
المبحث الأول: البروتكول التجريبي المستعمل والأدوات المستعملة	25
لخطوات التجريبية	25
المواد المستعملة:	26
الادوات والأجهزة المستعملة:	26
تحضير الغشاء (ليف النخيل)	26
عملية ترشيح الماء	27
المبحث الثاني: تحليل ومناقشة النتائج	29
نتائج التحاليل الروشاحة	29
النتيجة	31
نتائج التحاليل على المياه المستعملة المعالجة	31
قبل عميلة الترشيح	31
بعد عملية الترشيح	32
النتائج المحصلل عليها بالمجهر الاكتروني الماسح	33
خلاصة الفصل	37
الخاتمة	40
قائمة المراجع	42

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
01	الجدول (1): الملوثات الهامة الموجودة في المياه العادمة وصفاتها.	8
02	الجدول (2): القيم مسموح بها لطرح مياه الصرف في البيئة	12
03	الجدول (3): الاعدادات الفيزيائية – الكيميائية لمياه الري	17
04	الجدول (4): جدول كمية العينات المستخدمة	26
05	الجدول (5): اقطار القوالب	27
06	الجدول (6): جدول يبين نتائج جهاز قياس اللهب	28
07	الجدول (7): نتائج تركيز الكالسيوم	30
08	الجدول (8): نتائج تركيز الصوديوم	31
09	الجدول (9): نتائج التحاليل على المياه المستعملة المعالجة	31
10	الجدول (10): مخاطر SAR على مياه الري	31

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
01	الشكل (1): مراحل معالجة المياه العادمة.	5
02	الشكل (2): مخطط عملية نموذجية بالحمأة المنشطة	6
03	الشكل (3): معادلة SAR	20

قائمة الصور

الرقم	العنوان	الصفحة
01	الصورة (1): توضح المياه المستعملة	3
02	صورة (2): توضح أحواض التهوية	7
03	صورة (3): توضح الأقراص البيولوجية الدوارة	7
04	صورة (4):تمثل ليف النخيل	25

05	صورة (5): تمثل مسحوق ليف النخيل	25
06	صورة (6): جهاز مطحنة الكرة عالية الطاقة	27
07	صورة (7):قوالب اسطوانية	29
08	صورة (8):جهاز مقياس شعلة اللهب	29
09	صورة (9): جهاز الاشعة تحت الحمراء	33
10	صورة (10): صورة أخذت قبل الترشيح للغشاء المفعل بالهيدروكلوريك	33
11	صورة (11):): صورة أخذت بعد الترشيح للغشاء المفعل بالهيدروكلوريك	34
12	صورة (12): صورة أخذت قبل الترشيح للغشاء المفعل بالأمونيا	34
13	صورة (13): صورة أخذت بعد الترشيح للغشاء المفعل بالأمونيا	34
14	صورة (14): صورة أخذت قبل الترشيح للغشاء المفعل بالأمونيا	34
15	صورة (15): صورة أخذت بعد الترشيح للغشاء المفعل بالأمونيا	34
16	صورة (16): صورة أخذت قبل الترشيح للغشاء المفعل بالهيدروكلوريك	34
17	صورة (17): صورة أخذت بعد الترشيح للغشاء المفعل بالهيدروكلوريك	34

قائمة المختصرات

التسمية بالعربية	التسمية بالفرنسية	الرمز
المواد العالقة	Matiere en suspension	MES
الطلب البيولوجي للأوكسجين	Demande biologique en Oxygène	DBO5
وحدة قياس العكارة	Néphelometuque Turbidité Unite	NTU
الطلب الكيميائي للأوكسجين	Demande Chimique en Oxygène	DCO
الناقلية الكهربائية	Conductivité électrique	CE
المواد العضوية	Matiere Organic	MO
الدليل الهيدروجيني	Potentield'hydrogène	pH
النترات	Nitrates	NO_3^-
النتريت	Nitrite	NO_2^-
الحديد	fe	Fe
الزئبق	Mercure	Hg

Pb	Conduire	الرصاص
NT	Azote Totale	الازوت الكلي
C°	Degrée centigrade	وحدة درجة الحرارة
O2	Oxygènedissous	الاوكسجين المنحل
PO_4^-	phosphate	الفوسفات
Cr	Chrome	الكروم
Cd	Cadmium	الكادميوم
CN	L'escargot	السيانيد
Cu	Cuivre	النحاس
As	L'arsenic	الزرنيخ
ppm	Part s Million	جزء من المليون
Meq	Meli équivalent	ملي مكافئ
µS	micro-Siemens	ميكرو سيمانس
SAR	Taux d'adsorption de sodium	نسبة امتصاص الصوديوم
TDS	Solides totaux dissous	المواد الصلبة الذائبة الكلية
EC_W	conductivité électrique	الناقلية الكهربائية ds/m

مقدمة

مقدمة عامة :

تعد مياه الصرف الصحي أحد المصادر التي تلوث البيئة عموما والموارد المائية خصوصا، وذالك عندما تطرح بدون معالجة في الأنهار والبحيرات والشطوط او على سطح الأرض مباشرة، حيث لا يقتصر هذا النوع من التلوث على انتشار الأمراض والأوبئة فقط بل يتعدى ذالك الى الإضرار بالثروة الحيوانية والنباتية والمياه الجوفية وكذا بالسباحة، الامر الذي يعود سلبا على الدخل القومي واقتصاد البلد. [1]

يتبين أن إعادة استعمال مياه الصرف الصحي في الزراعة (الري) هو الاستعمال ذو الجدوى الاقتصادية، والاستعمال البيئي الجيد لمياه الصرف العادمة لغايات الري وتربية الأحياء المائية. إن إعادة الاستعمال سيؤدي بصورة عامة إلى :

- توفير مصادر إضافية للمياه، والمغذيات، ومواد عضوية لتحسين التربة .
- تحسين البيئة بواسطة منع أو تقليل التصريف إلى المياه السطحية .
- حفظ مصادر المياه العذبة .
- تحسين الكفاءة الاقتصادية للاستثمارات في مجال التخلص من مياه الفضلات والري،. [2]

عمليات الأغشية هي واحدة من أسرع المجالات التي حققت نموا رائعا في تكنولوجيا الفصل. على الرغم من أن عمليات الأغشية هي نوع جديد نسبيًا من تقنية الفصل يتم استخدامها لفصل الجسيمات التي تمتد لأربع مرات من حيث الحجم من الأيونات الذائبة إلى البكتيريا [3]

تحتوي مياه الصرف الصحي المعالجة على تراكيز مرتفعة (الكالسيوم البوتاسيوم الصوديوم الحديد نيكل المنغنيز زنك...)

هذا العمل هو عبارة عن استعمال غشاء طبيعي (ليف النخيل) لتصفية مياه المستعملة المعالجة لغرض الري (تقليص نسبة الصوديوم، الكالسيوم) حيث ان ارتفاعها في المياه يؤثر سلبا على صحة النبات والحيوان والإنسان ينقسم هذا العمل فصلين : الفصل الأول يخص الجزء النظري والفصل الثاني يخص الجزء العملي كما يلي:

❖ **الفصل الأول: يحتوي على ما يلي:**

✓ **الجزء النظري:** وتم تقسيمه إلى ثلاث مباحث:

➢ **المبحث الأول** : نتطرق لأهم طرق معالجة مياه الصرف المبتكرة وأكثر استعمالا ونجاعة.

➢ **المبحث الثاني:** نتطرق فيه الى مفهوم الري وخصائص والإعدادات لإستعمال مياه الري.

➢ **المبحث الثالث:** نتطرق فيه عن الحديث عن الأغشية وانواعها وخصائصها.

❖ **الفصل الثاني: يحتوي على ما يلي:**

- **الجزء العملي: ويحتوي على مبحثين كما يلي:**
- **المبحث الأول:** قمنا بالحديث عن البروتكول التجريبي المستعمل والأدوات المستعملة.
- **المبحث الثاني:** تم فيه تحليل ومناقشة النتائج المتحصل عليها.

الفصل الأول: المفاهيم النظرية لمياه الصرف الصحي ومياه الري والأغشية

تمهيد:

تعد المياه عصب الحياة و أساسها، قوله تعالى " وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون "(الأنبياء 30) . يتميز بعديد الصفات الفيزيائية والكيميائية والحيوية، التي جعلته سائل الحياة ولهذا تعد المياه أهم المصادر الطبيعية للكرة الأرضية وباستعمالها يمكن أن تتحول إلى مصدر من مصادر التلوث البيئي، ولذا يجب التحكم في جودة المياه لمنع ذلك. ومياه الصرف الصحي مرتبطة بتلوث المياه والتربة، ولهذا فإنه من الضروري والحتمي معالجة مخلفات مياه الصرف الصحي والمخلفات السائلة عموما معالجة متكاملة، حتى لا تصل تلك المخلفات إلى مصادر المياه سواء استخدمت في الأغراض الزراعية أو المنزلية ...).

❖ المبحث الأول : الأدبيات النظرية لمياه الصرف الصحي :

❖ المطلب الأول: مفاهيم أساسية حول مياه الصرف الصحي:

سنحاول من خلال هدا المبحث تحديد المفاهيم الأساسية التي تخص مياه الصرف الصحي:

❖ الفرع الأول: تعريف مياه الصرف الصحي وأنواعه:

- **أولا : تعريف مياه الصرف الصحي**

يرى أغا [4]، أن مياه الصرف هي عبارة عن المياه المستعملة من قبل المستهلكين أو المياه التي تطرح من الصناعات، حيث أن المياه تصبح قذرة وملوثة ويجب التخلص منها لما تحمله من فضلات قذرة ومواد سامة وبعض الجراثيم والطفيليات الخطرة.

كما عرف [5]مياه الصرف بأنها ذلك الماء الملوث الذي يتركب من المواد الغريبة التي تفسد خواصه الكيميائية أو تغير من طبيعته، مما يجعله غير صالح للإنسان والحيوان والنبات.

الصورة (1): توضح المياه المستعملة

تشكل مياه الصرف من حوالي 80%من المياه العذبة المستهلكة في المدن، وتتألف من الماء بنسبة 99% والشوائب والملوثات الضارة بنسبة حوالي 1%.

تتغير كمية المياه العادمة المطروحة في شبكة المجاري بتغير معدل الاستهلاك المائي وبالتالي تختلف كمياتها باختلاف ساعات اليوم وأيام الأسبوع وأشهر وفصول السنة. [5]

- **ثانيا: أنواع مياه الصرف الصحي:**

هناك عدة تصنيفات لمياه الصرف ومن أهمها ما يلي:

➢ **مياه الصرف المنزلي:**

تأتي من مختلف الاستعمالات المنزلية للماء وتحمل خاصية التلوث العضوي وتنقسم الى 03 قسمات:

✓ **مياه المطبخ:** تحتوي على بقايا من مواد عالقة معدنية صادرة عن عملية غسل الخضار وبالأخص احتواء هذه المياه على المواد الدهنية والشحمية، إذ توجد صعوبة في عملية معالجة هذه المياه ويتم فصلها في أحواض الترسيب الأولية[6]

- ✓ **مياه الحمام**: غنية بالمنظفات ومساحيق الغسيل
- ✓ **مياه المرحاض**: غنية بالنيتروجين والجراثيم البرازية.
- ➢ **مياه الصرف الصناعي**: تأتي من مختلف الأنشطة الصناعية، تختلف خصائصها من صناعة إلى أخرى فنجد النيتروجين أو الفوسفور الدهون الهيدروكربونات المعادن الأحماض والقواعد والمنتجات الكيماوية المختلفة [7]
- ➢ **المياه العادمة الزراعية**: الزراعة هي مصدر لتلوث المياه لأنها توفر الأسمدة والمبيدات. هذا هو السبب الرئيسي لانتشار التلوث. يتم شحن المياه الزراعية من الأراضي المزروعة أساسا الأسمدة النترات والفوسفات ومنتجات الصحة النباتية.[8]
- ➢ **مياه الأمطار**: تتجمع مياه الأمطار المتساقطة على المناطق السكنية في المجاري العامة حاملة معها الاوساخ الموجودة في الجو وعلى السطوح المتساقطة عليها، ولذلك فهناك اختلاف كبير في كمية تلك المياه ودرجة تلوثها من منطقة الى أخرى [9] تكون مياه الأمطار غنية بالأكسجين وفقيرة من عاز الكربون ويمكن أن تحتوي على أثار النتريت والأمونياك، خاصة بالقرب من التجمعات السكانية وتكون أيضا محملة بملوثات حيوية تتساقط هذه الأمطار على الأرض وتتجمع على شكل مياه سطحية وباطنية وأهم هذه الملوثات $NO3^-$ ، SO^- [8]

❖ الفرع الثاني: تعريف معالجة مياه الصرف وأهدافه:

▪ أولا: تعريف معالجة مياه الصرف:

يقصد بمعالجة مياه الصرف إزالة المواد المعدنية والعضوية العالقة والمنحلة في الماء، بالإضافة إلى مختلف النفايات. [10]

▪ ثانيا: أهداف معالجة مياه الصرف:

تتم معالجة مياه الصرف من أجل:

- القضاء على الكائنات الدقيقة التي تسبب الأمراض المتنقلة عبر المياه
- إزالة المواد العالقة.

وكنتيجة لذلك نتحصل على نقص في تركيز (50% مواد عالقة.MES 30% DCOالطلب الكيميائي للأوكسجين. 10% من الأزوت والفسفور) [11]

- التقليل من مقدار المادة العضوية.
- التخفيض من كمية النتريت وتحويله إلى نترات.
- تقليل كمية الأزوت بتحويله إلى أزوت جزيئي.

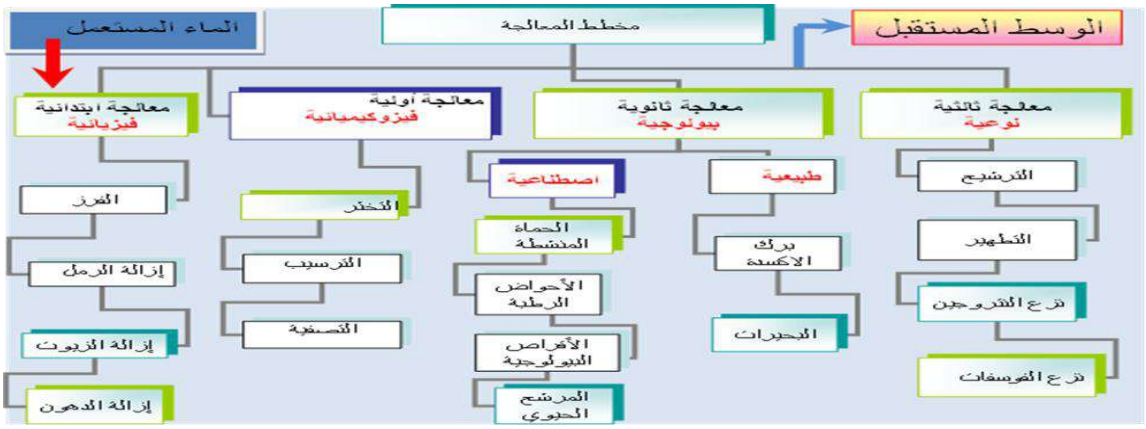
- التقليل من الفسفور.
- الحفاظ على الصحة العمومية والبيئة.
- استرجاع مياه الصرف من أجل إعادة استعمالها في عدة أغراض مختلفة.
- استعمال الحمأة في عدة أغراض كالفلاحة. [12] [5]

❖ الفرع الثالث: العوامل المؤثرة في اختبار طريقة المعالجة و طرق معالجة مياه الصرف:

▪ أولا: طرق معالجة مياه الصرف:

تتنوع عمليات معالجة المياه العادمة بين فيزيائية وكيميائية وبيولوجية، ويبين الشكل التالي العمليات التي تندرج في كل فئة.

المصدر: [13] **الشكل (1):** مراحل معالجة المياه العادمة



العمليات الفيزيائية

1) **عملية الغربلة (Le Dégrillage)**:تم فيها نزع وغربلة الشوائب التي تأتي من شبكات الضخ الى المحطة وذلك لحماية الهياكل المصب ضد الوصول الأشياء الكبيرة(الزجاجات البلاستيكية، أغصان الأشجار). [14]
2) **عملية نزع الأتربة (Le dessablage)**: والغرض منه هو استخراج الحصى والرمل وأكثر أو أقل من الجزيئات المعدنية الدقيقة. [15]
3) **عملية نزع الزيوت (Le déshuilage)**: يتم استخدام إزالة الزيوت / إزالة الشحوم لإزالة الزيوت والشحوم من مياه الصرف الصحي. الدهون لتجنب وجودها في خزان المعالجة البيولوجية؛ تعمل الزيوت والدهون كطبقة عازلة بين الماء والهواء والتي يمنع تبادل الهواء / الماء (سوء الاكسدة البيئة المائية). تتم إزالة الزيت عن طريق كاشطات متحركة على سطح الماء. [15]
4) **المصب الثانوي (décanteur secondaire)**: وهي تقنية مصممة لفصل المواد الصلبة عن السوائل، وهضم الحمأة المترسبة ويتكون المصب الثانوي من جزء ترسيب حرف V، حيث يعتبر هذا المصب قوي وفعال حيث يخفض

العوالق بنسبة ما بين 50 الى 70% ويخفض الاحتياج الكيميائي للأكسجين (DCO) ما بين 25 الى 50%، ويؤدي الى تثبيت الحمأة بشكل جيد.

5) **المعالجة البيولوجية:** تعتبر المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي من أهم مراحل المعالجة التي يجب تطبيقها على المياه في المحطة، وتهدف هذه المعالجة الى أكسدة المواد العضوية المختلفة الموجودة في مياه الصرف الصحي وتحويلها الى كتلة حيوية، ويتم ذلك بواسطة الكائنات الحية الدقيقة المحللة. [16]

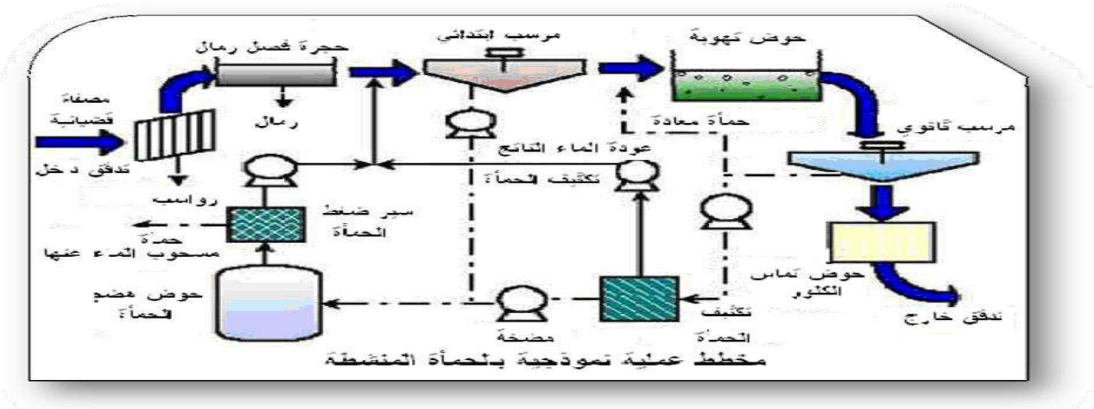
6) تكون المعادلة الإجمالية من أجل تفكيك وتحلل المادة العضوية كالتالي:

ماء+ ملوثات عضوية + كائنات حية دقيقة (بكتريا) +أوكسجين ⟵ زيادة عدد الكائنات الحية (البكتريا الهوائية) +CO2 + ماء

في المرحلة الثانية يمكن معالجة المياه العادمة بعدة طرق من أهمها:

7) **عملية الحمأة المنشطة:** تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق شيوعاً في الوقت الحاضر بسبب فاعليتها العالية في المعالجة، وسميت بهذا الاسم لأنه يتم إعادة جزء من الحمأة المترسبة في أحواض الترسيب الثانوية إلى حوض التهوية وذلك بشكل مستمر، وهذا يساعد في تسريع العملية البيولوجية وزيادة كفاءتها بسبب زيادة كثافة الكتلة الحيوية في حوض التهوية، وبالتالي زيادة معدل [17].بعد مرور مياه الصرف بالمرحلة الأولية الفيزيوكميائية، تخضع هذه المياه للمعالجة البيولوجية وهي تمثل المرحلة الفعالة في عملية المعالجة [18]

الشكل (2): مخطط عملية نموذجية بالحمأة المنشطة



أحواض التهوية (Le bassin d'aération):

صورة (3): توضح الأقراص البيولوجية

بدأ الاهتمام بمعالجة المخلفات السائلة بهذه الطريقة من أجل المناطق الصحراوية الجافة والحارة خصوصا وذلك لتوفر مساحات شاسعة من الأراضي، وتعطي هذه الطريقة درجة عالية من الكفاءة وتشجع على إعادة استعمال المياه المعالجة والأهم من ذلك تجعل التخلص من الحمأة أمرا بسيطا وسهلا لا يمكن مقارنته بطرق المعالجة الأخرى والتي تمثل الحمأة فيها مشكلة رئيسية [12]

إن استخدام التهوية في البحيرات يتميز عن برك الاكسدة الطبيعية بصغر مساحات الأرض التي تحتاجها والتخلص من مشاكل الحشرات الضارة والرائحة. ومن المميزات التي تجعل لهذه الطريقة أهمية خاصة في الدول النامية:

- ✓ ملائمة هذه الطريقة لجميع مجالات إعادة استعمال المياه .
- ✓ سهولة التشغيل وقلة التكلفة [17]

8) **الأقراص البيولوجية الدوارة:** تتألف الاقراص البيولوجية الدوارة من حوض أو أكثر تدور فيه ببطء أقراص دائرية متقاربة ومركبة على أعمدة أفقية. وتغمرا لأقراص جزئيا في المياه العادمة بحيث تتشكل طبقة من الوحل البكتيري على سطحها الرطب، ويبلغ معدل التنقية 85%. [16]

من اهم مزايا الاقراص الدوارة الحيوية التالي:

- ✓ استغلالها مساحة صغيرة
- ✓ استهلاك اقل طاقة من ذلك المستغلة في النظم المستخدمة للحماة النشطة [13]

10)العمليات الكيميائية: تعمل الوسائل الكيميائية المستخدمة لمعالجة مياه الملوثة عن طريق التفاعلات الكيميائية، وتدمج عادة مع العمليات الفيزيائية والبيولوجية. ومن أهم أضرار هذه العمليات أنها تراكمية تساهم في زيادة المواد الذائبة في المياه الملوثة، وهذا قد يشكل عاملا هاما لدى إعادة استخدام المياه الملوثة. وتتضمن الفقرات التالية عرضا لأهم العمليات المستخدمة.

11)الترسيب الكيميائي: يساعد التخثير الكيميائي للمياه الملوثة الخام قبل الترسيب في تلبيد الأجسام الصلبة المجزأة لتشكل كتلا سهلة الترسيب. [19]

12) الامتزاز بالكربون النشط : الامتزاز هو عملية تجميع المواد الذائبة في محلول على سطح مناسب. وتعالج المياه الملوثة عادة بالكربون المنشط بعد المعالجة البيولوجية بهدف إزالة قسم المواد العضوية الذائبة المتبقية او الجسيمات، [20]

لمعالجة المياه العادمة باستخدام مسحوق الكربون المنشط، يضاف المسحوق مباشرة الى المياه في خزانات تلامس لبعض الوقت، حيث يترسب المسحوق في القاع و يزال. ويمكن إزالة مسحوق الكربون بسهولة أكبر بالترشيح عبر وسائط حبيبية [16]

13) التطهير : تطهير المياه هي عملية القضاء على الأحياء الدقيقة التي يمكن أن تجعل المياه غير صالحة للاستخدامات المخصصة لها وذالك بالترشيح المجهري او استخدام الأشعة فوق البنفسجية .U.V ،الكلورة ،استخدام الأوزون [9]

الجدول (1): الملوثات الهامة الموجودة في المياه العادمة وصفاتها.

الملوثات	سبب الأهمية
المواد العالقة	قد تؤدي الى ترسب الحماة وتوليد ظروف لا هوائية إذا صرفت المياه غير المعالجة في البيئة المائية.
المواد العضوية غير القابلة لتحلل الحيوي	تتكون أساسا من البروتينات والكربوهيدرات والدهون وتقاس عادة باستخدام الطلب البيولوجي الكيميائي على الاكسجين (DBO)والطلب الكيميائي على الاكسجين (DCO). وبسبب ثباتها البيولوجي، وتؤدي هذه المواد إذا ألقيت في المياه الداخلية، الى استنفاذ موارد الاكسجين الطبيعية ونشوء ظروف ضارة بالأنواع المائية.
الكائنات الممرضة	قد تسبب امراضا معوية.
الملوثات ذات الأولوية	تضم مركبات عضوية وغير عضوية، وقد تكون سمية وسرطانية ومولدة لتغيرات الوراثية او التشوهات الخلقية
المواد العضوية الشديدة المقاومة	تقاوم طرائق المعالجة التقليدية للمياه الملوثة، وتضم العوامل ذات الفعالية السطحية والفينولات والمبيدات الزراعية.
المعادن الثقيلة	تنتج من الأنشطة التجارية والصناعية. ويجب ازالتها من المياه العادمة قبل إعادة استخدامها.
المكونات المذابة غير العضوية	تضم الكالسيوم والصوديوم والكبريتات، وتضاف غالبا الى المياه المعدة للاستخدام المنزلي ويجب ازالتها لإعادة استخدام المياه العادمة.

[19]

- **ثانيا : العوامل المؤثرة في اختبار طريقة المعالجة:**

1. **اشعة الشمس:** تمتلك الشمس اشعة فوق البنفسجية وهي مهمة جدا تتمثل في كونها مبيد للجراثيم مما جعلها احدى العوامل الجيدة للتعقيم الطبيعي على مستوى احواض المعالجة. [21]
2. **درجة الحرارة:** دراجة الحرارة المؤثر الاساسي على سرعة التفاعلات البيولوجية. [22]
3. **الرياح:** تسبب الرياح اضطرابات على مستوى الاحواض مما يسمح بخلط المياه وبالتالي ضمان تزويدها بالأكسجين.[23]
4. **التبخر:** من شانه رفع تركيز الحمولة العضوية في السطح بالإضافة الى خفض جودة مياه الصرف المراد معالجتها. [24]

- **العوامل الفيزيائية :**

5. **شكل، وعمق وحجم الاحواض:** يجب ان يكون شكل الحوض بسيط، وذالك لضمان سهولة تنقل مياه الصرف واختراق الضوء [25]
6. **زمن المكوث في الاحواض:** هو زمن اللازم الذي تبقى فيه مياه الصرف داخل الاحواض من اجل معالجتها، يتغير هذا الزمن بتغير الظروف المناخية مما يؤثر بشكل غير مباشر على مردود المعالجة.

يمكن لعملية التبخر العالية المسجلة خلال الفصول الحارة ان ترفع زمن المكوث بشكل واضح مما يؤثر على المردود وعلى العكس فإن الطبقة اللزجة المتكونة على سطح المياه حلال فصل الشتاء تقلل من زمن المكوث داخل الاحواض. [23]

- **العوامل الكيميائية:**

7. **الأس الهيدروجينيPH** :يعد الأس الهيدروجيني عامل مهم لتحديد نجاعة المعالجة. ان الوسط شديد القاعدية او الحمضية لا يتم تحمله ثم ان هناك حد لتحمل مفروض من قبل الكائنات [26]
8. **الحمولة العضوية:** لكمية الحمولة العضوية تأثير على فعالية المعالجة. اذ يجب اختيارها وفقا لمتطلبات الكائنات الحية الدقيقة دون تسجيل أي زيادة او نقصان عن الحد المطلوب. [23]
9. **تركيبة الاملاح المعدنية:** يجب ان تكون هذه التركيبة كافية لضمان النمو الطبيعي للنباتات ويمكن لأي فائض أن يخل بهذا النمو الطبيعي. [27]

❖ **الفرع الرابع: إسترجاع وإعادة استخدام مياه الصرف:**

إذا تزايد الطلب على المياه، والاستهلاك غير المستدام لموارد المياه الطبيعية يلقى موضوع استرجاع وإعادة استخدام مياه الصرف اهتمام متزايدا في الأونة الأخيرة. وتعتبر نوعية المياه المسترجعة شانا أساسيا في تطبيقات إعادة الاستخدام. [15]

1. **في مجال الري:** يمكن اعادة استخدام المياه الملوثة المعالجة لري المحاصيل والمناظر الطبيعية ويختلف حسب الاستخدام في الري ودرجة التلامس البشري [28]
2. **الاستخدام الصناعي:** المياه المعالجة هي مصدر مثالي للاستخدامات الصناعية، لأن العمليات الصناعية، ومنها التبريد التبخيري لا تتطلب مياه فائقة الجودة، ولكن استخدام قيود تحد من قابلية تطبيقه، فاستخدام المياه المسترجعة في أبراج التبريد، مثلا يسبب مشاكل عدة منها التقشر والتآكل والنمو البيولوجي، [29]
3. **إعادة الاستخدام كمياه الشرب:** يثير استخدام المياه المسترجعة للشرب حذرا شديدا، بسبب رفض العامة وادارة مخاطر الصحة والسلامة ومع الأبحاث الشاملة التي أجريت في هذا المجال يواجه هذا الاستخدام عدة قيود ولاسيما في وضع معيار مناسب لنوعية المياه، ولذالك يقتصر استخدام المياه الملوثة العادمة المسترجعة للشرب على الحالات القصوى.[15]

4. **الاستخدامات الترفيهية**: تستخدم المياه المسترجعة لأغراض ترفيهية تشمل صيانة المناظر الطبيعية والخزانات الجمالية وصناعة الثلج وتغذية البحيرات المخصصة للسباحة والصيد [28]

ويحدد المستوى المطلوب لمعالجة المياه المسترجعة حسب الاستخدام المقصود، ودرجة التلامس البشري فالاستخدام الترفيهي.[29]

❖ الفرع الخامس: مقاييس تصنيف الملوثات في المياه العادمة و انعكاسات تلوث المياه على البيئة

▪ أولا: مقاييس تصنيف الملوثات في المياه العادمة:

➢ االمقاييس الفيزيائية

من اهم الخصائص الفيزيائية لمياه الصرف هو اللون والرائحة والحرارة والعكارة، والمواد غير المذابة، ومنها الاجسام الصلبة والشحم ،والاجسام الصلبة تصنف الى اجسام عالقة واجسام منحلة واجزاء عضوية متطايرة وغير عضوية ثابتة وهي كالاتي :

1) **المواد العالقة MES**: تمثل المواد الغير ذائبة، نتحصل عليها بواسطة الترشيح وهي تمثل معيار مهم في تعين درجة تلوث المياه الحضرية والصناعية. [30]
2) **الروائح**: تنبعث الروائح عادة من الغازات المتولدة من تحلل المواد العضوية او من المواد المضافة الى مياه الصرف.[15]
3) **درجة الحرارة**: تعتبر درجة الحرارة من اهم المؤشرات في عملية المعالجة وذلك لتأثيرها على التفاعلات الكيمائية وسرعتها، وكذلك تؤثر على الاحياء المائية فمثلا ارتفاع درجة الحرارة قد يؤدي الى اختلاف في فصائل الأسماك المتواجدة في البيئة المائية. وكذا العديد من المنشأة الصناعية تولى اهتماما بالغا بدرجة حرارة المياه السطحية التي يتم استخدامها في عمليات التبريد، ولذلك فانه عند ارتفاع درجة حرارة المياه في اشهر الصيف يزداد معدل التفاعلات البيوكيميائية مصاحبا لانخفاض في كمية الاكسجين المتواجدة في المياه السطحية، مما قد يؤدي الى النفاذ الحاد لتركيز الاكسجين الذائب في المياه [15] [31]
4) **اللون**: يختلف لون مياه الصرف الصناعي طبقا لنوع الصناعة ولذلك فانه من المهم معرفة خواص وطرق قياس اللون. ولا يمكن لطرق المعالجة التقليدية إزالة اللون الا بالحماة النشطة والمرشحات او عمليات الاكسدة الكيميائية [15]
5) **العكارة: هي** مقياس لمرور الضوء خلال الماء ويستخدم كاختيار لقياس مدى جودة المياه المنصرفة بالنسبة للمواد الرغوية العالقة **Degrement,1989** [32]

➢ المقاييس الكيميائية:

الخصائص الكيميائية المرتبطة بالمحتويات العضوية للمياه الملوثة تشمل:

1. **الطلب البيوكيميائية للأكسجين خلال 5 أيام (DBO5)**: يلزم توفير الاكسجين اللازم لنمو البكتريا لتقوم بأكسدة المواد العضوية. ويحتاج الحمل الزائد للأكسجين الحيوي الممتص الناتج من الزيادة في المخلفات العضوية الى زيادة النشاط البكتيري والأكسجيني بالإضافة الى زيادة في قدرة وحدة المعالجة البيولوجية. يتم تحديد الاكسجين الحيوي الممتص لقياس الاكسجين الذائب المستهلك بواسطة الكائنات الدقيقة في عملية الاكسدة البيوكيميائية للمواد العضوية. ولقياس الاكسجين الحيوي الممتص يتم عمل تخفيفات لمياه الصرف بماء مشبع بالأكسجين في زجاجات خاصة يضاف اليها البكتيريا. تحضر أيضا زجاجة تحكم معبئة بماء وبكتيريا فقط.

يتم وضع الزجاجات في حضانة لمدة خمسة أيام على درجة 20°م، وبذلك تسمى العملية باختبارات الخمسة أيام للأكسجين الحيوي الممتص (DBO5) ويستخدم الفرق بين تركيز الاكسجين في زجاجة التحكم والاكسجين المتبقي في الزجاجات الأخرى بعد خمسة أيام في حساب الاكسجين الحيوي الممتص مقدرا ب ملغ/لتر، وتستخدم نتائج الاكسجين الحيوي الممتص (DBO5) فالاتي:

- ✓ تحديد كمية الاكسجين 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 [33]

2. **الطلب الكيميائي للأكسجين(DCO)** : يستخدم اختبار الاكسجين الكيميائي المستهلك لقياس المواد العضوية في مياه الصرف التي تحتوي على مركبات سامة للحياة البيولوجية، ويتم بأكسدة المركبات المختزلة في مياه الصرف من خلال تفاعل مع خليط من حمض الكبريتيك والكروميك في درجة حرارة عالية. وهناك اختبار اخر ل(DCO)تستخدم فيه البرمنغنات كعامل مؤكسد، ولكن هذا الاختبار يعطى نتائج ذات قيم منخفضة وليست لها علاقة مباشرة بالاختبار المعياري للأكسجين الكيميائي المستهلك.

وبشكل عام فان قيمة الاكسجين الكيميائي المستهلك لمياه الصرف اعلى من قيمة الاكسجين الحيوي الممتص [34]

3. **الاس الهيدروجيني (pH)**: ان تركيز الايون الهيدروجيني يعتبر أحد المؤشرات الهامة لمياه الصرف. ويعتبر مدى التركيز المناسب لتواجد معظم الحياة البيولوجية صغيرا جدا وحرجا. ان مياه الصرف ذات الاس الهيدروجيني الخارج عن المدى من الصعب معالجتها بالطريقة البيولوجية، وبالتالي إذا لم يتم ضبط (pH)قبل الصرف فإنه سيؤثر عكسيا على(pH)في المياه الطبيعية [35]
4. **الناقلية الكهربائية** الناقلية الكهربائية تعرف على إنها الناقلية المحصورة بين قطبين مكونين من صفحتين مساحة كل منها 1الى 2 سم .تحتوي المياه الطبيعية على تراكيز خفيفة من الاملاح المعدنية المتشردة ومنه تشارك معا بالناقلية الكهربائية وتنتج الناقلية العالية لارتفاع نسبة الملوحة بفعل الملوثات المعدنية [30]

5. **الأزوت (N)**: نظرا لأهمية الأزوت كحجر أساس في سلسلة البروتين، فإن بيانات الازوت تستخدم لتقييم قابلية مياه الصرف للمعالجة البيولوجية. إن عدم وجود الأزوت بشكل كاف يجعل من إضافته ضرورة لجعل مياه الصرف قابلة للمعالجة. [36]
6. **الفسفور (P)**: يعتبر الفسفور ضروري لنمو الطحالب وغيره من الكائنات البيولوجية ويكون الفسفور العضوي أحد أهم المكونات لمياه الصرف الصناعي والحمأة [34]

- **المقاييس البيولوجية:**

تضم بكتيريا الكوليفروم البرازية والعوامل الممرضة والفيروسات تتغير مكونات المياه الملوثة ومستويات التركيز مع الوقت وحسب الظروف المحلية .وبعض الصناعات ينتج عنها نوع معين من البكتيريا الممرضة مثل المجازر الآلية والبعض الآخر ينتج عنه طفيليات وفطريات مثل مصانع النشا والخميرة .وتحدد الاختبارات البيولوجية على مياه الصرف وجود البكتيريا الممرضة من عدمه بواسطة اختبار نوع معين من الكائنات المؤشرة .وتمثل المعلومات البيولوجية حاجة ملحة لتقييم نوع المعالجة لمياه الصرف قبل التخلص منها الى البيئة [37]

الجدول (2): القيم مسموح بها لطرح مياه الصرف في البيئة

المعايير	الحد المسموح به	الوحدة
الحرارة (TC^0)	30	C°
الاس الهيدروجيني (pH)	8.5-6.5	-
المواد العالقة (MES)	35	ملغ/ل
الطلب البيولوجي للأكسجين(DBO_5)	35	ملغ/ل
الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO)	120	ملغ/ل
الازوت الكلي (Nt)	30	ملغ/ل
الفوسفات الكلي (Pt)	10	ملغ/ل

الامونيوم (NH^+_4)	3	ملغ/ل
السيانيد (Cn)	0.1	ملغ/ل
الكادميوم (Cd)	0.2	ملغ/ل
الزئبق (Hg)	0.01	ملغ/ل
المغنيزيوم (Mg)	0.1	ملغ/ل
النيكل الكلي	0.5	ملغ/ل
الرصاص الكلي (Pb)	0.5	ملغ/ل
النحاس (Cu)	0.3	ملغ/ل
الزنك (Zn)	3	ملغ/ل
الزيوت والشحوم	20	ملغ/ل
الحديد (Fe)	03	ملغ/ل
الهيدروكربون	20	ملغ/ل
الفينول	15	ملغ/ل
الفلور (F)	0.3	ملغ/ل
المركبات العضوية المكلورة	0.5	ملغ/ل
الكلور النشط	1.0	ملغ/ل
الكروم (Cr)	0.5	ملغ/ل

(الجريدة الرسمية، 2006)

▪ ثانيا: انعكاسات تلوث المياه على البيئة:

تؤثر مياه الصرف على عناصر البيئة المتمثلة في التربة، النبتات، المياه الجوفية والسطحية، الإنسان والحيوان:

▪ انعكاساتها على التربة:

- تكوين قشرة من الرواسب على السطح، مما يصعب عملية المبادلات الغازية ونمو النباتات.
- الحماة غير المعالجة تعمل على التقليل من حجم مسامات التربة [38]

▪ انعكاساتها على النباتات:

- زيادة في تركيز المواد الغذائية في الأنسجة مما يؤدي إلى تسمم النباتات.
- زيادة ملوحة التربة.
- تقسم النباتات إلى حساسة وشبه مقاومة ومقاومة [12]

▪ انعكاساتها على المياه (الجوفية والسطحية):

تقوم مياه الصرف بتلويث المياه الجوفية وذلك بزيادة نسبة المواد الكيميائية فيها، فتؤثر على التربة بزيادة ملوحتها من خلال السقي أو عن طريق الخاصية الشعرية، وذلك بسبب قرب سطح التربة من المياه الجوفية في بعض المناطق، ومنه تؤثر كذلك على النبات والحيوان والإنسان [12]وتؤثر أيضا على المياه السطحية (البحار والمحيطات) عندما تلقى فيها، فتؤدي إلى تسمم الكائنات الحية بداخلها، وقد تموت أو تزيد من تكاثر نوع على حساب الأخر، ومنه تؤدي إلى الإخلال بالنظام البيئي.

▪ انعكاساتها على الإنسان:

تتسبب مياه الصرف في أمراض متعددة للإنسان، وذلك من خلال أكل ثمار النباتات المقاومة أو شبه المقومة للتلوث، والتي تخزن النسب العالية من المواد الكيميائية في ثمارها، أو شربه للمياه الملوثة ومن هذه الأمراض:

- التيفويد بكتيريا (السالمونيلا).
- الكوليرا بكتيريا (Vibrion Cholera).
- الإسهال العصوي والتسمم البوتيلي بكتيريا (Clostridium).
- التهاب الكبد الحاد والمزمن تسببه الفيروسات.
- الإسكارس مرض طفيلي (ديدان الإسكارس).
- اضطرابات كلوية (التسمم الزئبق).
- الإصابة بالأمراض الجلدية (التسمم بالزرنيخ) ؛ [31]

❖ المبحث الثاني : الأدبيات النظرية مياه الري :

مقدمة

تعتبر الزراعة إلى حد بعيد أكثر ميدان في استعمال المياه على المستوى العالمي. ري الاراضي الزراعية تمثل70 % من المياه المستخدمة في جميع أنحاء العالم. يمثل الرّي في العد يد من البلدان النامية إلى حد 95 % من كل استعمالات المياه ويلعب دورا رئيسيا في إنتاج الغذاء والأمن الغذائي.

يتبين أن إعادة استعمال مياه الصرف الصحي في الزراعة هو الاستعمال ذو الجدوى الاقتصادية، والاستعمال البيئي الجيد لمياه البلديات العادمة لغايات الري وتربية الأحياء المائية. إن إعادة الاستعمال سيؤدي بصورة عامة إلى:

- توفير مصادر إضافية للمياه، والمغذيات، ومواد عضوية لتحسين التربة.
- تحسين البيئة بواسطة منع أو تقليل التصريف إلى المياه السطحية.
- حفظ مصادر المياه العذبة.
- تحسين الكفاءة الاقتصادية للاستثمارات في مجال التخلص من مياه الفضلات والري، وبصورة رئيسة بالقرب من المدن والبلدات حيث توجد أنظمة الصرف الصحي.

إن مياه الصرف الصحي لاُ تُستعمل كمورد في كثير من الأحيان، ولا ينظر إليها بعين الاعتبار لخمسة أسباب رئيسية هي: نقص المعلومات المتوفرة عن منافعها والخوف من المخاطر المحتملة على الصحة والافتقار إلى طريقة لتحليل اقتصاديات مشاريع إعادة الاستعمال بشكل شامل، والممارسات السلبية حول إعادة استعمال مياه الفضلات في المناطق بدون تخطيط أو بوضع خطط تصميمية ضعيفة.

لمحة تاريخية:

إنَّ استعمال الفضلات البشرية في الزراعة، من الممارسات المعروفة منذ آلاف السنين، حيث استخدم في العصور القديمة السماد البشري (غائط وبول الإنسان) لتسميد الحقول في الصين، ودول آسيوية أخرى، ومازالت هذه الممارسة مستمرة حتى يومنا هذا.

وقد اسُتُخدِمت مزارع المجاري (Sewage farms) لمعالجة مياه الصرف الصحي، وإنتاج المحاصيل الزراعية في ألمانيا، وذلك في مطلع القرن السادس عشر، وفي إنجلترا خلال القرن السابع عشر، وفي النصف الثاني من القرن التاسع عشر. ومع الازدياد السريع في انتشار أنظمة الصرف الصحي، أصبحت مزارع المجاري طريقة متعارف عليها لمعالجة مياه الفضلات والتخلص منها في أوروبا وأمريكا الشمالية واستراليا. ورغم توقف أغلب هذه المواقع عن العمل فإنها ما زالت تعمل وحتى يومنا هذا وبانتظام في مدينة مكسيكيو وملبورن. وقد بقيت مزارع المجاري مشهورة حتى بداية القرن العشرين ثم بدأت المدن تحتاج إلى المزيد من الأراضي لغايات التوسع. وقد أدى هذا التعدي على الأراضي إلى هجر مزارع المجاري، ولكنها تقلصت بسبب سوء بنائها وتشغيلها،

والمعرفة المحدودة عن تأثيراتها الصحية. وانسجامًا مع ذلك، ونظرًا لتحديث الطرق الزراعية، وازدياد استعمال الأسمدة الكيماوية، وازدياد التقبل لاستخدام طرق معالجة مياه الصرف الصحي (الميكانيكية والبيولوجية)، وتضاؤل الاهتمام في الاستصلاح واستعادة المغذيات، فقد شهدت أعوام الخمسينات تجديد الاهتمام بالري باستعمال مياه الفضلات، ويعزى ذلك لأسباب منها التمدن السريع وزيادة تلوث المياه السطحية بسبب تصريف مياه الصرف الصحي إلى المجاري المائية وندرة المياه العذبة المتوفرة لغايات الري، وخصوصًا في المدن الواقعة في المناطق الجافة، واستقبال المياه لأجل معالجة تدفق مياه المجاري. ونتيجة لهذه الأسباب، والتفهم الأثر للمخاطر الصحية، فقد تزايد الاهتمام باستصلاح مياه الفضلات، وبشكل مبدئي من تدفق محطات معالجة مياه الفضلات.

الري في الجزائر:

الجزائر لديها 17 مستجمعات المياه. موارد المياه تأتي من المياه السطحية والمياه الجوفية المتجددة وغير المتجددة. لاحظ أن هذه الموارد متغيرة للغاية، خاصة تلك التي تأتي من المياه الجوفية التي تعتمد على المخاطر المناخ [39]. بشكل عام، المساحة المروية حاليًا هي من420.000 هكتار منها 100.000 هكتار في المناطق الصحراوية وهذا على مساحة زراعية تبلغ مساحتها 8،666،715 هكتارًا، أي ما يقرب من 5٪ من المساحة الزراعية المفيدة [40]تنقسم مساحة 320.000 هكتار المروية في شمال البلاد (أي 4.6٪ من مساحة UAA) إلى مجموعتان متمايزتان بوضوح حسب كل من حجم المرافق والوضع من الإدارة ، وهي:

المناطق المروية الكبيرة (GPI) التابعة للدولة التي يديرها المكتب الوطني الري والصرف. يتم ري هذه المحيطات من السدود في معظمها والآبار في شمال البلاد وفي الجنوب، ري المحيطات يتم توفيرها من الآبار العميقة في خزانات المياه الجوفية الكبيرة في ألبان. هم إجمالي المساحة المجهزة الحالية حوالي 200000 هكتار. تمثل المنطقة المروية حوالي 150.000 هكتار (أقل بكثير من المساحة المجهزة بسبب الخسائر بسبب تدهور التربة). المساحة المروية في الواقع هي من أجل40000هكتارفقط. برامج إعادة تأهيل وتحديد أنظمة التوزيع جاري لزيادة هذه المساحة

❖ المطلب الأول: مفاهيم أساسية حول مياه الري

❖ الفرع الأول: تعريف الري

عرف الري(Irrigation) هو عملية جلب الماء بشكل مصطنع إلى النباتات. تزرع لزيادة إنتاجها والسماح بتطورها الطبيعي في حالة نقص المياه الناجم عن نقص هطول الأمطار أو الصرف المفرط أو انخفاض في منسوب المياه الجوفية، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. [41]

لمياه المستخدمة في الزراعة تأتي من مصادر طبيعية أوغيرها من البدائل.

❖ الفرع الثاني: مصادر مياه الري

- ✓ **المصادر الطبيعية:** تشمل مياه الأمطار والمياه السطحية (البحيرات والأنهار) ويجب أن تستخدم هذه الموارد بطريقة مستدامة
- ✓ **مصادر بديلة:** من مياه الرّي وإعادة استخدام مياه النّفايات البلدية ومياه الصرف الصحي.. [42]

الجدول3:الاعدادات الفيزيائية – الكيميائية لمياه الري.

تتضمن الجريدة الرسمية الحاملة للعدد 41 والصادرة بتاريخ الاحد 25 شعبان 1433 والموافق ل 15جويلية 2012 قيم الحد الأقصى لمعايير مياه الصرف الصحي المعالجة الموجهة للري والموضحة في الجدول التالي:

	الاعدادات	الوحدة	تركيز الحد الاقصى المسموح به
الفيزيائية	درجة الحموضةph.	--	$6.5 \leq pH \leq 8.5$
	المواد العالقة	مغ/ل	30
	CE	دل/م	3
	تسربLE SAR	دل/م	
	=o - 3 CE		0.2
	3 – 6		0.3
	6 – 12		0.5
	12 – 20		1.3
	40 – 20		3

	طلب الاكسجين البيوكيميائي لمدة خمسة ايام DBO5	مغ/ل	30
	طلب الاكسجين الكيميائيDCO	مغ/ل	90
الكيمائية	كلوريد (CI)	مكافئ مولي / ل	10
	نيتروجين (NO3 – N)	مغ/ل	30
	بيكربونات (HCO3)	مكافئ مولي / ل	8.5
	الألومنيوم		20.0
عناصر سامة (*)	البريليوم	مغ/ل	0.5
	البور	مغ/ل	2.0
	الكادميوم	مغ/ل	0.05
	الكروم	مغ/ل	1.0
	كوبالت	مغ/ل	5.0
	النحاس	مغ/ل	5.0
	السيانيد	مغ/ل	0.5
	الفلور	مغ/ل	15.0
	الحديد	مغ/ل	20.0
	فينول	مغ/ل	0.002
	الرصاص	مغ/ل	10.0

2.5	مغ/ل	الليثيوم	
10.0	مغ/ل	المنغنيز	
0.01	مغ/ل	الزئبق	
0.05	مغ/ل	الموليبدينوم	
2.0	مغ/ل	نيكل	
0.02	مغ/ل	السيلينيوم	
1.0	مغ/ل	الفاناديوم	
10.0	مغ/ل	الزنك	

❖ الفرع الثالث: جودة مياه الري

في بعض الأحيان، يواجه المزارعون ندرة الموارد التقليدية يجب أن يعتمدوا على مصادر المياه المختلفة لري محاصيلهم. في بعض المواقع، يستخدمون مياه الصرف الصحي غير المعالجة، والتي قد تأتي إما من الصناعات أو يتم ضخها مباشرة من الوديان.

. ومع ذلك فإن إعادة الاستخدام هذه المياه تخلق مخاطر من أجل البيئة والسكان الذين هم على اتصال دائم بمياه الصرف الصحي أو استهلاك المنتجات الزراعية المروية بهذه المياه. من المستحسن، بل من الضروري، للسلطات قياس تأثير ذلك إعادة استخدامها على الجودة الفيزيائية والكيميائية للتربة التقييم الكمي والنوعي لتدفق التلوث من المياه الصرف ومن هذه الأخطار ما يلي :

1. **خطر الملوحة**: الملح الزائد يزيد الضغط الأسموزي لمحلول التربة، وهو وضع يمكن أن يحدث يؤدي إلى حالة جفاف فسيولوجية. وهكذا لا يمكن تحديد النتح المفقود من النبتة عن طريق النتح ويحدث الذبول.
الأملاح الرئيسية المسؤولة عن ملوحة الماء هي أملاح الكالسيوم(Ca^{+2})والمغنيسيوم(Mg^{+2}) و الصوديوم (Na^{+}) والكلوريدات(Cl^{-}) و الكبريتات(SO^{2-}_4) و بيكربونات(HCO^{-}_3)

يمكن قياس الملوحة بطريقتين، إما عن طريق المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) أو التوصيل الكهربائي (EC)يُعبر عن التيار الكهربائي بالميلي سيمنز / السنتيمتر (مللي سيمنز / سم) وهو ما يعادل 1(desiemens)لكل متر (dS / m) وبمعدل 640 جزء في المليون من الملح) [43]

2. **خطر الصوديوم** يتم التعبير عن مخاطر الصوديوم في مياه الري على أنها نسبة امتصاص الصوديوم. بالرغم من أن الصوديوم يساهم بشكل مباشر في الملوحة الكلية وقد يكون كذلك سامة للمحاصيل الحساسة، مثل أشجار الفاكهة،

المشكلة الرئيسية مع ارتفاع نسبة الصوديوم التركيز هو تأثيره على الخصائص الفيزيائية للتربة (تدهور بنية التربة). لذلك، يوصى بتجنب استخدام المياه ذات قيمة SAR أكبر من10(مليمول /ل)0.5^ إذا كان الماء هو المصدر الوحيد للري لفترات طويلة [43]

3. **تركيز الكربونات والبيكربونات**: مياه عالية الكربونات (CO_3^{-2}) وبيكربونات (HCO^-_3)، سوف تميل إلى ترسيب كربونات الكالسيوم ($CaCO^-_3$) وكربونات المغنيسيوم ($MgCO_3^-$)، عندما تكون التربة يتركز المحلول من خلال التبخر. هذا يعني أن SARستزيد القيمة، وستزداد النسبة النسبية لأيونات الصوديوم.

هذا الوضع، بدوره، سيزيد من مخاطر الصوديوم في التربة والمياه إلى مستوى أكبر مما تشير إليه قيمة SAR.

4. **تأثيرات أيونية محددة (العناصر السامة)**: بالإضافة إلى الملوحة ومخاطر الصوديوم، قد تكون بعض المحاصيل حساسة لوجود تركيزات معتدلة إلى عالية من أيونات معينة في مياه الري أو محلول التربة، العديد من العناصر سامة للنباتات بتركيزات منخفضة للغاية. يمكن أن يساعد كل من اختبار التربة والمياه في اكتشاف أي مكونات قد تكون سامة. قد تنتج السمية المباشرة للمحاصيل عن بعض العناصر الكيميائية المحددة في مياه الري، على سبيل المثال من المحتمل أن يكون البورون والكلوريد والصوديوم سامة للنباتات،

5. **سمية البورون**: البورون ضروري للنمو الطبيعي لجميع النباتات، لكن الكمية المطلوبة منخفضة. إذا تجاوز مستوى معينًا من التحمل اعتمادًا على المحصول، فقد يتسبب ذلك في حدوث ذلك البورون اصابة. النطاق بين نقص وسمية البورون بالنسبة للعديد من المحاصيل ضيق [44]

❖ الفرع الرابع :تصنيف مياه الري:

قاما شهيد ومحمودي سنة (2014)بتعديل طاقم عمل USSL المستخدم على نطاق واسع (1954)

مخطط تصنيف الملوحة والصوديوم لمياه الري (الشكل 5.1). هذه يعتمد الرسم التخطيطي المعدل على EC (معبرًا عنه في micro Siemens لكل سم – µS/cm) ونسبة امتصاص الصوديوم (SAR).

كيف تستخدم الرسم التخطيطي؟

يمكن حساب SAR كما هو موضح على المحور y الشكل (3) باستخدام ما يلي

معادلة:

$$SAR = \frac{NA^+}{\sqrt{\frac{1}{2}^{o}(Ca^{+2}+Mg^{+2})}}$$

حيث تركيزات Na^+، Ca^{+2}وMg^{2+} يتم التعبير عنها كمكافئات مليلي لكل لتر (meq/ l). قيم التوصيل الكهربائي المعطاة علمان يتم التعبير عن المحور السيني بوحدة micro Siemens لكل سم (µS/ cm). موقف SARوتحدد نقاط EC فئة الجودة المخصصة للمياه

❖ المبحث الثالث: الأدبيات النظرية للأغشية

مقدمة

في القرن العشرين حققت تقنيات الأغشية تقدمًا كبيرًا ، وانتشرت أسواقها التجارية بسرعة كبيرة في جميع أنحاء العالم [3]الهدف من معالجة مياه الصرف الصحي هو تقليل او إزالة المكونات غير العضوية والعضوية ، والمواد الكيميائية الضارة ، وقتل البكتيريا المسببة للأمراض وما إلى ذلك ، خلال السنوات الأولى من 1660، كانت المشاكل الرئيسية التي يجب التعامل معها هي إنتاج أغشية قابلة للاستخدام ، وتطوير معدات معقولة يمكن استخدام الأغشية فيها ، وحل جميع الصعوبات العملية المرتبطة بضخ السوائل ، والتبريد ، وأنابيب الضغط العالي ، والأجهزة ، وما إلى ذلك ، والتي لا تقل أهمية عن الجوانب النظرية للعملية. [45]

التطور التاريخي

ظهرت أول دراسة مسجلة للغشاء في عام 1748مع العالم الفرنسي "Abbe Nollet "حيث وضع روح الخمر في إناء أغلق فمه بمثانة حيوانية وغمره الماء، ولأنه كان أكثر نفاذاً للماء من النبيذ ، فقد انتفخت المثانة وانفجرت ، مما يدل على نفاذية المياه لأول مرة.

قدم "Dutrechet"مصطلح "التناضح" في عشرينيات القرن التاسع عشر لوصف التدفق التلقائي للسائل عبر حاجز منفذ ، تم تحضير أول غشاء اصطناعي بواسطة"Fick"في عام 1855 ، مصنوع من النيتروسليلوز.

في عام 1861 ، أعلن جراهام عن أول تجارب غسيل الكلى على الأغشية الاصطناعية. كما أوضح أن الأغشية المطاطية أظهرت نفاذية مختلفة لمختلف الغازات ،

أعدت "Traube" و "Pfeffer" اغشية اصطناعية، وأدى عملهما مع الظواهر التناضحية إلى علاقة الضغط الاسموزي المعروفة لـ "van't Hoff". [46]

صاغ "Bechold" مصطلح "الترشيح الفائق" في عام 1906 ، وكان مايكلز رائدًا في الترشيح الفائق الحديث (UF) في الستينيات. يمكن استخدام العديد من هذه الأغشية كمرشحات جزيئية أو جزيئية دقيقة جدًا. تم تطوير المرشحات الصغيرة التي يسهل اختراقها بواسطة Zigmondy وغيرها من حوالي 1910 ، وهي متناظرة مع سطح قليل المسام ، وبنية مفتوحة على الجانب .

تم تسويق المرشحات الغشائية لأول مرة في عام 1927 من قبل شركة "Sartorius" في ألمانيا. لوحظ التناضح العكسي (RO) ودرس لأول مرة في عشرينيات القرن الماضي. ومع ذلك ، فقد بقي دون أن يلاحظه أحد حتى اكتشفه ريد وزملاؤه بعد 30 عامًا. أوضح كولف أول ظاهرة عملية لغسيل الكلى في الأربعينيات من القرن الماضي [46]

❖ الفرع الأول تعريف الاغشية

يعرف الغشاء انه عبارة عن حاجز يفصل مرحلتين عن بعضهما البعض غرض فصل و نزع مواد عن طريق تقييد حركة المكونات من خلاله بأسلوب انتقائي كما يتم تحديد أداء الغشاء من خلا ل انتقائيته ونفاذيته [47]

❖ الفرع الثاني مكونات الاغشية وأشكالها:

- **أولا: مكونات الاغشية:**

من حيث تكوين مادة الغشاء، تصنف الأغشية على أنها عضوية أو غير عضوية. الأغشية العضوية مصنوعة من البوليمرات العضوية الاصطناعية ومن أهم المواد البوليميرية المستخدمة بصنع الأغشية نذكر: بولي إيثيل سلفون البولي ايثيلين البولي بروبلين

من هذه الأغشية غير العضوية مواد مثلا لسيراميك أو المعادن أو الزيوليت أو السيليكا. فهي مستقرة ومستخدمة كيميائيا وحراريا على نطاق واسع في التطبيقات الصناعية مثل فصل الهيدروجين، والترشيح الفائق والترشيح الدقيق [48]

- **ثانيا وحدات الغشاء (اشكال الاغشية):**

لعمليات الأغشية، استخدامات صناعية وتجارية أخرى يتم تعبئة هذه الأسطح الغشائية الكبيرة اقتصاديًا في هذاُ تعرف هذه الوحدات النمطية. هناك أربعة أنواع رئيسية من وحدات الأغشية، وهي اللوحة والإطار الوحدة النمطية، والوحدة الأنبوبية، ووحدات الألياف المجوفة [49]

❖ الفرع الثالث :طرق استخدام الاغشية لتحقيق الاستخدام للمياه المعالجة:

المعالجة المسبقة هي المعالجة الأولية التي تُعطى لمياه الصرف قبل وضع الغشاء في عمليات الفصل. تلعب المعالجة المسبقة للتغذية دورًا أساسيًا في نجاح عملية الغشاء. لاتقلل المعالجات المسبقة من تلوث الأغشية فحسب بل تساهم أيضًا في استخدام الطاقة. من الناحية الفنية ،تغير المعالجات المسبقة الخواص الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية لمياه الصرف الصحي جعل فصل الغشاء أكثر كفاءة [50]

❖ الفرع الرابع: عمليات الأغشية و تصنيفها :

عمليات الأغشية هي واحدة من أسرع المجالات التي حققت نموا رائعا في تكنولوجيا الفصل. على الرغم من أن عمليات الأغشية هي نوع جديد نسبيًا من تقنية الفصل ، [3]

تؤدي الأغشية الاصطناعية عمليات ووظائف متعددة حيث يعمل الغشاء كواجهة أو حاجز بين العلف والمنتج. في فصل السوائل على سبيل المثال ، يتم استخدامها لفصل الجسيمات التي تمتد لأربع مرات من حيث الحجم من الأيونات الذائبة إلى البكتيريا

- **يمكن تصنيف عمليات الغشاء على النحو التالي:**

➢ **العمليات التي يحركها الضغط:**

1. التناضح العكسي RO:

في القرن الحادي والعشرين تم توسيع نطاق تقنية الأغشية لحل مشاكل مياه الصرف الصحي بجانب التحسينات في أداء الأغشية ، وتطوير أنظمتها واستقرارها ،مثل الأغشية المانعة لمعالجة مياه الصرف الصحي ، والأغشية الأخرى عالية الجودة. من بين تقنيات التحلية المتاحة اليوم ، يعتبر التناضح العكسي (RO) أكثر عمليات تحلية المياه اقتصادا. لذلك ، لعبت أغشية التناضح العكسي دورًا مهمًا في الحصول على المياه العذبة من موارد المياه غير التقليدية مثل مياه البحر ومياه الصرف الصحي. [46]

التناضح هو ظاهرة طبيعية اكتشفت في وقت مبكر من عام 1748 ، وهو انتشار مائع (عادة الماء) من خلال غشاء شبه نافذ من محلول بتركيز منخفض الذائبة إلى محلول بتركيز مذاب أعلى حتى توازن تركيز مائع على جانبي الغشاء. فرق الضغط بين جانبي الغشاء يساوي الضغط الأسموزي للمحلول

2. الترشيح النانويNF

تم تقديم مصطلح NF بواسطة FilmTec في النصف الثاني من الثمانينيات، تعمل أغشية NF في واجهة الأغشية المسامية وغير المسامية مع كل من آليات النقل بالنخل والانتشار. NF تؤدي قدرة وسيطة على أنها RO "فضفاضة" (غير مسامية ، منتشرة) أو "محكمة" UF (مسامية ، غربلة). تتيح هذه الخاصية "المفكوكة" لأغشية NF إمكانية تشغيلها في تدفقات مياه أعلى (استرداد المياه) (39). تم استخدام NF كبديل للتناضح العكسي لتركيز وإزالة المعادن من مصل اللبن في صناعة الألبان. حتى عام 1990 ، وجدت أغشية NF المزيد من التطبيقات في صناعات تليين مياه البحر والأغذية والمنسوجات والتعدين[51]

3. فصل الغاز (GS)

أول اكتشاف علمي مهم لأغشية GS قام به ميتشل الذي وجد أن غازات تخترق المطاط الطبيعي 1831 [52]. بدأ باستخدام أغشية غير عضوية لفصل نظائر اليورانيوم للأغراض امنية والتطبيقات النووية [53].لا يختلف إعداد عملية غشاء GS البسيط اختلافًا كبيرًا عن ذلك المستخدم في عمليات الفصل بين المواد الصلبة والسائلة باستثناء المراحل المختلفة في التيارات. يتم تغذية خليط الغاز في وحدة الغشاء عند ضغط عالٍ. ينتشر أحد المكونات بشكل أسرع عبر الغشاء ويتم إثرائه في تيار النفاذية ، ويتركز باقي الغاز في تيار المتبقي. لفصل أكثر اكتمالاً .

4. الترشيح الفائق (UF)

5. الترشيح الجزئي (MF)

تُستخدم أغشية MF لفصل الشوائب (الجسيمات والبكتيريا) بحجم من (0.1 إلى 10مم) من مذيب أو مكونات أخرى ذات وزن جزيئي منخفض [49]. بدأت الدراسات المنهجية على أغشية MF في بداية القرن العشرين بواسطة Bechold .. في عام 1950 طور Goetz طريقة جديدة قادرة على إنتاج أغشية ذات أداء محسن. كان أول تطبيق تجاري لأغشية MF في التصنيع البيولوجي والصيدلاني في الستينيات. ، كانت المرشحات الدقيقة الغشائية تُصنع في الغالب من نيترو–سليلوز أو إسترات السليلوز. إن تطوير أغشية عالية المقاومة مثل البولي بروبلين والبولي أميد والبولي سلفون يتيح استخدام تقنية MF كأداة فصل على نطاق واسع.

- **العمليات المدفوعة بالضغط الجزئي**
- **العمليات التي تحركها درجة الحرارة مثل التقطير الغشائي (MD)**
- **العمليات التي تحركها الإمكانات الكهربائية مثل الغسيل الكهربائي (ED)**. [54]

خلاصة الفصل:

حاولنا في هذا الفصل التطرق في مباحثه ا المتعلقة بالأدبيات النظرية إلى مجموعة من المفاهيم المتعلقة بمياه الصرف الصحي ومياه الري والأغشية كما تم إبراز اهداف و طرق معالجتها والعوامل المؤثرة فيها كما تم التطرق إلى ضرورة استخدام مياه الري في وقتنا الحالي لسقي المحاصيل الزراعية مع مراعاة كل المعايير والمواصفات المعمول بها وذالك للمحافظة على صحة النباتات وابراز الدور وأهمية الأغشية في تصفية المياه الملوثة.

الفصل الثاني: جزء التجريبي والنتائج

❖ الفصل الثاني : جزء تجريبي والنتائج:

❖ المبحث الأول: البروتكول التجريبي المستعمل والأدوات المستعملة

مقدمة:

مركز الأرضية التقنية للتحليل الكيميائية والفيزيائية ورقلة يعد هذا المركز الأول من نوعه في الجنوب الجزائري تم تدشينها في يوم الثلاثاء 26 صفر 1442هـ الموافق ل 13 أكتوبر 2020 م من طرف وزير التعليم العالي و البحث العلمي عبد الباقي بن زيان يقع في جامعة قاصدي مرباح ورقلة القطب رقم 3 يحتوي هذا المركز على مخابر ذات أجهزة متطورة إلى جانب كفاءات بشرية ذات شهادات علمية تهدف إلى مساعدة الباحثين و الطلبة

❖ الخطوات التجريبية

➢ 1_الهدف من التجربة

تحتوي مياه الصرف الصحي المعالجة على تراكيز مرتفعة (الكالسيوم البوتاسيوم الصوديوم ....) تهدف التجربة إلى تخفيض نسبة المعدنين (الصوديوم ،الكالسيوم) للمعاير المعمول بها فالري في مياه الري الناتجة من معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق غشاء طبيعي (ليف النخيل)

صورة (5): تمثل مسحوق ليف النخيل **صورة (4): تمثل ليف النخيل**

2_المواد المستعملة:

- ليف النخيل
- HCLحمض الهيدروكلوريك
- الماء المقطر
- الامونيا NH_3
- غاز النتروجين

3_الادوات والأجهزة المستعملة:

- جهاز مطحنة الكرة عالية الطاقة مع تبريد دوراني
- فرن التجفيف
- الغربال الميكانيكي
- الميزان الحساس
- الجهاز الالكتروني الماسح
- الجهاز الاشعة تحت الحمراء
- جهاز الضغط اليدوي
- جهاز مقياس شعلة اللهب

4_تحضير الغشاء (ليف النخيل):

يغسل الليف جيدا بالماء المقطر ، ثم يجفف باستعمال فرن التجفيف ثم يسحق الليف باستعمال جهاز مطحنة الكرة عالية الطاقة مع تبريد دوراني ب 950 د الصورة (3) لمدة 20دنحصل على مسحوق

يغربل مسحوق ليف النخيل باستعمال الغربال الميكانيكي ثم نقوم بما هو موضح في الجدول التالي

كمية المضافة / الوزن المسحوق	1- حمض الهيدروكلوريك HCL			2- محلول الامونيا NH_3		
	100 مل	150 مل	200 مل	100 مل	150 مل	200 مل
50 غ	الامتزاج الجيد	الامتزاج الحاد	امتزاج حاد	الامتزاج الجيد	الامتزاج الحاد	الامتزاج حاد

100 غ	عدم الامتزاج الجيد	عدم الامتزاج الجيد	الامتزاج الجيد	عدم الامتزاج الجيد	عدم الامتزاج الجيد	الامتزاج الجيد
200 غ	عدم الامتزاج الجيد	عدم الامتزاج الجيد	عدم الامتزاج الجيد	عدم الامتزاج الجيد	عدم الامتزاج الجيد	عدم الامتزاج الجيد

الجدول 4 كمية العينات المستخدمة

بعد الامتزاج الجيد نضع الخليط في المجفف حرارته من 40° الى 50° لمدة كافية حتى يجف بعد ذالك نقوم بنترجة المسحوق الناتج في خليط 2 ثم نظيف نفس كمية الحمض و المحلول من الماء المقطر في كلا المسحوقين 1 و2 على التوالي ونتركهم داخل مجفف في 40° الى 50° بعد ان يجف الخليطين نقوم بقولبة المسحوق الناتج في قوالب اسطوانية الصورة [4] بواسطة ألة الضغط

قطر القالب سم / طول القطر سم	1,0	2,0	5, 0	6,0
1,0	غير متماسك	غير متماسك	غير متماسك	غير متماسك
3,0	متماسك	غير متماسك	غير متماسك	غير متماسك
4.0	متماسك	متماسك	غير متماسك	غير متماسك
5,0	متماسك	متماسك	غير متماسك	غير متماسك

الجدول 5 أقطار القوالب

5_عملية ترشيح الماء:

بعد تحضير القوالب الأسطوانية (العينات المتماسكة) نقوم بتتبيثها جيدا في الحوامل في اقماع الترشيح مع وضع ورق الترشيح بعد ذالك نقوم بعملية الترشيح، أي أن الماء يمر في العينات عبر القالب ويمر بورق الترشيح ونحصل على الرشاحة.

نأخذ الرشاحة الى جهاز مقياس شعلة اللهب الصورة[8] حيث نأخذ المحاليل العيارية ونقوم بتشغيل الجهاز حتى نلاحظ ثبات اللهب

الصورة 6

الجدول 6

العنصر و الكمية / العمليات		الكالسيوم		الصوديوم
		0.15	0.1	0.1
التمديد		67	100	100
قياس اللهب 1	HCL	34	تركيز عالي	42
	NH_3	48		40
قياس اللهب 2	HCL	32		46
	NH_3	45		43

ثم نقوم بإحضار كمية من العينات (الغشاء المستعمل) قبل عملية الترشيح وبعد عملية الترشيح لغرض معاينتها بواسطة

جهاز الأشعة تحت الحمراء او المطيافية تحت الحمراء: هو جهاز يتعامل مع المنطقة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي من اهم تقنياته مطيافية الامتصاص استخدمت مطيافية الأشعة تحت الحمراء بنجاح كبير في كل من الكيمياء العضوية وغير العضوية

المجهر الالكتروني الماسح الصورة [6] هو نوع من أنواع المجاهر الالكترونية التي تنتج صور عينة عن طريق مسحها مع شعاع مركز من الإلكترونات تتفاعل الإلكترونات مع الذرات في العينة، وتنتج إشارات مختلفة تحتوي على معلومات حول تضاريس السطح وتكوينه

الصور 9

الصورة 8

الصورة7

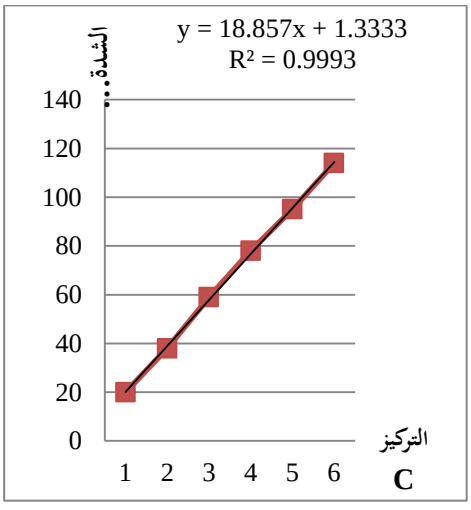
❖ المبحث الثاني: تحليل ومناقشة النتائج:

1_1 _ نتائج التحاليل الرشاحة :

نظهر نتائج التي تحصلنا عليها من خلال ما يلي:

1 بالنسبة لعنصر الكالسيوم:

Ca	imput value
2	20
4	38
6	59
8	78
10	95
12	114



منحنى 1تغيرات تركيز الكالسيوم بدلالة شدة الإثارة

تحيل المنحى: منحى تغيرات تركيز الكالسيوم بدلالة شدة الإثارة حيث المنحى يمثل خط مستقيم لا يمر بالمبدأ حيث نلاحظ أنه كلما زادت شدة الاثارة يزداد تركيز الكالسيوم في المحلول اي انى هناك علاقة طردية بينهما اذ نجد

n	Ech	y	x	Fd	[Ca]mg/l
1	NH3	48	2.47570	67	**165.05511**
2	HCL	34	1.73300	67	**116.11082**

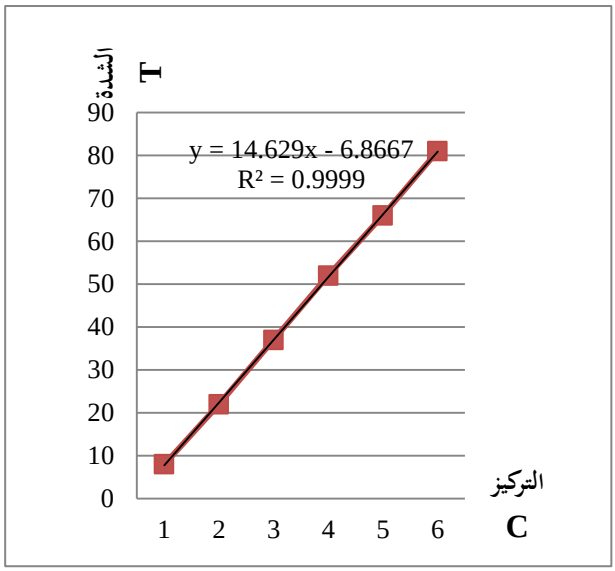
الجدول 7 نتائج تركيز الكالسيوم

النتيجة :

بعد الاستعانة بمعادلة المنحنى قمنا بحساب تركيز الكالسيوم حيث نلاحظ تناقص تركيز الكالسيوم في كلا الرشاحتين التي يحتوي غشائهما على محلول الأمونيا والثانية التي تحتوى على حمض الهيدروكلوريك،حيث تناقص تركيزه الاولي من **187.5**ملغ\ل الى 165.05 ملغ\ل و116.11 ملغ \ل على التوالي

2 بالنسبة لعنصر الصوديوم :

Na imput valuer	
2	8
4	22
6	37
8	52
10	66
12	81



منحنى 2 تغيرات تركيز الصوديوم بلالة شدة الإثارة

تحليل المنحى: منحى تغيرات تركيز الصوديوم بلالة شدة الإثارة حيث المنحى يمثل خط مستقيم لا يمر بالمبدأ حيث نلاحظ أنى كلما زادة شدة الاثارة يزداد تركيز الصوديوم في المحلول اي انى هناك علاقة طردية بينهما اذ نجد

n	Ech	y	x	Fd	[Na]
1	NH3	40	3.20520	100.0	320.51984
2	HCL	42	3.34200	100.0	334.19973

الجدول 8 نتائج تركيز الصوديوم

بعد الاستعانة بمعادلة المنحنى قمنا بحساب تركيز الصوديوم حيث نلاحظ تناقص في تركيز الصوديوم في الرشاحتين الذي يحتوي غشائهما على محلول الأمونيا ومحلول الهيدروكلوريك من القيمة الأولية 362.5 ملغ\ل إلى 320.51ملغ\ل في رشاحة الأمونيا بينما إلى 334.19 ملغ\ل في رشاحة حمض الهيدروكلوريك

النتيجة :

من خلال النتائج المحصل عليها في التجربتين نلاحظ ان غشاء ليف الذي يحتوي على محلول الهيدروكلوريك خفض من نسبة الكالسيوم بشكل كبير اثناء عملية ترشيح الماء بينما لاحظنا في غشاء ليف الذي يحتوي على محلول الأمونيا انخفاض في نسبة الصوديوم في الماء من خلال عملية ترشيح

1_2_ نتائج التحاليل على المياه المستعملة المعالجة:

1 قبل عميلة الترشيح :

جدول نتائج التحاليل على المياه المستعملة المعالجة

N°	Désignation	Unité	Résultats d'analyses échantillon	
			1 - Camp de vie	2 - RIG
01	PH	-	8.48	8.71
02	MES	mg/ l	218	263
03	DBO_5	mg/ l d'O_2	208	313
04	DCO	mg/ l d'O_2	399	400
05	CE	mS/cm	3.87	3.87
06	Nitrite	mg/ l	00	00

07	Nitrate	mg/ l	00	00
08	Chlorures Cl	mg/ l	562.5	575
10	Carbonates CO_3	mg/ l	21	48
11	Bicarbonates HCO_3	mg/ l	332.5	280.60
12	sulfate SO_4	mg/ l	1225	1219
13	Sodium Na	mg/ l	360	362.5
14	Potassium K	mg/ l	45	46
15	Calcium Ca	mg/ l	187.5	187.5
16	Magnésium Mg	mg/ l	130.6	122.9
17	Mercure	µg/l	0.025	0.024
18	Cuivre	mg/l	0.73	0.75
19	Fer	mg/l	2	2
20	Aluminium	mg/l	0.20	0.18

الجدول 9 نتائج التحاليل على المياه المستعملة المعالجة

$$SAR = \frac{8,21}{\sqrt{\frac{1}{2}2,94+1,6434}} = 5,48 \longrightarrow 1$$

2 بعد عملية الترشيح:

من خلال هذه النتائج نلاحظ انخفاض قيمة الى قيمة اعظمية يسمح باستعمال هذه المياه في عملية السقي SAR

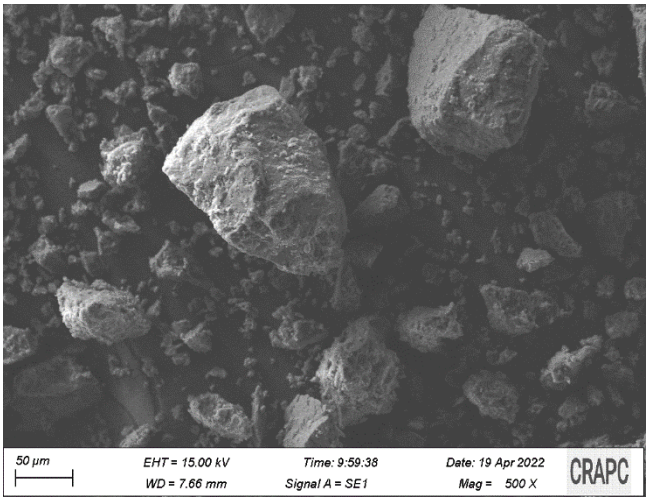
الجدول يمثل مخاطر SAR في مياه الري

مخاطر SARفي مياه الري		
التقييمات	مستويات SAR	
لا قيود على استخدام المياه	<3.0	جيد
بين 3 و 6 ، يجب إيلاء اهتمام خاص للمحاصيل الحساسة. يجب استخدام ما بين 6 و 8 المحاصيل غير الحساسة .جبس. يجب أخذ عينات التربة وفحصها كل يوم أو يومين لتحديد ما إذا كانت هناك زيادة في مستويات الصوديوم.	3.0 - 9.0	خفيف إلى معتدل
أضرار فادحة.	> 9.0	سيء

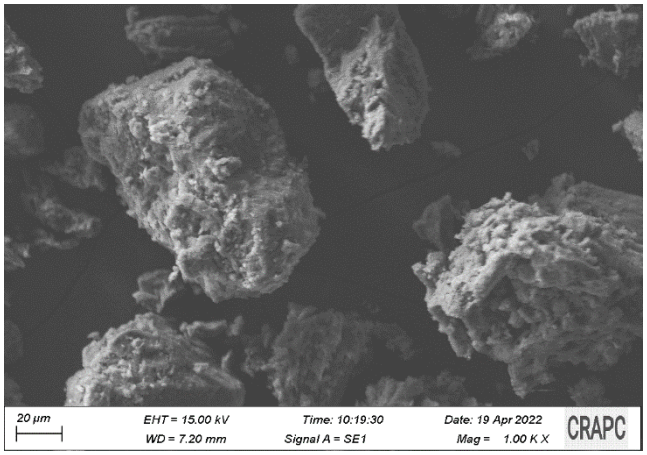
$$2 \longleftarrow SAR = \frac{7,37}{\sqrt{\frac{1}{2}2322,2+1,6434}} = 0,21$$

1_3_ النتائج المحصل عليها من المجهر الالكتروني الماسح :

1/ بالنسبة لغشاء اليف المفعل بالهيدروكلوريك: تحصلنا على ما يلي :

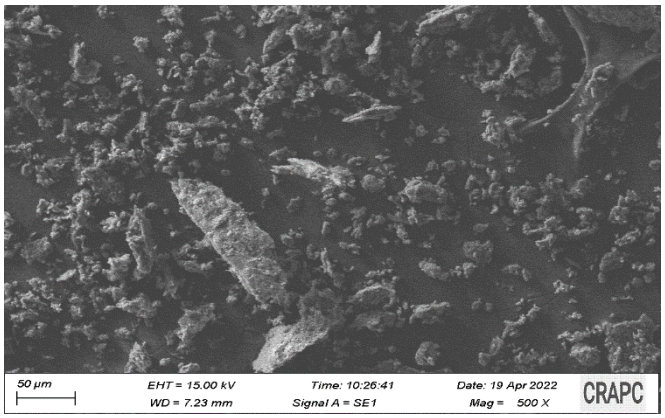


الصورة 10 اخذت قبل عميلة الترشيح

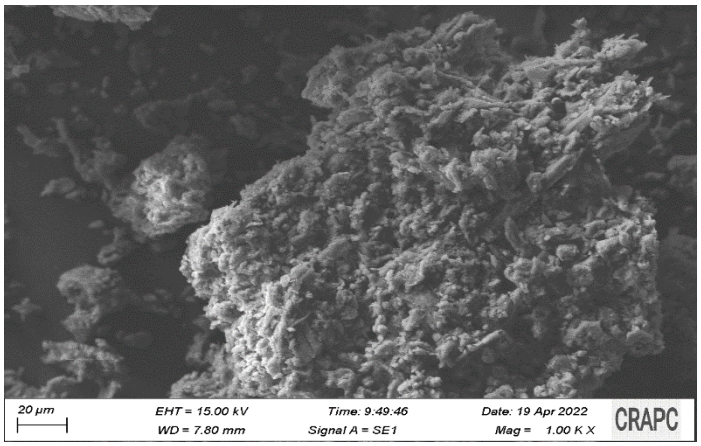


الصورة 11 اخذت بعد عميلة الترشيح

2 بالنسبة لغشاء اليف المفعل بالأمونيا:



الصورة 12 اخذت قبل عميلة الترشيح

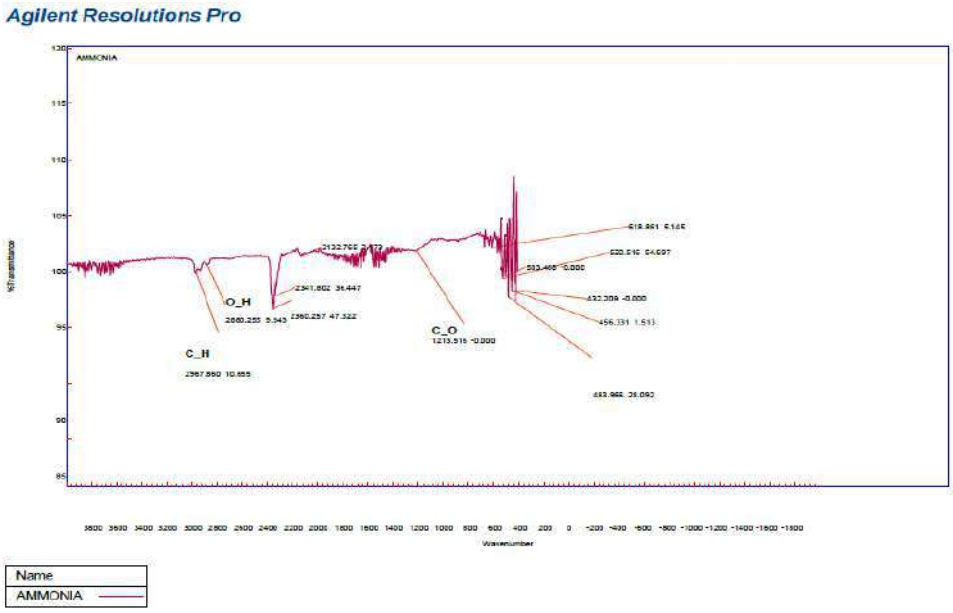


الصورة 13 اخذت بعد عملية الترشيح

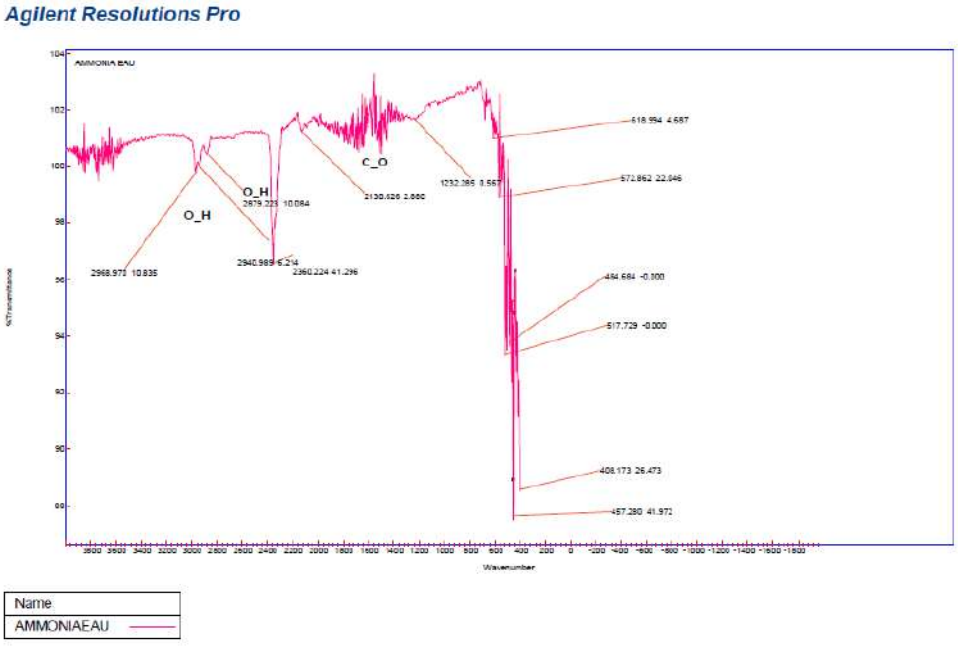
الملاحظات:

من خلال هذه الصور المأخوذة بالمجهر الالكتروني الماسح نلاحظ انا لجزيئات ازدادت حجمها مقارنة بحجمها قبل عملية الترشيح و ذالك لامتصاصها للماء و الملوثات الثي ارتبطت اثناء عملية الترشيح

4نتائج جهاز الاشعة تحت الحمراء:

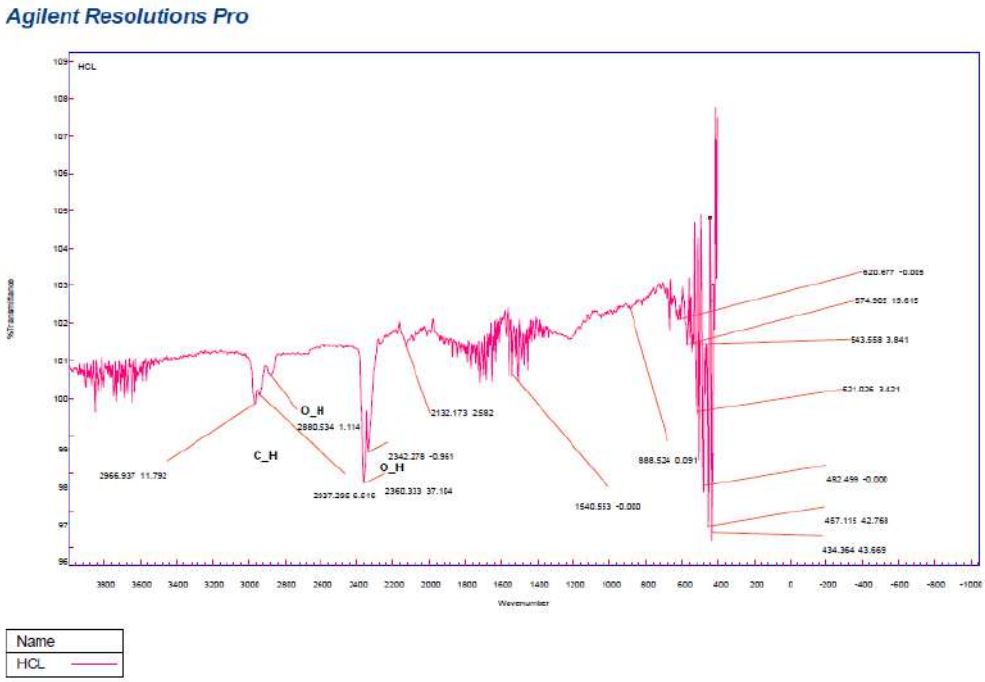


الصورة 14: نتائج جهاز الاشعة تحت الحمراء للغشاء المفعل بالأمونيا قبل الترشيح

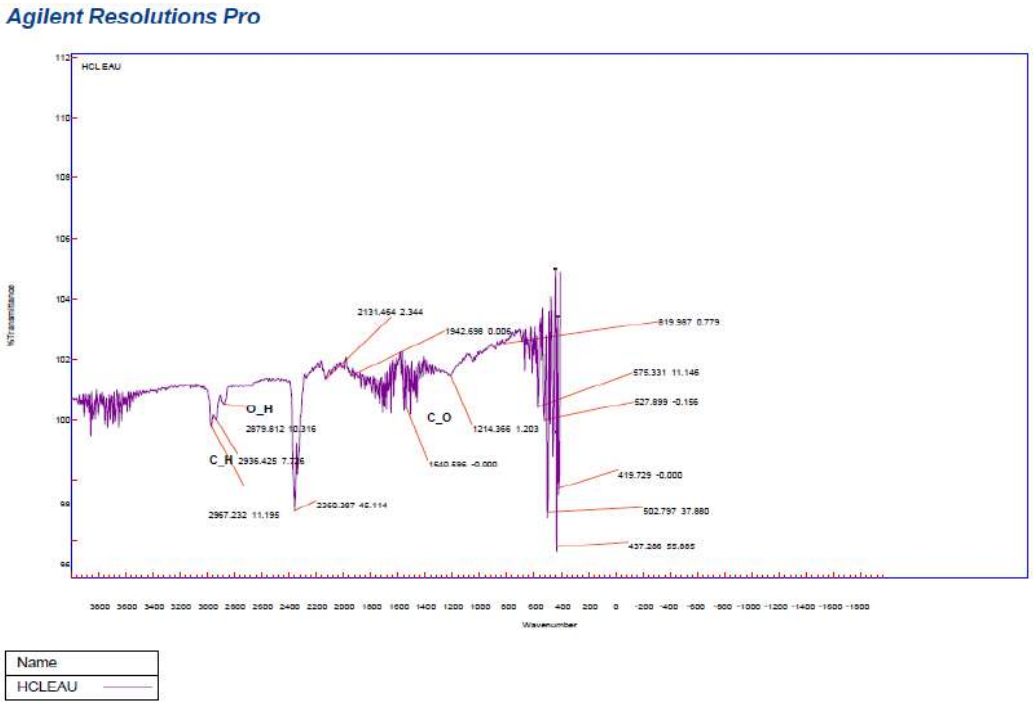


الصورة 15 : نتائج جهاز الاشعة تحت الحمراء للغشاء المفعل بالأمونيا بعد الترشيح

تحليل النتائج : من خلال تحليل النتائج المحصل عليها من جهاز الأشعة تحت الحمراء للغشاء المفعل بالأمونيا نلاحظ ظهور روابط كيميائية جديدة بعد عملية الترشيح في المجال 1400_800 مقارنة بالروابط الموجودة قبل عملية الترشيح وذالك لامتصاص الغشاء عناصر كيميائية جديدة من بينهم عنصر الصوديوم



صورة16: نتائج جهاز الاشعة تحت الحمراء للغشاء المفعل بالهيدروكلوريك قبل الترشيح



صورة17: نتائج جهاز الاشعة تحت الحمراء للغشاء المفعل بالهيدروكلوريك بعد الترشيح

تحليل النتائج : من خلال تحليل النتائج المحصل عليها من جهاز الأشعة تحت الحمراء للغشاء المفعل بالهيدروكلوريك نلاحظ عدم ظهور روابط كيميائية جديد بعد عملية الترشيح مقارنة بالروابط الكيميائية بعد عملية الترشيح مع العلم انه ظهورها يكون اكيد

خلاصة الفصل:

خلاصة حاولنا خلال هذا الفصل ابراز أهمية استعمال أغشية من عملية ترشيح الماء وازالت الملوثات المعدنية والعضوية حيث لاحظنا من خلال هذه التجارب أن أن كل عنصر كيميائي يستوجب غشاء معين سواء معدني أو عضوي الفصل:

الخاتمة

الخاتمة :

تنقية المياه هي عملية إزالة الملوثات من المياه المستعملة. والهدف من ذلك هو إنتاج المياه لغرض محدد للاستهلاك البشري (مياه الري). تنقية المياه يمكن أيضا أن تصمم لمختلف الأغراض الأخرى، بما فيها لتلبية الاحتياجات الطبية، الصيدلة، المواد الكيميائية والتطبيقات الصناعية كما ان نقية المياه قد تزيل: جسيمات الرمل، جزيئات المواد العضوية، الطفيليات، البكتريا، الطحالب، الفيروس، الفطريات... إلخ ومن المعادن الكالسيوم، والصوديوم، والمغنيسيوم، والمعادن السامة (الرصاص، والنحاس والكروم،)و قد تكون بعض تنقية المياه انتخابي تزيل في عملية التطهير، بما فيها رائحة (كبريتيد الهيدروجين) وعادة ما تملي الحكومات معايير لنوعية مياه الري وتتطلب هذه المعايير الحد الأدنى / الأقصى من مجموعة نقاط من الملوثات وإدراج عناصر التحكم التي تنتج مياه الري. معايير الجودة في العديد من البلدان تتطلب كميات محددة من المطهر (مثل الكالسيوم والصوديوم والمغنيزيوم) في المياه بعد أن يغادر محطة معالجة المياه، للحد من خطر إعادة تلوث المياه في نظام التوزيع والري و لتصفية المياه الملوثة بالنسبة للمواد الملوثة العضوية يستوجب استعمال مرحلة واحدة ونفس الشيء بالنسبة للمواد المترسبة لكن لتصفية المياه من الملوثات المعدنية يستوجب ذالك عدة مراحل أو أغشية كل واحد منها لتصفية ملوث معين

المراجع

المراجع:

1. **خزاني بشير** 2007 .البيئة والتهيئة في واد سوف : استغلال الموارد المائية والتنمية المستدامة مذكرة ماجستير .المركز الجامعي العربي بن مهيدي _ ام البواقي _ 140 ص
2. FAO/UNESCO (1973) Irrigation, drainage and salinity. An International source book. Unesco/FAO, Hutchinson & Co (Publishers) Ltd, London, 510 pp
3. **Membrane Technology**. DOI: 10.1016/B978-1-85617-632-3.00001-X © 2010 Elsevier Ltd. All rights reserved
4. **آغا محمد**، (1988). الهندسة البيئية. منشورات جامعة حلب، سوريا.
5. **أصفري أحمد فيصل**، (2004). إرشادات في تصميم وتشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة. المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة، عمان، الاردن. 121 ص
6. **Mohamed Ben Ali**, R. (2015), Evaluation de la pollution des eaux usées de la zone industrielle de Skikda. Mémoire de Magister, Université Constantine 1, 145p
7. **Baument**, S. (2005). Réutilisation des eaux usées épurées. Edition Eyrolles, Parise, France. 277p.
8. **الدريدي محمد الطاهر، التيجاني اسماعيل الجزولي**، (2000). الفضلات السائلة. دار جامعة السودان للطباعة، الخرطوم، السودان.277 ص
9. **الحايك نصر**، (2017). مدخل إلى كيمياء المياه. منشورات المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا، الجمهورية العربية السورية. 582 ص
10. **Bachi** O E K. Diagnostic sur la valorisation de quelques plantes du gardin d'épuration d station du vieux ksar Témacin. Mémoire présenté en vue de L'obtention du diplôme magister. Ouargla : Université Kasdi Merbah ; 2010
11. **العابد**، (2015). معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية. مذكرة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح- ورقلة. 156 ص
12. **العدوي محمد الصادق**، (2008). هندسة حماية البيئة وإدارة المخلفات. دار الفكر العربي، القاهرة، مصر. 496 ص.
13. **لدريدي محمد الطاهر**، التيجاني اسماعيل الجزولي، (2000). الفضلات السائلة. دار جامعة السودان للطباعة، الخرطوم، السودان.277 ص
14. Design of municipal wastewater treatment plants (Volume1). WEF Manual of Practice No.8 and (ASCE) Manual and Report on Engineering Practice No76, Vermount, Book Press, Inc: 1992
15. **غرايبة سامح وفرحان يحيى**. مدخل إلى العلوم البيئية. الطبعة الثالثة. دارالشروق للنشر والتوزيع. عمان ،2002
16. Mackenzie, L. (2010). Water and waste water engineering. The McGraw-Hill, New York, USA, 1301p
17. Zerdi, S. (2017), Identification des plantes épuratrices locales et leur utilisation dans l'épuration des eaux usées de la région d'El Oued . Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 166p
18. Attab, S. (2011). Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration Haoud Berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local. .Mémoire de Magister, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 152P
19. Metcalf and Eddy, Inc, Wastewater engineering: treatment and reuse. 4th Ed. New York, .McGraw Hill, 2002.P 1350

20. Metcalf, Eddy, Inc. Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse. 3 rd. ed. New York: Mc Graw Hill; 1991.

21. Idder T. La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au Sahara algérienne. Impacte des rejets d'origine agricole et urbaine et technique de remédiassions proposées. L'exemple de Ouargla. Université Angers. 1998.

22. Boukhatala Y et Iddou K. Etude de rendement épuratoire de la nouvelle station : d'épuration par lagunage de la ville d'Ouargla. Mémoire ingénieur hydraulique. Ouargla Université Kasdi Merbah ; 2010.

23. Dahou A, Brek A. Lagunage aére en zone aride performance épuratoires, cas de (Région d'Ouargla). Mémoire master académique. Ouargla : Université Kasdi Merbah ; 2013.

24. Barika A, Senoussi D. Dimensionnement d'une station d'épuration de la ville de Hassi Messaoud. Mémoire ingénieur hydraulique saharienne. Ouargla : Université Kasdi Merbah ;2005.

25. Labdi K ;Moukar M .Etude des performances de la station de traitement des eau usées urbaines par lagunage de la ville de ouargla .mémoire ingénieur Ecologie et Env.ouargla:université kasdi Merbah .2010

26. Dekkich S. Conception d'une station d'épuration des eaux usées par lagunage commune de Zaouïa El Abedia-Touggourte. Mémoire ingénieur hydraulique. Ouargla : Université Kasdi Merbah ; 2007.

27. Bekkouche M, Zidane F. Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Ouargla par lagunage. Mémoire ingénieur hydraulique saharienne. Ouargla : Université Kasdi Merbah ; 2004.

28. Qasim S R. Wastewater treatment plants: planning design and operation 2eme Ed Lancaster; pensylvania Technomic publishing company.1999.

29. Rowe D R, Abdel magid I H. Handbook of wastewater reclamation and reuse. Boca Raton Lewis; 1995.

30. Didier G. La pollution des milieux aquatique. Technique et documentation Lavoisier. Paris ;1995.

31. أبو سعدة ونجيب إبراهيم. التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة إيجابيا وسلبيا. القاهرة،2000.

32. Degrement, R. (1989). Memento technique de l'eau usée. Lavoisier, Paris, France ,360p. Environment, Delhi, India, 120p. Mining

33. Rejesk, F. (2002), Analyse des eaux: aspect réglementaire et technique.

34. Rodier J et al. L'analyse de l'eau (chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie interprétation des résultats). 8 éme Edition. DUNOD . Paris; 1996.

35. الحايك نصر ، تلوث المياه وتنقيتها .الطبعة الثالثة .ديوان المطبوعات الجامعية .الجزائر 1989.

36. *خليل محمد أحمد السيد. إعداد المياه للشرب والاستعمال المنزلي .الطبعة الأولى .المكتبة الاكاديمية .القاهرة ،2003

37. haslay C , Leclere H . Microbiologie des eau d'alimentation (Londores New york), Lavoisier * paris,1993..

38. عبد الجواد احمد عبد الوهاب. تسميد التربة. الدار العربية للنشر والتوزيع.1993

39. Kadi A 1997. La gestion de l'eau en Algérie.

40. Messahel1 M; Benhafid M.S et Cherif M 2003. Efficience des systèmes d'irrigation en Algérie. Thèse de Doctorat. INP-Toulouse, France, 223p.

41. El Asslouj J ; e Kholtei S ; El Amrani N et Hilali A. 2007 Analyse de la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la communauté des Mzamza, au voisinage des eaux usées. Afrique SCIENCE 03(1) (2007) 109 -122.

42. ترشيد استخدامات المياه في الأغراض الزراعية أ.د. ماجد محمود ابوزريق أ.د. عبدالرحمن علي العذبه

43. Couture I. 2006. (b) Principaux critères pour évaluer la qualité de l'eau en micro-irrigation

44. Soltanpour2002; Bauder et al2011. Follett and

45. Madsen RF. Hyperfiltration and ultrafiltration in plate-and-frame systems. Elsevier; 1977

46. R.E. Kesting, Synthetic Polymeric Membranes, John Wiley & Sons, New York, NY, 1985

47. Takht Ravanchi, M.; Kaghazchi, T.; Kargari, A. Application of membrane separation processes ((in petrochemical industry: A review. Desalination 2009

48. Aliyu, U.M.; Rathilal, S.; Isa, Y.M.Membrane desalination technologies inwater treatment: A review.Water Pract. Technol. 2018.

49. Baker RW (999;) Microfiltration. In: Membrane technology and applications, 9nd edn. Wiley, England, pp 275–300.

50. Bore side feed hollow fibermembranemodules, (B) Shell side feed hollow fibermembra

51. Reddy KK, Kawakatsu T, Snape JB, Nakajima M (1996) Membrane concentration and separation of Laspartic acid and L-phenylalanine derivates in organic solvents. Sep Sci Technol 31 (8):1161–1178

52. Mitchell JK (1833) On the penetration of gases. Am J Med Sci 25:100–112

53. Ismail AF, David LIB (2001) A review on the latest development of carbon membranes for gas separation. J Memb Sci 193:1–18

54. Milisic V (1986) Anti-fouling techniques in cross-flow microfiltration. Filtration & Separation