



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بابل  
كلية التربية للعلوم الصرفة  
قسم الفيزياء

## تنقية المياه بتقنية الامتزاز

بحث مقدم الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة بابل  
وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في قسم الفيزياء

### بحث تقدمت به الطالبة

هدى علي دريب

### بإشراف

م.م. تماره فلاح حسن

٢٠٢٤ م

١٤٤٥ هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا

صدق الله العلي العظيم

## الاهداء

من قال أنا لها **"نالها"**

لم تكن الرحلة قصيرة ولا ينبغي لها أن تكون،  
لم يكن الحلم قريباً و لا الطريق كان محفوفاً بالتسهيلات  
لكني فعلتها و نلتها .

الحمد لله حباً و شكراً و امتناناً، الذي بفضلها ها أنا اليوم أنظر،  
إلى حلما طال انتظاره و قد أصبح واقعا أفتخر به.

أهديك هذا الإنجاز الذي لولا تضحياتك لما كان له وجود،  
ممتنة لإن الله قد اصطفاك لي من البشر أما يا خير سند و عوض،  
إلى من دعمني بلا حدود و أعطاني بلا مقابل .....

**"أبي"**

إلى ملاكي الطاهر، وقوتي بعد الله داعمتي الأولى و الأبدية.....

**"امي"**

إلى من قيل فيهم: (سَنَشُدُّ عَضُدَكَ بِأَخِيكَ) إلى من مد يده دون كلل  
ولا ملل وقت ضعفي أدامك الله ضلعا ثابتا لي.....

**"أخي"**

إلى من آمنت بقدراتي و أمان أيامي إلى من تذكرني  
بقوتي و تقف خلفي كظلي .....

**"أختي"**

## الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين

الحمد لله حمدا طيبا مباركا فيه ملء السموات والأرض وملء ما بينهما والصلاة والسلام على خير المرسلين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين وأما بعد شكرا لله عز وجل أولا

وأخيرا فهو الذي أعاننا ووفقنا على إكمال هذه الدراسة وبعد ذلك يطيب لنا أن نتقدم بجزيل الشكر والعرفان لأستاذتنا المشرفة

**\*\* تماره فلاح حسن \*\***

على جهودها ومتابعتها التي لولاها لما تمكنا من إنجاز هذا البحث على هذا الوجه فجزاها الله خير الجزاء.

كما يطيب لنا أن نتقدم بجزيل الشكر والعرفان إلى جميع زملائنا الذين كانوا سندا وعونا طوال الدرب.

## المحتويات

الصفحة	الموضوع	التسلسل
	الاهداء	
	شكر والتقدير	
	المحتويات	
	قائمة الاشكال	
	قائمة الجداول	
	<b>الفصل الاول / تنقية المياه</b>	
٧	المقدمة	(١-١)
٨	Water Pollution Sources مصادر تلوث المياه	(٢-١)
٩	فوائد معالجة المياه	(٣-١)
	<b>الفصل الثاني / التقنيات</b>	
١١	معالجة المياه	(١-٢)
١١	التقنيات الحديثة لمعالجة المياه	(٢-٢)
١٢	المواد الكيميائية المستخدمة في تنقية المياه	(٣-٢)
١٣	المواد الطبيعية المستخدمة في تنقية المياه	(٤-٢)
١٤	تنقية المياه	(٥-٢)
١٥	خطوات تنقية المياه	(٦-٢)
١٧	تقنيات تحلية المياه	(٧-٢)
١٩	طرائق معالجة تلوث المياه	(٨-٢)
	<b>الفصل الثالث / الامتزاز</b>	
٢١	تعريف الامتزاز	(١-٣)
٢١	اهمية الامتزاز	(٢-٣)
٢٢	انواع الامتزاز	(٣-٣)
٢٢	الية الامتزاز	(٤-٣)
٢٤	العوامل المؤثرة على ظاهرة الامتزاز	(٥-٣)
٢٤	هنالك طريقتان شائعتان للامتزاز هما	(٦-٣)
٢٥	التحليل البيئي	(٧-٣)
٢٨	انواع المادة المازة	(٨-٣)
٢٩	استخدام تقنية الامتزاز في تقدير عدد من المركبات العضوية واللاعضوية في نماذج المياه الملوثة	(٩-٣)

الصفحة	عنوان الشكل	الشكل
	<b>الفصل الاول</b>	
٧	الذي يبين تصنيف الاصباغ حسب الشحنة الايونية	(١-١)
	<b>الفصل الثاني</b>	
١٧	مخطط التدفق لنظام التناضح العكسي	(٢-٢)

الصفحة	عنوان الجدول	الجدول
	<b>الفصل الثاني</b>	
١٦	التوزيع النسبي لأنواع مختلفة من محطات التحلية في جميع انحاء العالم	(١-٢)

## الخلاصة

المياه العادمة هي مواد صلبة وسوائل تحملها المياه و ويتم تصريفها في المجاري والتي تمثل مخلفات الحياة المجتمعية. تشمل المياه العادمة على المواد الصلبة العضوية الذائبة والعالقة، والتي تكون "قابلة للتعفن" أو قابلة للتحلل بيولوجيا ، يتم التعرف على فئتين عامتين من مياه الصرف الصحي، لا يمكن فصلهما تماما المنزلية والصناعية ومياه الصرف المعالجة هي عملية تتم فيها إزالة المواد الصلبة الموجودة في مياه الصرف الصحي جزئيا وتغييرها جزئيا عن طريق التحلل من المواد الصلبة العضوية شديدة التعقيد والقابلة للتحلل إلى المواد الصلبة العضوية المعدنية أو المستقرة نسبيا.

تعمل المعالجة على إزالة المواد الصلبة العالقة الموجودة في مياه الصرف الصحي ومع ذلك، وبأعداد متزايدة وفي بعض الحالات ثبت أن هذا المستوى من المعالجة غير كاف لحماية المياه المتلقية أو لتوفير مياه قابلة لإعادة الاستخدام ولإعادة التدوير الصناعية و المحلية. وبالتالي، تم إضافة خطوات معالجة إضافية لمعالجة مياه الصرف الصحي لتوفير المزيد من عمليات إزالة المواد العضوية والمواد الصلبة أو لتوفير إزالة المواد السامة.

تعتبر التقنيات مناسبة تماما لإعادة تدوير وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي، حيث أثار الامتزاز في الواجهات المختلفة قلق العلماء منذ بداية هذا الأمر تكمن هذه الظاهرة في عدد من العمليات النفعية البالغة الأهمية، والأهمية التكنولوجية والبيئية والبيولوجية للامتزاز لا يمكن أبدا أن يكون في شك ، تطبيقاته العملية في الصناعة وحماية البيئة لها أهمية قصوى.

خلال السنوات الخمس العشرة الماضية، ظهرت فئات جديدة من المواد المازة الصلبة تم تطويرها، مثل ألياف الكربون المنشط والمناخل الجزيئية الكربونية ، والمسام النانوية – سواء الكربونية وغير العضوية حيث تحضئ المواد الصلبة ذات البنية النانوية بشعبية كبيرة في العلوم والتكنولوجيا بسبب امتصاصها، وتحفيزها، ومغناطيسها، وضوئها، وحرارتها .

الفصل الاول  
تنقية المياه



## (١-١) المقدمة :-

تعتبر البيئة موطن الحياة، فإن أول ما يجب القيام به هو حماية هذه البيئة من التلوث والذي يعتبر من أكبر المشاكل التي تواجه العالم وأكثرها انتشاراً بسبب التقدم في التكنولوجيا، الصناعة والزراعة ، كما يعد تلوث المياه من أهم القضايا البيئية لأن المياه مهمة جداً في حياتنا اليومية، في المياه يكمن سر الحياة لكل ما يدب على الأرض وما يخرج من نبات، في الآونة الأخيرة شهدت مصادر المياه تدهوراً كبيراً وذلك نتيجة لتصريف الآلاف من المركبات الكيميائية يومياً اما بشكل مباشر أو غير مباشر دون أي معالجة [١].

### هناك أنواع عدة لتلوث المياه منها:-

١- التلوث العضوي.

٢- التلوث الكيميائي.

٣- التلوث الحراري.

٤- التلوث الاشعاعي.

كذلك بينت الدراسات في العصر الحالي أن الإنسان يواجه مشاكل كبيرة يحتاج إلى الحد منها ومعالجتها وهي تلوث البيئة والذي يكون للإنسان الدور الكبير والرئيسي في زيادة هذه المخاطر من خلال النشاطات المختلفة التي يقوم بها والتي أصبحت تُهدد الحياة البشرية، كما وينتج التلوث نتيجة وجود بعض المواد العضوية واللاعضوية الضارة، كذلك بسبب الزيادة أو النقصان في نسبة بعض من المكونات الأساسية المتواجدة في البيئة عن النسب الطبيعية لها [٢].

يغطي الماء ٧١% من سطح الأرض و تشكل ٦٥% من أجسامنا ، الجميع يريد المياه النظيفة - للشرب للترفيه، فإذا تلوث الماء فهو يفقد قيمته بالنسبة لنا اقتصادياً وجمالياً ، ويمكن أن يشكل تهديداً لصحتنا ولبقاء الأسماك التي تعيش فيها والحياة البرية التي تعتمد عليه.

يمكن تعريف مياه العادمة على أنها مزيج من النفايات السائلة أو المحمولة بالماء التي يتم إزالتها من المساكن والمؤسسات والمنشآت التجارية والصناعية، إلى جانب المياه الجوفية والمياه السطحية ومياه الأمطار .وهي تحتوي بشكل عام على كمية كبيرة من النفايات، والعوامل المسببة للأمراض ،والمواد العضوية، والمواد المغذية التي تحفز نمو النبات، والمواد الكيميائية غير العضوية والمعادن و الرواسب، وقد يحتوي أيضاً على مركبات سامة [٣].

الأصباغ هي ملوثات المياه الرئيسية، التعرض المفرط للصبغة يسبب تهيج الجلد، ومشاكل في الجهاز التنفسي، وبالنسبة لبعض الأصباغ تزيد من الإصابة السرطان [٤]. بالإضافة إلى إن وجود الأصباغ في مياه الصرف الصحي يساهم أيضًا في زيادة الأكسدة الكيميائية بالتالي إنتاج رائحة كريهة [٥]. وبالتالي، فمن المهم للغاية إزالة الأصباغ من مياه الصرف الصحي بشكل فعال لضمان التصريف الآمن للسوائل إلى المجاري المائية، تتم معالجة مياه الصرف الصحي الصبغية باستخدام التبختر [٦]، المعالجة الهوائية أو اللاهوائية [٧]، المعالجة الكهروكيميائية [٨]، الترشيح الغشائي [٩] وطرق الامتزاز [١٠].

الامتزاز هو الأكثر شعبية من هذه الطرق، وذلك بسبب فعاليته وبساطة العملية في مصنع تصنيع الأصباغ عادة ما يستخدم العاملون الكربون المنشط التجاري لإزالة الصبغة بسبب مساميته العالية ومساحة سطحه الكبيرة (٢٠٠٠-٥٠٠٠ م<sup>٢</sup>/غرام) [١١]. ومع ذلك، فإن الكربون المنشط التجاري مكلف نسبيًا بسبب ارتفاع تكلفة الإنتاج [١٢] بالإضافة إلى ذلك يتطلب الكربون المنشط تيارًا عالي الضغط، مما يساهم في زيادة التكلفة هذه التكلفة العالية حفزت البحث عن المواد البديلة على حد سواء اقتصادية وفعالة لإزالة الصبغة أي مواد ماصة منخفضة التكلفة مشتقة من النفايات الصلبة والزراعية [١٣].

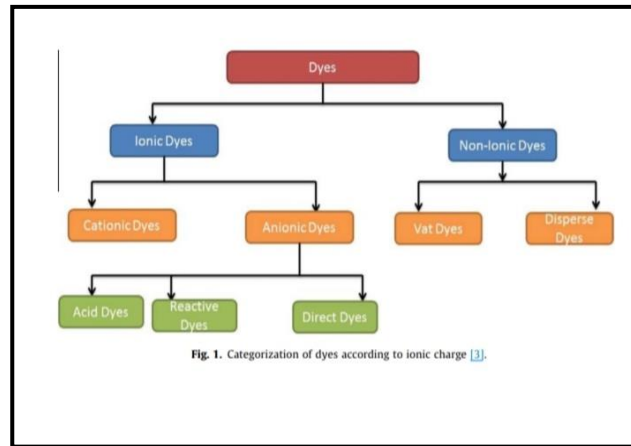
وقد حظيت باهتمام واسع النطاق من قبل الباحثين في الآونة الأخيرة [١٤]. وقد ثبت أن معظم هذه نفايات فعالة إزالة الأصباغ وكذلك المعادن الثقيلة على سبيل المثال المواد المشتقة من نفايات زيت النخيل يزيل النحاس [١٥] والزنك [١٦]، وكذلك الأصباغ التفاعلية [١٧]. هذه المواد يحتمل أن تكون منخفضة التكلفة تمت مراجعتها بشكل مكثف بواسطة جوبتا ومع ذلك [١٨]، فإن معظم المواد منخفضة التكلفة هي جسيمات دقيقة والمكونات الصغيرة تتطلب مساحة سطحها وقتًا طويلاً لتحقيق الحد الأقصى لإزالة الملوثات حيث أن معظم الصناعات تتطلب إزالة سريعة للتخلص من الملوثات المتزايدة وتطوير هذه المواد للتطبيقات الصناعية ليست مجدية لذلك هنالك الحاجة إلى تطوير مواد ماصة مستدامة واقتصادية وتوفر معدلات لإزالة عالية وقدرات امتصاص عالية [١٩-٢٠]

المواد النانوية والتي يشار إليها أيضًا بالجسيمات النانوية هي جزيئات التي تقع ضمن نطاق الحجم من (١ - ١٠٠) نانومتر.

عموماً يتم تقدير المواد النانوية لقوتها ومواقعها النشطة للغاية والمنخفضة الكتلة [٢١] بالإضافة إلى معالجة مياه الصرف الصحي، والبحوث الحالية يركز على تطوير المواد النانوية [٢٢]، والحساسات ومواد بناء متينة وخفيفة على الرغم من أن كلاً من المواد النانوية والكربون المنشط قد أخذوا بعين الاعتبار على مساحات سطحية عالية [٢٣].

## تتمتع بعض المواد النانوية بميزتين رئيسيتين:-

- ١- يتم وضع علامات على الكربون المنشط كمواد ماصة.
- ٢- يمكن ان يتم تصنيعها بسهولة وبتكلفة اقل ويلزم كميات اقل للإزالة الفعالة للملوثات وبالتالي، من الواقع أن تصبح المواد النانوية اكثر اقتصادا من الكربون المنشط ويمكن استخدام هذه المواد بشكل فعال في مياه الصرف الصحي [٢٤] كما في الشكل (١-١)



الشكل (١-١) الذي يبين تصنيف الأصباغ حسب الشحنة الأيونية.

## (٢-١) مصادر تلوث المياه :- Water Pollution Sources

يمكن تعريف تلوث المياه بأنه إضافة أية مواد غريبة إلى البيئة المائية سواء كانت هذه المواد كيميائية أو بايولوجية والتي تؤدي إلى التقليل من نوعيتها وجعلها غير صالحة لاستعمال وبالتالي إحداث الضرر في صحة الانسان والموارد الحية والانظمة البيئية [٢٥]، إن الانهار من أهم مصادر المياه لذا فإن طرح أي نوع من الملوثات سوف يعمل على تغيير بيئة الانهار وتؤثر على الحياة المائية وأن هذه التغيرات قد تكون تغيرات فيزيائية مثل زيادة في درجة حرارة مياه الانهار، زيادة في التعكير، تغيرات في مستوى الاوكسجين المذاب أو تغيرات بايولوجية مثل زيادة في نمو غير مرغوب فيه لبعض الكائنات الحية (الطحالب) أو قد تكون تغيرات كيميائية نتيجة إضافة مواد كيميائية للماء، وأن درجة تأثير هذه الملوثات تعتمد على نوع وكمية هذه الملوثات وصفات المياه المتسلمة لها [٢٦].

## ويمكن تقسيم مصادر تلوث المياه كالآتي :-

### ١-٢-١ الملوثات المنزلية Domestic pollutants

وتشمل مياه الفضلات التي تطرحها الأنشطة الخدمية المختلفة والتي تحتوي على الفضلات البشرية والمنظفات والدهون والاملاح الذائبة التي تزداد خطورتها عندما تطرح مباشرة إلى الانهار بدون معالجة.

### ١-٢-٢ الملوثات الزراعية Agricultural Pollutants

وتشمل مياه البزول والامطار التي تجرف معها الاسمدة الكيميائية الفائضة عن الحاجة والتي تستخدم بكميات كبيرة أو المبيدات التي تستخدم في وقاية المزروعات التي تجد طريقها إلى مصادر المياه القريبة.

### ١-٢-٣ الملوثات الصناعية Industrial Pollutants

وتشمل المياه الناتجة من الأنشطة الصناعية المختلفة مثل المواد الكيميائية الناتجة من الصناعات النفطية ومصافيها ومصانع الاصباغ، الادوية والملوثات البيولوجية البكتيرية والفايروسية المرتبطة بالصناعات الغذائية ومصانع تعليب اللحوم وصناعة منتوجات الالبان.

### ١-٢-٤ الملوثات الحرارية Thermal Pollutants

يقصد بالملوثات الحرارية اطلاق الحرارة الزائدة إلى المياه، يحدث التلوث الحراري عند استخدام الماء لتبريد محطات توليد الطاقة الكهربائية ومعامل الحديد والصلب ومعامل تكرير النفط، إن هذه الكميات الكبيرة للمياه المستخدمة لأغراض التبريد والتي تعاد إلى البيئة المائية بدرجات حرارة أعلى من درجة الحرارة الاصلية تؤدي إلى نقصان مستويات الاوكسجين المذاب (OD) بالمياه بينما يزيد المتطلب الباثولوجي لأوكسجين (BOD) للحياء المائية.

### ١-٢-٥ الملوثات الاشعاعية Radiational Pollutants

تسبب الانسان في إحداث تلوث يختلف عن الملوثات المعروفة وهو التلوث الاشعاعي الذي يُعد في الوقت الحالي من أخطر الملوثات البيئية، وقد يظهر تأثير هذا التلوث بصورة سريعة ومفاجئة على الكائن الحي، كما قد يأخذ وقتاً طويلاً ، ومنذ الحرب العالمية الثانية وحتى وقتنا الحالي استطاع الانسان استخدام المواد المشعة في إنتاج أخطر القنابل النووية والهيدروجينية والتي تأخذ وقتاً طويلاً ليظهر في الاجيال القادمة [٢٧-٢٨]

(٣-١) فوائد معالجة المياه :-

### لعملية معالجة المياه عدة فوائد أهمها:

١-٣-١ تقليل النفايات البلاستيكية:-

في حال شراء المياه المعبأة بدل شرب مياه الصنبور، فذلك يزيد التلوث بملئ حاويات القمامة بزجاجات بلاستيكية، إذ إن البلاستيك الذي يُستخدم لصناعة زجاجات المياه ليس جيدًا للأرض، أو للصحة، وفي الغالب تحتوي على مواد تتسرب إلى الماء.

٢-٣-١ المحافظة على الأجهزة :-

المياه النظيفة مفيدة للأجهزة مثل الغسالة، وجلاية الصحون، فهي تحافظ على كفاءتها، وبالتالي يمكن توفير المال، إذ تدوم الأجهزة لمدة أطول، وتحتاج كمية أقل من صابون الأطباق، ومنظفات الغسيل، وبالإمكان استعمال الماء البارد لغسل الأطباق، والملابس دون التأثير على الأداء.

٣-٣-١ الحفاظ على الصحة:-

يوجد علاقة واضحة بين المياه والصحة، إذ إن من الأسباب الرئيسية لانتشار أمراض تتعلق بمياه الشرب، فقد تتسبب المياه الملوثة بالمواد العضوية، وغير العضوية بالإصابة بمضاعفات صحية، فعلى سبيل المثال ترتبط مستويات الرصاص العالية في مياه الشرب بتأخر النمو، واضطراب نقص الانتباه، وصعوبات التعلم لدى الأطفال.

٤-٣-١ الحماية من الكائنات الحية الضارة :-

معظم الموارد المائية في العالم غير صالحة للشرب دون معالجتها، وفي الغالب تحتوي المياه غير المعالجة على كائنات دقيقة تتسبب بالإصابة بأمراض كالإسهال، والقىء، وتقنيات معالجة المياه يمكنها القضاء على هذه الكائنات الدقيقة، مما يجعل التقنيات الحديثة لمعالجة المياه آمنة للشرب [٢٩]

## الفصل الثاني

### التقنيات

## (١-٢) معالجة المياه؛-

هي عملية تكون في العادة للموارد المائية السطحية كالبحيرات، أو الخزانات، أو الأنهار، من أجل التخلص من الملوثات، والكائنات الحية فيها عن طريق القيام بمجموعة عمليات بيولوجية، وكيميائية وفيزيائية بهدف جعلها آمنة للشرب، وتحدث بعض هذه العمليات في الطبيعة، بينما يحدث بعضها الآخر في محطات مخصصة لمعالجة المياه [٣٠].

## (٢-٢) التقنيات الحديثة لمعالجة المياه :-

### ١-٢-٢ تقنية النانو :-

هي عملية سهلة جدًا وتُستعمل هذه التقنية لثاني أكسيد التيتانيوم وهذه العملية تقضي على كل من البكتيريا، والسموم الأخرى في الماء، كذلك فهي تكسر المركبات غير المكررة بالأشعة فوق البنفسجية وعلى الرغم من ذلك، لا يُستعمل في طريقة تقنية النانو غشاء معالجة المياه التي يعتمد على البوليمر وهي طريقة تتميز بكون تكلفتها قليلة، ويسهل تطبيقها، كذلك فإنها مناسبة للبيئة لأنها تقلل تراكم الكائنات الحية الدقيقة التي تنمو بسرعة على الأسطح المبللة. [٣١].

### ٢-٢-٢ تنقية الأشعة فوق البنفسجية :-

تسمى هذه التقنية كذلك بطريقة الغليان الإلكتروني ويستخدم فيها الأشعة فوق البنفسجية من أجل القضاء على البكتيريا، والمواد الضارة الأخرى، وهذه العملية سهلة جدًا، ويحتوي الجهاز المستخدم فيها على مصباح زئبقي دقيق يصنع موجات للأشعة فوق البنفسجية والتي تعمل بتشجيع الماء، وثقب خلايا الكائنات الحية الدقيقة، والفيروسات، مما يمنعها من التكاثر، وعلى الرغم من ذلك، تحتاج هذه الطريقة إلى عمليات ترشيح أخرى؛ لأن الجراثيم الميتة تبقى في الماء حتى يدخل مرشح منفصل لإزالة بقايا الجراثيم الميتة.

### ٣-٢-٢ تكنولوجيا الأنابيب النانوية الصوتية:-

تطورت هذه التقنية من قبل مركز تابع لتنقية المياه، وتتخلص هذه التقنية من الملوثات في الماء بواسطة منخل محاط في العادة بأنابيب نانوية ذات قطر صغير، والتي تدفع الماء بعيدًا عن الملوثات، وبذلك تسمح بجمع المياه النقية لوحدها.

### ٤-٢-٢ نظام sun spring :-

هذا النظام ينقي المياه من خلال تقطير حوالي (٥٠٠٠) Gallon من مياه الشرب خلال يوم واحد، ويُستعمل في هذه التقنية بطارية تعمل بواسطة الطاقة المتجددة فقط، وهي تقنية مناسبة للبيئة، وفعالة بتكلفتها البسيطة.

## (٣-٢) المواد الكيميائية المستخدمة في تنقية المياه :-

يمكن تعريف تنقية المياه بأنها تلك العملية التي يتم من خلالها إزالة المركبات الكيميائية غير المرغوبة، والمواد العضوية، والمواد غير العضوية، والملوثات الحيوية، كالفيروسات، والبكتيريا، والطحالب، والفطريات، والطفيليات من الماء، بهدف توفير مياه صالحة للشرب، وتلبية احتياجات التطبيقات الطبية، والصيدلانية، والكيميائية من المياه النقية ونتيجةً لتطور التقنيات المستخدمة في تنقية المياه، تم استخدام العديد من المواد الكيميائية، ومنها ما يأتي: [٣٢]

### ٣-٢-١ الكلورامين والكلور:-

حيثُ تعدّ هذه المواد هي الأكثر استخداماً في تنقية المياه، فهي تعمل على قتل البكتيريا، وغيرها من المواد الضارة الموجودة في الماء، لكن قد يكون الكلور النقي ساماً عند استخدامه بشكل خاطئ، أو عند استخدامه بتركيز مرتفعة. [٣٣]

### ٣-٢-٢ ثاني أكسيد الكلور:-

من الجدير بالذكر أنّ استخدام ثاني أكسيد الكلور في تنقية المياه قد قل استخدامه، وذلك بسبب إنتاجه لغاز سريع الاشتعال، بالإضافة إلى رفع مستويات الكلوريت (Chlorite) أعلى من الحد الموصى بها من قبل حكومة الولايات المتحدة.

### ٣-٢-٣ بيروكسيد الهيدروجين:-

حيثُ يتم دمج هذه المادة الكيميائية مع مركب مُنشط يعرف بحمض الفورميك، لتنقية المياه بفعالية من الكائنات الأولية الضارة، ومسببات الأمراض، وعلى الرغم من ذلك تعدّ التنقية بهذه المادة أبطأ مقارنة بالكلور، كما أن استخدامها بشكل خاطئ قد يؤدي إلى إنتاج مركبات نباتية سامة (Phytotoxin)، بالإضافة إلى تغيير درجة الحموضة أو مستويات الأس الهيدروجيني للمياه.

### ٣-٢-٤ الأوزون:-

أن الأوزون يستخدم لتنقية مياه الصرف الصحي بفعالية من الجراثيم، والمواد الكيميائية، والملوثات العضوية، ألا إنه قد يتفاعل مع العديد من المعادن كذلك المستخدمة في تغليف خزانات الصرف الصحي، والمركبات العضوية، حيث ينتج عن هذا التفاعل مجموعة من المركبات الثانوية. [٣٤]



## (٤-٢) المواد الطبيعية المستخدمة في تنقية المياه:-

فيما يأتي مجموعة من المواد الطبيعية التي يمكن استخدامها في تنقية المياه، ومنها:-

### ٤-٢-١ الرمل:-

استخدم الرمل منذ القدم، في تنقية المياه من الرواسب، فهو قادر على تصفية الجسيمات الصغيرة بحجم ٢٥ ميكرونًا [٣٥].

### ٤-٢-٢ المحار:-

حيث إن المحار عادةً ما يقوم بتنقية طعامه من السموم وكذلك الماء، فالمحار البالغ قادر على تصفية أكثر من ٦٠ Gallon من الماء يوميًا، كما أن الماء الناتج من التصفية يكون صالحاً للشرب.

### ٤-٢-٣ النباتات:-

فالنباتات تقوم بتنقية المياه التي تعيش فيها بشكلٍ طبيعي عن طريق إضافة الأكسجين، وإزالة ثاني أكسيد الكربون، كما تقوم بعض النباتات أيضًا بإزالة المعادن الثقيلة، والسموم، بالإضافة إلى تحفيز نمو البكتيريا المفيدة، ومن هذه النباتات الخس، وزهرة صفير الماء [٣٦].

### ٤-٢-٤ الفحم:-

على الرغم من أن تنقية الماء بالفحم تعد عملية بطيئة، إلا أنها فعالة للغاية، حيث إن الكربون الموجود في الفحم يساعد على إزالة السموم، كما يقوم بفلتر الجسيمات بحجم ميكرون واحد، مثل أكاسيد النيتروجين، والرصاص، والكبريت، ومن الجدير بالذكر أنه عند تنقية الماء منزلياً بالفحم فلا بُدَّ من استخدام الأنواع الصلبة وغسلها جيداً؛ لتجنب ذوبان الفحم الرطب أو المتسخ في الماء بدلاً من تنقيته.

### ٤-٢-٥ جوز الهند:-

يتميز جوز الهند بامتلاكه لطبقات من الألياف التي تمكنه من تصفية الماء عن طريق امتصاص الملوثات، فغالبًا ما تستخدم فلاتر المياه التجارية مرشحات كربون جوز الهند، لإزالة السموم، والجزئيات، كما تساعد قشور جوز الهند على إعاقه حركة معظم الجسيمات، والسموم، والطفيليات، كالكريبتوسبورديوم

## (Cryptosporidium)، والجيارديا (Giardia).

### ٤-٢-٦ التراب الدياتومي:-

هو عبارة عن مسحوق متكتل من الصخور الرسوبية، حيث يساعد قوامه على إزالة الشوائب الكبيرة، مثل الطحالب، بالإضافة إلى الفيروسات المنقولة بالمياه.

## (٥-٢) تنقية المياه:-

هي عملية إزالة الملوثات من المياه الخام .والهدف من ذلك هو إنتاج المياه لغرض محدد للاستهلاك البشري (مياه شرب)، تنقية المياه يمكن أيضا أن تصمم لمختلف الأغراض الأخرى، بما فيها لتلبية الاحتياجات الطبية، الصيدلة، المواد الكيميائية والتطبيقات الصناعية وتشمل أساليب تنقية المياه ولا تقتصر على استخدام الأشعة فوق البنفسجية للتطهير، والترشيح لإزالة العوالق، وإزالة عسر الماء، وتطبيق التناضح العكسي في تحلية المياه البحر [٣٧].

تنقية المياه قد تزيل :-جسيمات الرمل، جزيئات المواد العضوية، الطفيليات، البكتيريا، الطحالب، الفيروس، الفطريات، إلخ ومن المعادن الكالسيوم، والسليكا، والمغنيسيوم إلخ والمعادن السامة (الرصاص، والنحاس والكروم، إلخ )

عادة يمكن ملئ معايير لنوعية مياه الشرب وتتطلب هذه المعايير الحد الأدنى من مجموعة نقاط من الملوثات وإدراج عناصر التحكم التي تنتج مياه الشرب . معايير الجودة في العديد من البلدان تتطلب كميات محددة من المطهر(مثل الكلور أو الأوزون) في المياه بعد أن يغادر محطة معالجة المياه، للحد من خطر إعادة تلوث المياه في نظام التوزيع .

وتبين أن المصدر الرئيس للوباء هو تلوث مصدر المياه لتلك المدينة يعد التطهير باستخدام الكلور من أوائل العمليات التي استخدمت لمعالجة المياه بعد عملية الترشيح وذلك للقضاء على بعض الكائنات الدقيقة من بكتيريا وفيروسات مما أدى إلى الحد من انتشار العديد من الأمراض التي تنقلها المياه مثل ( الكوليرا) وحمى التيفويد . من أهم وسائل معالجة المياه بالوقت الحالي بأسلوب صديق للبيئة هو استخدام الأمواج فوق الصوتية(Ultrasound ) وهي أجهزة تعطي أمواج فوق صوتية ومن ثم يتم بثها عبر المياه بترددات تفوق إمكانية سمع الإنسان لها وتقوم هذه الأمواج بقتل الطحالب وبكتيريا في المياه والتي تسبب الكثير من الأمراض للإنسان بالإضافة إلى رائحتها الكريهة وبالتالي يتم الحد من استخدام الكلور بالمياه بنسبة تصل إلى أكثر من ٦٠% كما يستفاد من الأمواج فوق الصوتية في بحيرات ومزارع الأسماك لنفس المهمة وبالتالي يبقى الماء نظيفا مليئا بالأوكسجين وخالقا بيئة صحية لتنمو فيها الأسماك بشكل أفضل[٣٨].

تقنية المكافحة بالأمواج فوق الصوتية تلقى دعما عالميا وخاصة في دول الاتحاد الأوروبي التي تمنح مستخدميه قروضا ومعونات مالية لاستخدامه في الأحواض المائية (تنقية مياه، مسابح، مزارع، محطات تبريد المياه)

## (٦-٢) خطوات تنقية المياه:-

تُوضَّح النقاط الآتية الخطوات الأساسية لتنقية المياه، ومن الجدير بالذكر أن هذه الخطوات قد تختلف باختلاف المنطقة، ونوعية المياه المراد تنقيتها [٣٩].

### ١- التخثر (Coagulation)

حيثُ يُضاف إلى الماء مواد كيميائية ذات شحنة موجبة، مما يؤدي إلى التصاق الجزيئات سالبة الشحنة بهذه المواد، ويتشكل من هذا الارتباط جسيمات أكبر تسمى ب (floc).

### ٢- الترسيب (Sedimentation)

حيثُ تستقر جسيمات ال (floc) نتيجة لكبر حجمها في قاع المياه، تاركة الماء المفصولة في الأعلى.

### ٣- الفلترة (Filtration)

حيثُ يمر الماء المتبقي الموجود في الأعلى عبر العديد من أنظمة الترشيح المصنوعة من، الرمل، والفحم، والحصى، وبذلك يتم التخلص من عدة ملوثات، كالغبار، والبكتيريا، والمواد الكيميائية، والفيروسات.

### ٤- التطهير (Disinfection)

حيثُ يتم إضافة المطهرات الكيميائية إلى الماء، مثل الكلور، وذلك لقتل جميع أنواع الفيروسات، والبكتيريا المتبقية.

## (٧-٢) تقنيات تحلية المياه Desalination technologies

تحلية المياه هي عملية إزالة المياه العادمة المعادن المحلولة (بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر الملح) من مياه البحر أو المياه عالية الملوحة.

هناك خمس تقنيات أساسية يمكن القيام بها تستخدم لإزالة الملح والمواد الصلبة الذائبة الأخرى من الماء :-

١-التقطير.

٢- التناضح العكسي (RO).

٣-التحليل الكهربائي (ED).

٤- التبادل الأيوني (IX).

٥- تجميد تحلية المياه.

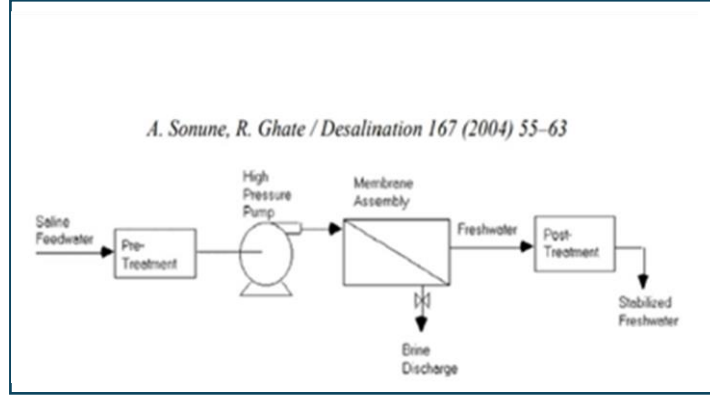
التقطير والتجميد تنطوي على إزالة الماء النقي، في شكل ماء بخار أو ثلج من محلول ملحي. تستخدم في عملية التناضح العكسي والتحليل الكهربائي أغشية لفصل الأملاح الذائبة توجد أنواع مختلفة من محطات تحلية المياه في جميع أنحاء العالم مبينة في الجدول (١-٢) وقد تم استخدام تحلية الماء في العقود القليلة الماضية بشكل متزايد في جميع أنحاء العالم لتحسين المياه الجوفية ومياه البحر لإنتاج مياه الشرب.

Process	No. of plants	Percent of total	Capacity (mgd)	Percent of total
<b>Distillation</b>				
MSF	532	15.1	1955	64.5
ME	329	9.3	145	4.8
VC	275	7.8	65	2.2
<b>Membrane</b>				
RO	1742	49.4	709	23.4
ED	564	16.0	139	4.6
Other	95	2.4	19	0.6
Total	3527	100.0	3032	100.1

كما في الجدول (١-٢) التوزيع النسبي لأنواع مختلفة من محطات التحلية في جميع أنحاء العالم .

تقنية التناضح العكسي هي من أكثر تقنيات معالجة المياه انتشاراً، وهي تضم استعمال أغشية تسمح لإزالة الأملاح الذائبة، والشوائب الأخرى من المياه، ويحوي هذا الغشاء مسامات دقيقة جداً تسمح فقط بمرور الماء، والماء يترك كل المواد السامة، وعلى الرغم من ذلك يجب استعمال غشاء التناضح العكسي المناسب للمحافظة على المعادن الحيوية في الماء في التناضح العكسي يتم ضخ مياه التغذية تحت ضغط عالٍ من خلال أغشية نافذية، وفصل الأملاح من الماء.

تتم معالجة مياه التغذية مسبقاً لإزالة الجزيئات التي قد تسد الأغشية وتعتمد نوعية المياه المنتجة على الضغط وتركيز الأملاح في مياه التغذية، وثابت تخلل الملح في الأغشية [٤٠] كما في الشكل (٢-٢) يعتمد التناضح فقط على تركيز المذاب وليس على نوعه [٤١].



الشكل (٢-٢) مخطط التدفق لنظام التناضح العكسي.

## التحليل الكهربائي (ED) Electrodialysis

باستخدام هذه التقنية، يتم ضخ المياه قليلة الملوحة بضغط منخفضة بين عدة مئات من الأغشية المسطحة أغشية والمتوازية والنافذة للأيونات التي يتم تجميعها في كومة. يتم استبدال الأغشية التي تسمح للكاتيونات بالمرور عبرها بأغشية منفذة للأيونات [٤٢].

## (٨-٢) طرائق معالجة تلوث المياه

### Water Pollution Treatment Methods

تشكل مياه الفضلات المنزلية والفضلات الصناعية مصدراً رئيساً من مصادر تلوث المياه ولذلك فإنه من الضروري إخضاعها إلى معالجة للحد أو الإقلال من الملوثات الكيميائية والبايولوجية قبل طرحها إلى المصادر المائية وتقسيم عملية معالجة مياه الفضلات على ثلاثة مراحل رئيسية (Primary) **Treatment** تتضمن إزالة الاجسام الطافية والعوالق الصلبة بطرق ميكانيكية، بينما مرحلة المعالجة الثانوية (**Secondary Treatment**) تتضمن استعمال معالجات بايولوجية كالترشيح البايولوجي وإستعمال عمليات حيائية تعتمد على قيام الاحياء المجهرية كالبكتيريا بتحليل الشوائب العضوية [٤٣-٤٤]

أما المرحلة الاخيرة وهي: المعالجة الثلاثية (**Tertiary Treatment**) فهي مرحلة متطورة من إجراءات المعالجة التي تتم على المياه الناتجة من المعالجة الثانوية وبطرائق مبنية على أسس كيميائية- فيزيائية يمكن أن تتفوق على الطرائق البايولوجية المستعملة أو أن تصل إلى الجودة نفسها وبكلفة أقل وأن من أهم الطرائق الكيميائية المستعملة في هذا المجال هي: [٤٥]

## ١- الأكسدة الكيميائية Chemical Oxidation

تعتمد هذه الطريقة على إستعمال مؤكسدات كيميائية قوية لأكسدة الملوثات العضوية ومنها الأكسدة الضوئية [٤٦] وإستعمال بيروكسيد الهيدروجين [٤٧] وبرمنغنات البوتاسيوم [٤٨] والكلور ومشتقاته [٤٩] والاوزون وغالباً ما تعامل هذه المؤكسدات بمحلول الصودا الكاوية أو الجير المطفاً لترسيب الاملاح المعدنية في المياه الملوثة [٥٠].

## ٢- التبادل الايوني Ion Exchange

تستخدم منظومة التبادل الايوني لازالة أيونات العناصر الثقيلة والمواد العضوية من المياه الملوثة، إستخدمت هذه الطريقة بكفاءة لازالة بعض أيونات العناصر الثقيلة والفسفور الامونيا وبعض المواد العضوية الملوثة الاخرى [٥١] كما إستخدمت الراتنجات الصناعية على هيئة مبادلات أيونية وإستخدمت أيضاً بعض المواد الطبيعية كالزيولايت للغرض نفسه [٥٢].

ومن مزايا هذه الطريقة :-

أ-قدرتها العالية في الانتقالية .

ب-التخلص من مواد مختلفة ولكن إرتفاع كلفة المبادلات الايونية.

ج-إقتصار صناعتها على مناشئ محدودة يحسب من مساوىء هذه الطريقة.

## ٣- التناضح العكسي Reverse Osmosis Pressure

وهي طريقة فيزيائية مبنية على حقيقة أنه عند فصل محلولين مختلفي التركيز بغشاء نصف نفاذ فإن الماء ينفذ خلال الغشاء من التركيز الواطئ للمذاب في إتجاه التركيز الاعلى ويكون الفرق بين التركيزين هو القوة الدافعة أو الضغط الازموزي (Osmotic Pressure) ويمكن عكس الطريقة بتسليط ضغط على المحلول العالي التركيز فيزداد تركيز المواد الذائبة في ذلك الجانب من الغشاء ويتناقص في الجانب الاخر وبذلك يمكن فصل المذيب عن المحلول بوساطة التناضح العكسي [٥٣].

إستخدمت هذه الطريقة كمرحلة متقدمة في تنقية المياه من الملوثات حيث تسبقها عمليات التبادل الايوني والتعريض الضوئي للحصول على نقاوة عالية للماء كل ما تقدم هو الجانب الايجابي لهذه الطريقة أما من مساوىء هذه الطريقة إرتفاع كلفة التناضح العكسي وذلك للحاجة الدائمة إلى إستبدال الاغشية مما جعل الباحثين والصناعيين يفضلون طرقاً أخرى [٥٤].

#### ٤- الامتزاز Adsorption

تستخدم هذه الطريقة لازالة الملوثات العضوية ذات التراكيز الواطئة جداً والمركبات السامة والاصباغ من مخلفات المياه [٥٥] والتي يتعذر إزالتها بالطرق التقليدية وهذه المكونات يمكن إزالتها وبشكل كبير بوساطة إمتزازها على سطوح كثير من المواد الطبيعية ذات الصفة المسامية (Porosity) مثل الكربون المنشطة الزيولايت [٥٦] وأوكسيد الالمنيوم والفحم الحيواني (Charcoal) وهلام السليكا (Silica gel) [٥٧] والرماد المتطاير الاطيان المسامية [٥٨].

## الفصل الثالث

### الامتزاز



### (١-٣) تعريف الامتزاز:-

هو ظاهرة فيزيوكيميائية تحدث عموماً لمواد سائلة أو غازية تكون في احتكاك مع مادة صلبة، تسمى المادة التي يحدث لها الامتزاز على السطح بالامتزازة (Adsorbate)، ويسمى السطح الذي يتم عليه الامتزاز بالأمزاز (Adsorbate) [٥٩] لا تكاد تخلو أية صناعة من الصناعات القائمة في عصرنا الحالي من الاستفادة منهما، كما وأن صناعات البترول والزيوت والألبان والأصباغ خير مثال على أهمية الامتزاز والفعل المساعد في نموها. إن الاستفادة من تطبيقات الامتزاز لا تقتصر على الجانب الصناعي وإنما تتعدى إلى جوانب أخرى من أهمها التلوث البيئي والمجالات الطبية وما يتعلق منها في معالجة حالات التسمم وتحضير العقاقير [٦٠] ويعد الامتزاز من التقنيات الفعالة المستخدمة في عمليات التنقية والفصل، قد توسعت عمليات تطبيق الامتزاز بشكل اثار اهتمام العديد من الباحثين لما له من دور فعال لإنجاز العديد من عمليات التنقية حتى لا تكاد اي صناعة في يومنا هذا تخلو من عمليات الامتزاز [٦١].

### (٢-٣) أهمية الامتزاز:-

على الرغم من أن الامتزاز يعد من التقنيات القديمة فإنه يمتلك من الأهمية ما يجعل أي صناعة في الوقت الحالي لا تستغني عنه في تطبيقاتها واستخداماتها، فهو يستخدم في صناعات البترول والأصباغ والصناعات الغذائية كالزيوت والألبان وغيرها من الصناعات التي لا مجال لحصرها، وتستخدم عملية الامتزاز لإنجاز العديد من عمليات الفصل خاصة تلك التي يتعذر إنجازها أو أن إنجازها يكون غير عملي باستخدام الطرق التقليدية مثل عملية التقطير أو الامتصاص أو حتى باستخدام النظم ذات الأساس الغشائي. وربما تكون أكثر التطبيقات المعروفة لعملية الامتزاز شيوعاً هي عملية معالجة وتنقية المياه. خاصة تلك الناتجة من العمليات الصناعية المختلفة ومياه الصرف الصحي وذلك لإزالة أي أثر للمواد الملوثة ذات الخطورة السمية الكبيرة على البيئة والمجتمع فضلاً عن معالجة اللون والطعم والرائحة الناتجة عن التلوث، تنتج المياه الصناعية المعدومة الحاوية على المواد العضوية واللاعضوية من العديد من الصناعات كالصناعات الدوائية ومصانع الجلود والدباغة والأنسجة والورق ومصافي النفط وغيرها. ويختلف نوع المواد العضوية الناتجة حسب نوعية الصناعة إذ إن بعض هذه المواد العضوية ضار وصعب التحلل والبعض الآخر أقل ضرراً وسهل التحلل [٦٠].

### (٣-٣) أنواع الامتزاز:-

يصنف الامتزاز بالاعتماد على نوع وطبيعة القوى التي تربط جزيئات أو ذرات المادة الممتزة بالسطح الماز، وتتحد هذه القوى حسب طبيعة المادة المازة فضلا عن طبيعة السطح الماز من حيث نشاطه الإلكتروني، وعليه يمكن أن يصنف الامتزاز إلى نوعين:- [٥٩]

#### ١-٣-٣ الامتزاز الفيزيائي:-

يعرف الامتزاز الفيزيائي بالامتزاز الطبيعي أو امتزاز فاندرفالس (Vander Waals) وهو عبارة عن قوى تجاذب طبيعية تحدث بين السطح الماز والذي يكون خاملا بسبب التشبع الإلكتروني لذراته نتيجة للأواصر التي ترتبط بها تلك الذرات مع الجزيئات أو الأيونات التي يتم امتزازها بتكوين عدة طبقات جزئية على سطح الامتزاز

#### ٢-٣-٣ الامتزاز الكيميائي:-

يعرف بالامتزاز النشط ويحدث على السطوح النشطة غير المشبعة إلكترونيا، إذ تميل فيه السطوح إلى تكوين أواصر كيميائية مع الذرات أو الجزيئات أو الأيونات التي يتم امتزازها على السطح، ويصاحب هذا النوع من الامتزاز تكوين طبقة أحادية الجزيئة على السطح الماز. ومن أهم ما يميز هذا النوع من الامتزاز أنه يحدث في ظروف معينة ولا يحدث في سطح آخر عند الظروف نفسه [٥٩].

### (٤-٣) آلية الامتزاز:-

١- انتشار المادة الممتزة من الطور السائل إلى الخارجي إلى المنطقة القريبة من سطح المادة المازة وهي مرحلة سريعة جدا.

٢- انتشار خارجي للحبيبات من المواد أي انتقال المادة الممتزة من خلال غشاء سائل نحو سطح المادة المازة وهي مرحلة سريعة.

٣- انتقال داخلي للحبيبات من المواد أي انتقال المادة داخل البنية المسامية للسطح الخارجي للحبيبات نحو المواقع النشطة وهي مرحلة بطيئة.

٤- ظاهرة الامتزاز في اتصال مع المواقع النشطة وهي مرحلة سريعة جدا [٦٢].

### (٥-٣) العوامل المؤثرة على ظاهرة الامتزاز:-

٣-٥-١ طبيعة الماز:- قدرة الامتزاز تكون في علاقة طردية مع السطح النوعي للمادة المازة، حركية التفاعل تتأثر بحجم المسامات شكلها وتوزيعها [٥٩].

٣-٥-٢ تأثير الممتزة:- للحصول على امتزاز جيد يجب تحقيق الفة بين الصلب والمذاب بصفة عامة، المواد الصلبة القطبية تتميز بأفضل القطبية الأخرى، والعكس الصلب الغير القطبي يمتاز بأفضل المركبات غير القطبية [٥٩].

٣-٥-٣ أبعاد المسامات:- بعد المسامات مهم جداً أثناء امتزاز الأجسام المنحلة مقارنة بالغازية، وذلك لأن أبعاد الجسيمات المنحلة تستطيع أن تتغير في حدود واسعة مقارنة بأبعاد الجسيمات الغازية [٥٩].

٣-٥-٤ السطح النوعي :- حركة الامتزاز تتعلق ببعد السطح الخارجي للجسيمات وهي أساسية من أجل استعمال الماز، هذا السطح الخارجي يمثل جزء صغير من السطح الكلي المتوفر للامتزاز. السطح الكلي للامتزاز يزداد بسحق الكتلة الصلبة [٦٣].

٣-٥-٥ تأثير درجة الحرارة:- عمليات الامتزاز غير المعقدة من التفاعلات الكيميائية الناشئة دوماً للحرارة، عندما ترتفع درجة الحرارة تصبح ظاهرة الامتزاز مهيمنة. على العكس من أجل امتزاز نشط بلوغ حالة توازن الامتزاز يكون بطيء ومنه فزيادة درجة الحرارة تساعد على الامتزاز [٥٩].

٣-٥-٦ تأثير الرقم الهيدروجيني pH:- درجة الحموضة لها تأثير كبير على خصائص الامتزاز وفي معظم الحالات يتم الحصول على أفضل النتائج في أدنى قيمة لل PH في هذه الخاصية تنطبق بشكل خاص على امتزاز المواد الحمضية [٥٩]. يختلف تأثير الدالة الحامضية في سعة الامتزاز باختلاف السطوح المازة وطبيعة المادة الممتزة، حيث أن تغيرات الدالة الحامضية التي تؤدي إلى زيادة ذوبانية المادة الممتزة في المحلول تقلل من كمية الامتزاز بالعكس الحالة السطوح من التغيرات التي تؤدي إلى تقليل ذوبانية الجزيئات الممتزة، كما أنه في . الحاوية على مواقع مستقطبة أو مشحونة فإن كمية الامتزاز تزداد إذا اكتسب السطح شحنة مخالفة لشحنة الدقائق الممتزة من خلال تأثير الحامضية، وبالعكس تقل كمية الامتزاز إذا اكتسب السطح أو الدقائق الممتزة شحنة متشابهة [٦٤].

٣-٥-٧ تأثير المذيب:- يؤثر المذيب في سلوك عملية الامتزاز من خلال تداخله مع المذاب في المحلول، وكلما كانت المادة قليلة الذوبان في المذيب تزداد قوة امتزازها على سطح المادة المازة ويتداخل المذيب مع السطح الماز، ويعتمد التداخل على التركيب الكيميائي لكليهما، ويتداخل المذيب أيضاً مع المادة المذابة في الطبقة الممتزة على السطح الماز [٦٤].

٣-٥-٨ تأثير التركيز:- بصورة عامة تزداد كمية المادة الممتزة من المحلول بزيادة تركيزها، وفي بعض الحالات تتوقف عملية الامتزاز عندما تتكون طبقة واحدة من المادة الممتزة على السطح إلا أنه قد يستمر في حالات أخرى ليكون عدة طبقات من المادة الممتزة على سطح المادة المازة، وعندها تكون كمية المادة الممتزة أكبر من الامتزاز أحادي الطبقة. إن الشكل الذي يوضح العلاقة بين كمية المادة الممتزة وتركيز الاتزان يسمى ايزوثيروم الامتزاز، ومن شكل الايزوثيروم تستطيع التنبؤ بعلاقة كمية الامتزاز مع تركيز المادة الممتزة في المحلول [٦٤].

(٦-٣) هناك طريقتان شائعتان للامتزاز هما:-

٣-٦-١ الامتزاز بالكربون المنشط:-

تعالج مياه الفضلات الصناعية أولاً بالترسيب أو الترشيح، لإزالة المعادن الثقيلة المترسبة ثم تمرر المياه على عمود أو حوض حاوي على الفحم المنشط، حيث تلتصق ذرات المادة المنحلة بالكربون. تعد هذه الطريقة فعالة في إزالة المواد العضوية كما تستعمل بشكل شائع في إزالة الكلور من المياه، حيث إن الكلور وهو من فئة (الهالوجينات) يجري امتزازه بشدة من قبل الكربون المنشط .

لا تستعمل هذه الطريقة عند وجود نسب عالية من الحديد أو المنغنيز التي تسبب صدأ حبيبات الكربون، مما لا يسمح بإزالتها بوساطة الغسيل العكسي، كذلك يجب أن يكون الماء متوازناً من ناحية ثاني أكسيد الكربون، خاصة وأن نقصانه يؤدي إلى تفكك  $\text{HCO}_3$  وظهور  $\text{CO}_2$  في الماء إن جذر  $\text{CO}_3$  يؤدي إلى ترسب  $\text{CaCO}$  حول جزيئات الكربون، مما يخفض نشاطها في الامتزاز.

٣-٦-٢ الترويق بالماز القابل للانحلال:-

هناك بعض المواد الكيميائية المازة التي تكون بحالة منحلة من أجل قيم منخفضة لـ pH، وتصبح غير قابلة للانحلال من أجل قيم عالية لـ pH. في مياه الفضلات الصناعية التي أضيفت إليها هذه المواد المازة، يرفع رقم الـ pH لترسيب الهيدروكسيدات، وعند هذه القيم العالية يتم امتزاز ما تبقى من المعادن المنحلة من قبل المادة المازة التي أصبحت الآن بشكل غير منحل، مما يعمل على ترسيبها مع الهيدروكسيد.

### (٧-٣) التحليل البيئي :-

التحليل البيئي هو فرع منفصل ومتطور من الكيمياء التحليلية حيث يتم تطبيق تقنيات تحليلية مختلفة:

١- طرق الامتزاز / الكروماتوغرافي.

٢- الامتزاز / الكهروكيميائية.

٣- الطرق الطيفية.

٤- القياسية الضوئية لها أهمية كبيرة.

وفي الواقع، فإن التحليل البيئي هو في الغالب تحليل أثري مطبق، في حالة وجود الملوثات بكميات ضئيلة أو ضئيلة للغاية وبالتالي، يتطلب التحليل البيئي منهجية سريعة وحديثة وموثوقة للكشف عن الملوثات بكميات صغيرة جدا خلال فترة زمنية قصيرة وبدرجة عالية من الدقة دعونا نفكر في مثالين للتحليل البيئي المتعلق بعلم الامتزاز [٦٥].

٣-٧-١ التحليل الكهرو كيميائي للمواد النشطة السطحية الممتزة (SAS):-

يتعامل هذا النوع من التحليل مع تكوين القطب الكهربائي / الطبقة المزدوجة بسبب امتزاز العديد من المركبات الكيميائية العضوية وغير العضوية عند واجهة المحلول / القطب تؤثر هذه العملية على خصائص القطب / الطبقة المزدوجة بطريقة قابلة للقياس، وتشكل الأساس للتحليل الكهرو كيميائي لـ SAS القابل للامتصاص الموجود في المحلول.

٣-٧-٢ الطرق الكروماتوغرافية تتم عن طريق أخذ العينات وتحضير العينات:-

يتم تطبيق ظاهرة الامتزاز على نطاق واسع لأخذ عينات من الهواء والمياه السطحية والمياه العادمة ويتحقق أخذ العينات جنباً إلى جنب مع تخصيص التحليلات ونظراً لانتقائية الامتزاز، تتم إزالة الملوثات محل الاهتمام بشكل انتقائي من مصفوفة العينة السائبة، ويتم تركيزها مسبقاً وتنظيفها وفصلها إلى مواد فردية وتحليلها بواسطة تحليل كروماتوغرافيا الامتزاز للغاز والسائل أو التقنيات الكروماتوغرافية ذات الصلة ذات الصلة (TLC، HPLC، الخ.) من بين طرق الامتزاز المطبقة لعزل المواد التحليلية من العينات السائلة ولتركيزها المسبق، تتمتع تقنية الاستخلاص (SPE) بأهمية عملية [٦٦].

### (٨-٣) انواع المادة المازة:-

#### ١-٨-٣ الزيوليت:-

نوع من أحجار سلكيات الألومنيوم، وهي مجموعة من المركبات المتكونة أساسا من السلكيات والألومينات المهمة، المعادن القلوية ومعادن الأرض القلوية، وهي أجسام صلبة تتواجد على شكل مسحوق أبيض، ويمكن أن يتغير اللون إذا استبدل الأيون الموجب بأحد العناصر الانتقالية عالية المسامية وتستخدم كثيرا في عمليات الامتصاص الكيميائية ومن أنواعه [٦٠].

#### ١- الزيوليت الطبيعي:-

تتواجد الزيولينات في الحالة الطبيعية في الحجارة البازلتية وفي الرواسب، فقد تكونت عبر العصور الغابرة تحت تأثير المياه المعدنية الساخنة، أغلبيتها سميت على حسب إسم مكتشفها. إن انتاج العالم السنوي للزيوليت الطبيعي هو ٤ مليون طن، ٣ مليون طن منها تشحن إلى الأسواق الصينية، والدول الرائدة في انتاج الزيوليت الطبيعية في أوروبا الشرقية، أوروبا الغربية، آسيا وأستراليا. هناك ٤٥ نوع من الزيولينات الطبيعية قد تم اكتشافها [٦٠].

#### ٢- الزيوليت الاصطناعي:-

نظرا لذرة الزيولينات الطبيعية لجأ العلماء إلى محاولة صنع زيوليت له نفس خواص الزيوليت الطبيعي. يوجد ١٥٠ نوع من الزيولينات الاصطناعية، وهي الأكثر استعمالا في الصناعة، منها ما له نظير في الزيولينات الطبيعية، وهناك بعض منها بدون بنية هيكلية كاملة [٦٢].

#### ٢-٨-٣ أكسيد الألمنيوم :-

أكسيد الألمنيوم هو أكسيد امفوتيري للألومنيوم صيغته الكيميائية  $Al_2O_3$  ويشيع الإشارة اليه بأسماء الألومينا أو الزفير أو الألوكسيت في أوساط التعدين والسيراميك وعلم المواد ويتم انتاجها عبر عملية باير من البوكسيت [٦٣].

أهم استخداماتها هو انتاج فلز الألومنيوم، الكورندم هو أكثر الصيغ البلورية شيوعاً لأكسيد الألومنيوم، الياقوت والزفير هما صيغ أقل شيوعا بكثير للكورندم ويأخذوا ألوانهم المميزة من الشوائب. وتوجد أيضا مع مواد أخرى في خام البوكسيت الذي يعد مصدرا رئيسيا للألومينا التي يصنع منها المنتجون الألومنيوم.

الألومينا عالية النقاوة المنتجة بعملية (باير) متاحة في صورة متفاعلة أو متكلسة وتباع الأخيرة تحت الإسم التجاري ألومينا صفيحية، والألومينا المصهورة متاحة أيضا كمنتج مصنوع من البوكسيت، الذي ركز أثناء الصهر بإزالة الحديد والسيلكا

في صورة حديد سليكوني (فرو سليكون). وقد تصنع رتب خاصة من الألومينا من منتجات عملية باير [٦٣].

توجد الألومينا في أشكال بلورية متعددة، ولهذه الأشكال الصيغة الكيميائية نفسها، ولكنها تختلف في انتظام ذرات الألومنيوم والأكسجين. ويمكن إن تتغير هذه الأشكال المتنوعة من شكل إلى آخر عن طريق تسخينها لدرجة حرارة معينة. يوجد على شكل نمطين يختلفان عن بعضهما في البنية البلورية، وبالتالي يختلفان أيضا في الخصائص الفيزيائية والكيميائية بالإضافة إلى التطبيقات، وهما النمط الفا ( $\alpha$ ) والنمط غاما ( $\gamma$ ).

١- أكسيد الألمنيوم ( $\alpha$ ) :-

يكون على شكل بلورات بيضاء قاسية، لا تتحلل في الأحماض ، ولا تظهر أي شغف للرطوبة (استقطاب). يتم الحصول عليها من تسخين هيدروكسيد الألمنيوم فوق  $1100^{\circ}\text{C}$ .

٢- أكسيد الألمنيوم ( $\gamma$ ) :-

يتشكل من تسخين هيدروكسيد الألمنيوم إلى حوالي  $400^{\circ}\text{C}$  فنحصل على مسحوق أبيض ناعم شغوف للرطوبة، ينحل في كل من الأحماض بالتسخين فوق  $400^{\circ}\text{C}$  يتحول إلى النمط الفا. يتميز بأن لديه قابلية كبيرة للامتصاص، لذلك يستخدم في الكروماتوغرافيا، في عمليات التجفيف وفي إزالة ألوان المحاليل [٦٠].

٣-٨-٣ التيتانيا  $\text{TiO}_2$  :-

ثاني أكسيد التيتانيوم أو أكسيد التيتانيوم الرباعي أو تيتانيا هو أكسيد يتكون طبيعيا للتيتانيوم، وله الصيغة الكيميائية  $\text{TiO}_2$  وثاني أكسيد التيتانيوم مشهور بسبب استخداماته الكثيرة منها استخداماته في تلوين الطعام [٦٢].

٣-٨-٤ زركونيا  $\text{ZrO}_2$  :-

أكسيد الزركونيوم الرباعي أو ثنائي أكسيد الزركونيوم والذي يعرف أيضا باسم زركونيا عبارة عن مركب كيميائي له الصيغة  $\text{ZrO}_2$ ، ويكون على شكل مسحوق بلوري أبيض. إن الشكل البلوري المركب يعرف باسم الزركون ويستخدم في مجال الأحجار الكريمة كبديل رخيص الثمن للألماس. يحضر صناعيا من سيليكات الزركونيوم والتي تتألف من معدن الزركون، وذلك بإجراء عمليات غسل للمعدن وتنظيفه من الشوائب ثم إجراء عملية تكليس نحصل على أكسيد الزركونيوم [٦٣].

### ٣-٨-٥ السيلكا جل:-

هلام السيلكا جل هي مادة حبيبية لها بريق زجاجي، مسامية وهي شكل من أشكال أكسيد السيليكون، تخلق اصطناعيا من سيليكات الصوديوم. هلام السيلكا صعب وقاسي. وهو أكثر صلابة من هلام السيلكا المنزلية الشائعة، ومن صورها الجيلاتين أو الآجار، وهو معدن طبيعي حيث يتم تنقيته ومعالجته وتحويله إلى أي شكل سواء كان حبيبات أو خرز السيلكا جل يتكون من مادة السيلكا وهي مادة شديدة الامتصاص للرطوبة، وذات درجة حموضة عالية، الأمر الذي يبين لنا الغرض من ووضعها في الأحذية، حقائب اليد وداخل علب الأجهزة الالكترونية وذلك للحفاظ على هذا النوع من السلع لمدة أطول لكونها معرضة للتلف من الرطوبة خاصة السلع كلمة الجلدية ، الالكترونية والغذائية أيضا، إذ يتم اضافته بنسب مدروسة إلى بعض المواد الغذائية بحيث لا يسبب أي أمراض أو تسمم ، تحضر عن طريق تحمض محلول مائي من سيليكات الصوديوم لإنتاج راسب هلامي ثم يتم غسله ثم تجفيفه لإنتاج السيلكا جل عديمة اللون [٦٠].

(٣-٩) استخدام تقنية الامتزاز في تقدير عدد من المركبات العضوية واللاعضوية في نماذج المياه الملوثة :-

تضمنت هذه الدراسة تحضير مواد مازة جديدة من مصادر نباتية أولية هي (الخرنوب وقشور الرمان وقشور الموز وقشور الرز) حيث تم دراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية، إذ تم تعيين نسبة الرطوبة وقياس الكثافة وتقدير الدالة الحامضية للفحم المحضر وكذلك تم حساب محتوى الرماد حيث تم الحصول على نتائج مطابقة للفحم المنشط القياسي حيث تم استخدام الفحم المحضر في امتزاز بعض الأيونات للعناصر الثقيلة وهي النحاس والكروم والكادميوم والرصاص والمركبات العضوية الأروماتية وهي الانثراسين والفينانثرين.

وكانت أفضل المواد المازة المستخدمة في هذه الدراسة هي الخرنوب وأثبت هذا الشيء من خلال النتائج التي تم الحصول عليها مقارنة بالمواد المازة المذكورة ، وتراوحت النسب المئوية لأزلة تلك الملوثات من (٦٦\_٩٣) % تبعاً لطبيعة المادة الممتازة. ودرست الظروف المثلى لامتزاز هذه المواد مثل التركيز ودرجة الحرارة والرقم الهيدروجيني للوسط وكمية الفحم المنشط المستخدم كذلك حجم المقاس الحبيبي . وظهرت الدراسة ان التركيز المناسب لامتزاز هذه المواد هو عند (١٠ ppm - ٢٠ ppm) وعند الدالة الحامضية الطبيعية. لكل مركب وأيون (٤.٩- PH=٣.٨) ووجد ان افضل وزن للفحم المنشط المحضر هو (٠.١ g) و بحجم حبيبي للفحم (٥٠٠ um) وأظهرت النتائج أن النسبة المئوية للامتزاز تقل بزيادة درجة الحرارة . وتم حساب ثابت الاتزان للامتزاز من النسبة بين الممتز والمتبقي في المحلول عند درجات حرارية مختلفة مما سهل حساب الدوال الترموداينميكية



للامتزاز عند الاتزان حيث أظهرت قيم ( $\Delta H$ ) وتم معالجتها باستخدام المواد المازة المحضرة.

الهدف من الدراسة **Aim of study** يعد تلوث المياه بالعناصر الثقيلة والمركبات العضوية الأروماتية من المشكلات الكبيرة التي تواجهنا في العصر الحالي ، الأمر الذي دفع الباحثين والهيئات المتخصصة للاهتمام بهذا الأمر، وبالنظر لما يتمتع به الامتزاز من اهميه كبيره في إزالة هذه الملوثات والتي تعد سامة عند وجودها بتراكيز معينة فإن استخدامه في إزالتها أعطت نتائج جيدة في عملية التخلص من هذه المواد وتم تسليط الضوء على العديد من المواد المازة المستخدمة في إزالة الملوثات.

## الاستنتاج

من بين التقنيات الممكنة لمعالجة المياه تظهر عملية الامتزاز بواسطة الممتزات الصلبة، وهي إمكانية كواحدة من أكثر الطرق فعالية لمعالجة وإزالة الملوثات العضوية في معالجة مياه الصرف الصحي، يمتاز بمزايا على الطرق الأخرى بسبب التصميم البسيط ويمكن أن ينطوي على إستثمار منخفض من حيث التكلفة الأولية، تستخدم عملية الإمتزاز على نطاق واسع لمعالجة المياه من الملوثات العضوية وغير العضوية وتلقى اهتماما كبيرا من الباحثين في السنوات الأخيرة تم تكثيف البحث عن مواد مازة منخفضة التكلفة ذات قدرات ملزمة لازالة تلوث المياه، يمكن إستخدام المواد المتوفرة محليا مثل المواد الطبيعية والنفايات الزراعية كمواد مازة منخفضة التكلفة .

## المراجع:-

[١] العابد، ابراهيم. معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية: جامعة قاصدي مرباح ورققلة.

[٢] Zhang B, Zeng X, Xu P, Chen J, Xu Y, Luo G, et al. Using the novel method of nonthermal plasma to add Cl active sites on activated carbon for removal of mercury from flue gas. Environ Sci Technol. 2016;50(21):11837-43

[٣] Metcalf and Eddy, Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse.

[٤] H.S. Rai, M.S. Bhattacharyya, J. Singh, T.K. Bansal, P. Vats, U.C. Banerjee, Removal of dyes from the effluent of textile and dyestuff manufacturing industry: a review of emerging techniques with reference to biological treatment, Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 35 (2005) 219-238.

[٥] V. Midha, A. Dey, Biological treatment of tannery wastewater for sulfide removal journal of international, Chem. Sci. 6 (2009) 472-486.

[٦] I. García-Montaño, X. Domènech, J.A. García-Hortal, F. Torrades, J. Peral, The testing of several biological and chemical coupled treatments for Cibacron Red FN-R azo dye removal, J. Hazard. Mater. 154 (2008) 484-490.

[٧] E. Hosseini Koupaie, M.R. Alavi Moghaddam, S.H. Hashemi, Post-treatment of anaerobically degraded azo dye Acid Red 18 using aerobic moving bed biofilm process: enhanced removal of aromatic amines, J. Hazard. Mater. 195 (2011) 147-154.

[٨] B.K. Körbahti, K. Artut, C. Geçgel, A. Özer, Electrochemical decolorization of textile dyes and removal of metal ions from textile dye and metal ion binary mixtures, Chem. Eng. J. 173 (2011) 677-688.

[٩]E. Alventosa-deLara, S. Barredo-Damas, M.I. Alcaina-Miranda, M.I. Iborra-Clar, Ultrafiltration technology with a ceramic membrane for reactive dye removal: optimization of membrane performance, *J. Hazard. Mater.* 209- 210 (2012) 492-500.

[١٠]G. Zhang, L. Yi, H. Deng, P. Sun, Dyes adsorption using a synthetic carboxymethyl cellulose-acrylic acid adsorbent, *J. Environ. Sci.* 26 (2014) 1203-1211

[١١] P.J.M. Carrott, M.M.L.R. Carrott, R.A. Roberts, Physical adsorption of gases by microporous carbons, *Colloids Surf.* 58 (1991) 385-400.

[١٢]A.Z. Abdullah, B. Salamatinia, A.H. Kamaruddin, Application of response surface methodology for the optimization of NaOH treatment on oil palm frond towards improvement in the sorption of heavy metals, *Desalination* 244 (2009) 227-238.

[١٣]H. Marsh, F. Rodríguez-Reinoso, Production and reference material, in: *Activated Carbon*, Elsevier Science Ltd, Oxford, 2006.

[١٤]M.S.U. Rehman, I. Kim, J.I. Han, Adsorption of methylene blue dye from.

Aqueous solution by sugar extracted spent rice biomass, *Carbohydr. Polym.* 90 (2012) 1314-1322.

[١٥]B. Salamatinia, A.A. Zinatizadeh, A.H. Kamarudin, A.Z. Abdullah, Application of

Response surface methodology for the optimization of Cu and Zn removals by sorption on pre-treated oil palm frond (OPF), *Iran. J. Chem. Eng.* 3 (2006) 73-38.

[١٦]B.Salamatinia,A.H.Kamaruddin,A.Z.Abdullah, Modeling of the continuous copper and zinc removal by sorption onto sodium hydroxide-modified oil

Palm frond in a column, Chem. Eng. J. 145 (2008) 259-266.

[17] B.H. Hameed, A.A. Ahmad, N. Aziz, Adsorption of reactive dye on palm-oil industry waste: equilibrium, kinetic and thermodynamic studies, Desalination 247 (2009) 551-560.

[18] V.K. Gupta, Suhas, Application of low-cost adsorbents for dye removal – a Review, J. Environ. Manage. 90 (2009) 2313-2342.

[19] L. Ding, Y. Zheng, Y. Hong, Z. Ring, Effect of particle size on the hydrothermal stability of zeolite beta, Microporous Mesoporous Mater. 101 (2007) 432-439.

[20] B.R. Müller, Effect of particle size and surface area on the adsorption of bilirubin on activated carbon, Carbon 48 (2010) 3607-3615.

[21] M.J. Sweet, A. Chessher, I. Singleton, Review: metal-based nanoparticles; size,

Function, and areas for advancement in applied microbiology, Adv. Appl. Microbiol. 80 (2012) 113-142.

[22] A. Malshe, D. Deshpande, Nano and microscale surface and sub-surface modifications induced in optical materials by femtosecond laser machining. J. Mater. Process. Technol. 149 (2004) 585-590.

[23] T. Okada, J. Suehiro, Synthesis of nano-structured materials by laser-ablation

And their application to sensors, Appl. Surf. Sci. 253 (2007) 7840-7847.

[24] Y.H. Chen, Synthesis, characterization and dye adsorption of Ilmenite Nanoparticles, J. Non-Cryst. Solids 357 (2011) 136-139

[٢٥] C. E. Warren, "Biology and Water Pollution Control", 1<sup>st</sup> ed. W. B. Saunders Company, London, (1971), p. 434.

[٢٦]A. Turk, J. Turk and Witters," Ecology Pollution environmental ",1<sup>st</sup> ed., W. B. Saunders Company, London, (1972), p. 217.

[٢٧] . M. A. Al-Omar, "Environmental Pollution ",1<sup>st</sup> ed., Wail Publisher, Jordan, (2000), p. 171.

[٢٨]P.Wiseman,"Introduction to Industrial Organic Chemistry", 2<sup>nd</sup> ed., London ,Appl. Sci., (1980).

[٢٩]Health Benefits Of Water Treatment,"Proudgreenhome.com, 22/8/2016, Retrieved 4/2/2022. Edited.

[٣٠]Cairn, Julie Hutchins (11/6/2018), "Water Treatment", encyclopedia.com, Retrieved 4/2/2022. Edited.

[٣١] Psymbolic Staff (17/10/2018), " 5 Modern Technologies Used in Water Treatment",psymbolic.com, Retrieved.4/2/2022. Edited.

[٣٢]Archis Ambulkar, "water purification",Britannica, Retrieved 5/1/2021.Edited.

[٣٣] Chris Sherwood (21/7/2017), "What. أ ب ج Chemicals Are Used to Purify Drinking Water?".Sciencing, Retrieved 6/1/2022. Edited

[٣٤] John Brennan (25/4/2017), "Ozone Water.Treatment Disadvantages", Scienceing, Retrieved 6/1/2022. Edited.

[٣٥]Parker (24/4/2017) Natural أ ب ج Materials Used for Water Filtration", Sciencing,.Retrieved 5/1/2022. Edited

[٣٦]Natural Materials Used For Water أ ب ج "Filtration", Tdtu, 9/5/2018, Retrieved 5/1/2022 ,Edited.

[٣٧]مصطفى الشهابي (٢٠٠٣) أحمد شفيق الخطيب (المحرر). معجم الشهابي في مصطلحات العلوم الزراعية (بالعربية والإنجليزية واللاتينية) (ط. ٥) بيروت مكتبة

ISBN: 978-9953-10-550-5.831 ناشرون . ص لبنان

OCLC:1158683669. QID:Q115858366.

نسخة محفوظة ٠٤ أغسطس ٢٠١٧ على Khayma أب [٣٨]

موقع واي باك مشين.

[٣٩] Jillian Kubala (1/3/2018), "Purified vs. Distilled vs Regular Water: What's the Difference?", healthline, Retrieved 6/1/2021. Edited.

[٤٠] I. Cabasso, Membrane Encyclopedia Polymer Science Engineering, 1987.

[٤١] Vapor pressure, boiling and freezing temperatures of a solution, <http://urila.tripod.com/colligative.htm>, 1998.

[٤٢] W.S. Ho and N.N. Li, Membrane processes in: Perry's Chemical Engineering Handbook, 6<sup>th</sup> ed., New York, 1984.

[٤٣] M. A. Al- Omar, "Environmental Pollution ", 1<sup>st</sup> ed., Wail Publisher, Jordan, (2000), p. 171.

[٤٤] A. C. Chris, "Principles of Industrial Chemistry", 1<sup>st</sup> ed., Wiley, New York, (1978), p. 135.

[٤٥] S. Chenpph, Environ. Inter., 23, (1997) 63.

[٤٦] K. E. Lipezynkak and J. R. Bolton, Environ. Sci. Technol., 20. (1992) 259.

[٤٧] A. Mokerini and D. Qusse, Wat. Sci. and Technol., 35, (1997) 95.

[٤٨] J. J. Memcarthy and W.F. Gowen, Proc. Ind. Waste Conf., 32, (1977) 310.

[٤٩] H. Taube and J. barag, J. Am. Chem. Sec., 62, (1980) 33579.

[٥٠] M. Stern, E. Heinzle and O. M. Kut, Wat. Sci. and Technol., 35. (1997) 329.

- [٥١] F.G. Helfferich, Chem. Eng. Proc., 50, (1977) 91.
- [٥٢] A. Fujishima and M. Yasuhisa, J. Electro Chem. Soc., 128 (8), (1981) 1731.
- [٥٣] R. Kunin, Chem. Eng. Proc., 50, (1977) 95.
- [٥٤] R. W. Legon, Chem. Eng., 89 (2), (1982) 502.
- [٥٥] M. Chiou, P. Ho and Hising, J. Chin. Chem. Eng., Vol. 34, 6, (2003) 625.
- [٥٦] L.Markovska,V. Meshiko,V. Novski and M. Marinkovski, J. Serb. Chem. Soc., 66 (7), (2001) 463.
- [٥٧] L. D. Newton and R. D. Devaney, Encyclo. Sur. And Collo. Sci., 996, (2004) 20.
- [٥٨] V.K.Gupta,D.S.Mohan and Sharma, Sep. Sci. Technol., 35, (2000) 2097.

[٥٩] ناصري ابتسام، وحمادة إيمان امتزاز صبغة البلورة البنفسجية من محاليلها المائية بواسطة أطيان الإيليت بطريقة الدفعات والعمود الوادي، أطروحة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، قسم الكيمياء، ٢٠١٩.

[٦٠] دكتورز غود العيد المساهمة في تثمين ألياف النخيل التطبيق في إزالة بعض الملوثات من وسط مائي، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه جامعة قاصدي مرباح ورقلة، كلية العلوم التطبيقية قسم هندسة ٢٠٢١ طرائق.

[٦١]Anon, "The Colour Index", 3<sup>rd</sup> ed., Society of Dyers and Colourists, English and American Association of Textile Chemists and Colourists, (1971).

[٦٢]زهراء إسماعيل حسن التخلص من ملوثات المياه بواسطة ظاهرة الإمتزاز، بحث مقدم مجلس كلية العلوم ، ٢٠١٧، جمهورية العراق، وزارة التعليم العالي والبحث جامعة القادسية.

[٦٣] نسرين الأحمد ، نزع بعض الأصبغة من المحاليل المائية باستخدام الفحم الفعال المنتج من نوى الكرز الماني، شهادة ماجستير في الكيمياء، جامعة حلب، قسم الكيمياء، ٢٠١٧.



[٦٤] وفاء ناصر ومحمد سعيد من مذكرة الدراسة الحركية والترموديناميكية لإمتزاز الأيونات من محاليلها المائية على سطح فوسفات التيتانيوم، قسم الكيمياء، جامعة كربلاء، العراق، ٢٠٠٦.

[٦٥] J. Bladdek, S. Neffe, in: A. Dačbrowski Žed. , Adsorption and its Applications in Industry and. Environmental Protection, vol. 120B, Elsevier, Amsterdam, 1999, p. 3 .

[٦٦] M. Raisglid, M. Burke, in: A. Dačbrowski Ed. , Adsorption and its Applications in Industry andŽ . Environmental Protection, vol. 120B, Elsevier, Amsterdam, 1999, p. 37 .