

استخدام بعض المخثرات الطبيعية في معالجة المواد العالقة في المياه

زينة علي حميد
مدرس مساعد

د.رافع جمال يعقوب
مدرس

قسم هندسة العمليات النفطية-جامعة تكريت

استلم 2012/12/13، قبل للنشر 2012/6/11، نشر على الانترنت 2013/7/18

الخلاصة

تعتبر عمليات التخثير والتليد والترسيب من أكثر العمليات شيوعاً في معاملة المياه لغرض الحصول على مياه صالحة للشرب وهناك توجه لإيجاد بدائل للشب. تم اختيار النشا و الدكسترين كمخثرات طبيعية في هذه الدراسة ضمن مدى عكورة الماء (30-500) وحدة عكورة (NTU) بينما تتراوح مدى دليل الحامضية pH بين (5-10) هذا وقد تم إيجاد الجرعة الأفضل لكل من المخثرات أعلاه. تم تصميم وتصنيع جهاز فحص الجرة مختبري والاستعانة بجهاز ترسيب ذو صفائح مائلة من اجل انجاز هذه الدراسة.

تم إجراء العديد من التجارب المختبرية باستخدام الجهازين أعلاه وتم مقارنة النتائج التي بينت أن استخدام جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة أدى إلى زيادة كفاءة الترسيب بشكل ملحوظ في (flocculation\ settling tank) وذلك لأن لجهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة مقدرة على خفض نسبة التحميل السطحي (surface loading) وزيادة زمن الاستبقاء (retention time) مقارنة بالأجهزة الأخرى .

إن النتائج بينت أن كفاءة الترسيب لجهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة بلغت (40% - 50%) فأعطى الجهاز كفاءة مقارنة لجهاز فحص الجرة (50% - 60%) الأوسع استخداماً والأكفاً.

الكلمات الدالة: الشب، الدكسترين، العكورة، جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة، جهاز فحص الجرة، التخثير، التليد

Treatment of Suspended Materials in Water using Natural Coagulants

Abstract

Coagulation, flocculation and sedimentation are widely used in water treatment to obtain pure drinking water. Thus, efforts have made to find alternatives to alum. In this study, Starch and Dextrin have been chosen as natural coagulants. A set of experiments were carried out, conditions were varied in (30-500 NTU), and (5-10) for the water turbidity and acidity pH, respectively.

The results showed that Lamella has the ability to increase the efficiency of sedimentation process in flocculation/settling tank due to reduction in surface loading and increasing in a retention time. It has also been observed that the efficiency of Lamella was ranged in (50-40%) compared with a Jar test that has efficiency between (60-50%).

Keyword: Alum, Dextrin, Turbidity, Lamella settling, Jar test, Coagulation, Flocculation

المقدمة

تتضمن معاملة المياه لغرض إنتاج مياه صالحة للشرب عدة مراحل منها إزالة المواد الصلبة غير الذائبة وبعده طرق منها استخدام الطرق الكيماوية حيث تضاف المخثرات من أجل ترسيبها وإزالتها. تتم إضافة المخثرات للمياه وذلك للمساعدة على تجميع الجسيمات الغروية ذات الأحجام الصغيرة والتي لا يمكن أن تترسب بفعل قوى الجاذبية.

تحمل معظم الجسيمات الغروية شحنة سالبة تمنعها من التجمع مع الجسيمات الأخرى. إن إضافة المخثرات يؤدي إلى الحد من تأثير هذه الشحنات وبالتالي إمكانية تجمع هذه الجسيمات مع بعضها مما يزيد من قطرها وسرعة ترسيبها وفقاً لقانون ستوك.

ولتحقيق هذا الغرض نستخدم عدة مواد كيميائية في مرحلة التختير. يعتبر الشب من أكثر المواد شيوعاً كمادة مخثرة. بينت العديد من الدراسات والبحوث أن للشب العديد من المساوئ والمضار الصحية ومن أهم هذه الأضرار هو مرض الزهايمر الذي تسببه التراكيز العالية للألمنيوم حيث أن معدن الألمنيوم يدخل في تركيب الشب والذي يتراكم بمرور الزمن في الدماغ ويؤدي إلى الخرف المبكر^[1]. تدعى عملية إضافة المواد الكيماوية لهذا الغرض بالتختير، أما التليد فهو عملية فيزيائية تشمل إيجاد اضطراب بسيط من خلال المزج البطيء أو التليد الهيدروليكي لمساعدة الجسيمات الغروية من الاقتراب من بعضها البعض وتجمعها.

منذ أكثر من مئة سنة مضت وحتى وقتنا الحاضر كان استخدام الشب وهو عبارة عن كبريتات الألمنيوم المائية $(\text{Al}_2(\text{SO}_4).\text{XH}_2\text{O})$ كمخثر في عمليات تصفية الماء وتكون قيمة (X) مساوية عادة إلى (14،16،18) جزئية ماء وهو المعتمد في تصفية المياه في جميع محطات تصفية الماء في العراق ويتم استخدامه لكونه رخيص الثمن وكفائه في ترسيب الجسيمات الغروية^[2].

لذا تهدف الدراسة الحالية إلى استخدام بعض المخثرات الطبيعية كبديل عن الشب وإيجاد كفاءة هذه المخثرات ومقارنة الكفاءة بين المخثرات الطبيعية والكيماوية وإجراء

عمليات الترسيب باستخدام جهاز الترسيب ذو الصفائح المائية.

استخدم الباحثون^[3] عدداً من المواد كمخثرات مثل الشب ومتعدد كلوريد الألمنيوم وكلوريد الحديدوز. بينت النتائج التي حصلوا عليها إن استخدام كبريتات الحديدك وكلوريد الحديدوز تخفض pH إلى 4.5 بينما وجدوا أن pH اللازمة لعمل الشب يتراوح ضمن المدى (5.5-7.5).

أجرى الباحثون^[4] عدداً من التجارب على الشب وكلوروهيدرات الألمنيوم. كانت العكورة الأولية للتجارب بحدود 300 NTU وجرعة المادة المخثرة 25 ملغم / لتر. بينت النتائج التي حصلوا عليها إن نسبة الإزالة كانت بحدود 95% في حالة الشب وكفاءة الإزالة في حالة كلوروهيدرات الألمنيوم كانت بحدود 93%. استخدم الباحثون^[5] تجارياً لمقارنة عمل مادة الشب والمورينكا باستخدام جهاز الترسيب ذو الصفائح المائية وبينوا أن استخدام الجهاز يعطي نتائج جيدة لخفض العكورة.

مادة الصبار شغلت الكثير من الأبحاث ففي عام 1975 بين الباحثون^[6] تأثير نبات الصبار الفعال في إزالة العكورة للماء الخام واستعماله كبوليمر موجب الشحنة وقارنوا كفاءته مع الشب؛ المادة الأشهر والأكثر استعمالاً.

استمرت الأبحاث على المواد المخثرة الطبيعية، ففي عام 1984 بين الباحثان^[7] فعالية النشا لخفض العكورة من الماء الخام، فقاموا باستخدام عدة أنواع من النشا حسب مصدر استخلاصه من ذرة أو رز أو فاصوليا.

الأجهزة المستخدمة وطريقة العمل

تم استخدام عدة أجهزة رئيسية وأجهزة مساعدة ومواد كيميائية مختلفة لانجاز هذه الدراسة وكما يلي:

الأجهزة المستخدمة

جهاز فحص الجرة

تم تصميم وتصنيع جهاز مختبري لفحص الجرة الموضح في الشكل (1) وبيين الجدول (1) الظروف التشغيلية للجهاز، أما الجدول (2) يبين بعض المتغيرات للتجارب. الجهاز يتكون من (3) حاويات زجاجية اسطوانية شفافة، للمساعدة على رؤية (اللبدات المتكونة) الضبابية (Floc)،

طريقة إجراء التجارب

تم إجراء عمليات التخثير والتليبيد والترسيب في جهاز فحص الجرة وفي جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة وفيما يلي خطوات إجراء التجارب في كل من الجهازين:

طريقة العمل في جهاز فحص الجرة

- تم تهيئة الماء وحسب العكورة المطلوبة عن طريق إضافة الكاؤولينات إلى الماء ويؤخذ منه نموذج ويوضع في الأوعية الاسطوانية للجهاز وبمقدار 1 ± 10 مل لكل حاوية.
- تضاف كمية المخثر المطلوبة ثم تمزج مع المادة المخثرة لمدة دقيقة بعد أن يتم السيطرة على مقدار دليل الحامضية .
- يلي مرحلة المزج السريع مرحلة المزج البطيء ولمدة 10 دقائق. وقد بين الجدول (2) زمن المزج البطيء مع عدد الدورات في الدقيقة إضافة إلى قيم G و Gt المحسوبة لكل من المزج السريع والمزج البطيء.
- يترك النموذج في ظروف ترسيب ساكنة لمدة 20 دقيقة.
- بعدها يتم اخذ نماذج من المياه المعالجة لغرض قياس عكورتها لكي يتم حساب كفاءة الإزالة .

طريقة العمل في جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة

- تم تهيئة الماء العكر كما في الخطوة الأولى لجهاز فحص الجرة.
- تم إضافة كميات محددة من المواد المخثرة إلى حجرة المزج السريع ، ينتقل الماء بعدها إلى حجرة التليبيد .
- بعدها يدخل الماء إلى حجرة الترسيب وبمعدل جريان يتم السيطرة عليه بواسطة المضخة.
- تم اخذ نماذج المياه المعالجة وقياس عكورتها ثم تم حساب كفاءة الإزالة.

النتائج والمناقشة

تم إجراء سلسلة من التجارب المختبرية لمعرفة تأثير عدد من العوامل المؤثرة على كفاءة ترسيب الجسيمات لكل من جهاز فحص الجرة وجهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة وفيما يلي استعراض لهذه النتائج ومناقشتها.

نتائج تجارب جهاز فحص الجرة

يوضح الشكل (2) نتائج التجارب التي أجريت في جهاز فحص الجرة على مدى عكورة يتراوح من (33-510)

وثلاث مازجات كل منها ذات ريشة بطول (50 سم) وقطر (1سم)، وجهاز منظم للسرعة، يتراوح بين (0-540) دورة/دقيقة.

جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة

يوضح الشكل (2) مخططاً لهذا الجهاز، والجدول (2) يبين مواصفات جهاز الترسيب ذي الصفائح المائلة المستخدم للجهاز خزانان ، الأول في الأسفل على جنب، والثاني في الأعلى؛ لإنزال الماء الخام إلى الجهاز، ويتم رفع الماء من الخزان الأول إلى الخزان الثاني بمضخة، وتوجد فيه صمامات للسيطرة على عملية رفع الماء وخفضه .وهو من تصميم شركة سعد العامة- مركز الزهراوي.

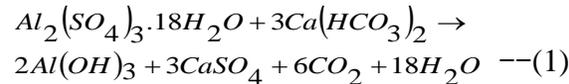
الأجهزة المساعدة

1. جهاز قياس العكورة نوع (EUTECH INSTRUMENTS Cybercan WL Turbidimeter TB1000)
2. جهاز قياس الدالة الحامضية (Thermo Orion pH\ORP\Cond. model 555A) بدقة (0.01)
3. ميزان حساس بدقة (0.0001g).
4. ساعة توقيت.

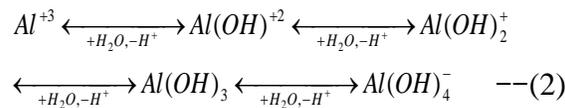
المواد المستخدمة

1. حامض الهيدروكلوريك (0.1N) HCl.
2. هيدروكسيد الصوديوم (0.1N) NaOH .
3. الشب (كبريتات الألمنيوم): إن الشب التجاري الذي استخدم في التجارب هو مسحوق أبيض ناعم جاف $AL_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ ووزنه الجزيئي $Mwt = 594.4$.
4. النشا : يعتبر النشا مادة بوليمرية قابل للذوبان في الماء يستخلص من النباتات و للنشا الصيغة الكيميائية $(C_{12}H_{10}O_{10})$.
5. الدكسترين :صيغته الكيميائية $(C_{12}H_{20}O_{11},HO)$ ويتميز بقابليته على الذوبان في الماء ولا يذوب في الكحول^[8] فقد استخدم في التجارب على شكل مسحوق أبيض يمكن أن يضاف مباشرة إلى الماء.

المنخفض بحدود 53% وعند دليل الحامضية 9.7 كانت 25.4% نلاحظ كذلك أن الشب لازال يعطي الكفاءة الأكبر مقارنة بالمخثرين الآخرين. ويمكن تفسير ذلك حسب المعادلة التالية:



نلاحظ أن التفاعل يسير باتجاه اليمين عند قيم pH عالية ويسير باتجاه اليسار عند قيم pH قليلة كذلك فإن المركبات الوسطية الناتجة عند إضافة الشب إلى الماء وفق المعادلة :



إن تحلل الشب في الماء يدل على تشكيل الأيونات الموجبة $Al(OH)^{+2}$ و $Al(OH)^+$ وهذه العناصر تتفاعل مع الجزيئات الغروية عن طريق معادلة الشحنات الالكترونية. أي يحصل تبادل بين عناصر الألمنيوم المتحللة في الماء والأيونات السالبة؛ لذا تتناقص الجزيئات الغروية التي تملك شحنات على السطح أو حتى تتعادل كلياً. إن تحلل الألمنيوم في الماء، يؤدي إلى تكون هيدروكسيد الألمنيوم $(Al(OH)_3)$ ويترسب لامتلاكه مساحة سطحية كبيرة ، كذلك فهو يعلق المواد الغروية ويحصنها؛ لذا تصبح عملية فصل الصلب - السائل أسهل، وهذه طريقة عمل التلبد.

أما فيما يخص انخفاض نسبة الإزالة للنشا والدكستريين بزيادة قيم دليل الحامضية فيمكن أن يعزى إلى إن هذه المواد هي مواد بوليمرية وربما تحمل شحنات موجبة وبزيادة قيم دليل الحامضية ستقل هذه الشحنات الموجبة مما يعني قلة في كفاءتها^[9]. لاحظنا في حالة الشب عند زيادة قيم pH يتكون محلول جيلاتيني ذو لون ضبابي وهذا المحلول يصعب ترسيبه مما يؤدي إلى قلة الكفاءة. تراوحت كفاءة الإزالة ما بين (20.8-42.8)% للشب والنشا عند pH مقدارها 9.7 على التوالي هذا وقد بلغت هذه النسب ما بين (55-70)% عند pH بحدود 5.5.

يمثل الشكل (4) التجارب التي أجريت باستخدام الدكستريين ومزيج من الدكستريين والشب حيث استخدم في

NTU وذلك باستخدام جرعات من الشب والنشا والدكستريين مقدارها 60 ملغم / لتر لكل منها حيث يتضح من الشكل مايلي:

ان كفاءة الإزالة ضمن مديات عكورة قليلة (NTU33) تكون بحدود 65% أما في مديات العكورة العالية (NTU500) تكون بحدود 56%. وإن كفاءة الشب العالية مقارنة مع المادتين الأخيرتين هي إن الشب يحمل ايونات موجبة قوية وربما تشترك أكثر من آلية في إزالة الجسيمات في حين لا تترك سوى آلية واحدة في إزالة الجسيمات في حالة النشا والدكستريين^[1].

إن سبب قلة الكفاءة مع زيادة العكورة الداخلة هو أن الجرعة المستخدمة في هذه التجارب ثابتة مقدارها 60 ملغم/لتر وهذا يعني أن هذه الجرعة لن تتمكن من إزالة العكورة المتزايدة حيث أن لها القابلية على التفاعل مع كمية محدودة من العكورة فكلما زادت العكورة فإن المخثر سوف يتعامل مع كمية محدودة من العكورة تاركا الكمية الأخرى بدون تفاعل مما يؤدي إلى تقليل الكفاءة بزيادة العكورة.

نلاحظ كذلك من الشكل (2) انه عند زيادة الجرعة من (100-500) ملغم / لتر كانت نسبة الإزالة بحدود 58% عند جرعة 60 ملي غرام النتر في حالة الشب ، وتصل إلى 95% عند زيادة الجرعة إلى 500 ملي غرام لتر ، بينما نلاحظ ان في حالة الدكستريين والنشا تكون نسبة الإزالة بحدود 40% عند تركيز 60 ملي غرام لتر ، وتصل إلى 60 % عند نسبة 500 ملي غرام لتر ، وهذا يعطي انطباعاً أن تأثير الجرعة قليل في حالة النشا والدكستريين ، حيث تؤدي زيادة الجرعة عشرة أضعاف إلى زيادة نسبة الإزالة بحدود مرة ونصف فقط ، بينما في حالة الشب تكون نتيجة الزيادة أفضل .

تم إجراء مجموعة أخرى من التجارب تم فيها تغيير دليل الحامضية pH ضمن المدى (5.1-9.7) وللمخثرات الثلاث ونتائج هذه التجارب موضحة في الشكل (3). تشير هذه البيانات بأن كفاءة الإزالة للشب عند دليل الحامضية 5.4 كانت 71% تتخفض لتصبح بحدود 42% بزيادة قيم دليل الحامضية وكفاءة الإزالة للدكستريين عند دليل الحامضية

أن الجهاز سوف لن يتمكن من إزالة الدقائق الصغيرة بنسبة 100% مما يعني إن قطر الدقائق المزالة بكفاءة 100 % سيزداد مما سيؤدي إلى خفض الكفاءة الكلية.

من الشكل (8) يتضح أن كفاءة الإزالة في جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة أعلى من نظيرتها في جهاز فحص الجرة. يبدو للوهلة الأولى إن هذا السلوك مخالف للأسس النظرية حيث أن معدل التحميل السطحي لجهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة أعلى من مثيله في جهاز فحص الجرة (معدل التحميل السطحي لجهاز فحص الجرة يساوي صفر). لذلك فمن المفروض أن تكون الكفاءة لجهاز فحص الجرة أعلى من تلك المستخدمة من جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة. ولكن إذا أخذنا بنظر الاعتبار إن العمق الذي نأخذ منه النموذج في جهاز فحص الجرة هو 10 سم وان المسافة العمودية للترسيب في جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة تساوي 4 سم (2 / 60 COS)، وهذا يعني إن المسافة العمودية في جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة أقل من مثيلتها في هذه الدراسة لجهاز فحص الجرة وهذا سيؤدي إلى زيادة كفاءة الترسيب في جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة مقارنة بجهاز فحص الجرة. حيث أن الزمن اللازم لدقيقة ما للوصول إلى منطقة الخبث (الصفحة السفلى) يساوي (عمق الحوض / سرعة الترسيب) وبهذا سيكون الزمن المطلوب في جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة أقل من مثيله في جهاز فحص الجرة.

الاستنتاجات

من مجموعة التجارب التي أجريت ، يمكن استنتاج الآتي :

1- استخدمت مجموعة من المواد الطبيعية (الدكستريين، والنشا) ووجد أن لها قابلية على خفض عكارة الماء ، وكانت نتائج كفاءة الإزالة لهذه المواد كالتالي: الدكستريين (40%) والنشا(45%).

2- جرعة المواد المخثرة الطبيعية تكون أكثر من الشب لخفض العكارة نفسها ، وإن آلية عمل الشب تعتمد على مبدأ أساسي هو زعزعة الاستقرار، وبها نحصل على العكارة المنخفضة . وكانت كمية جرعة المادة المخثرة المستخدمة حوالي 60 ملي غرام/لتر لمواد الدكستريين والنشا ووجد أن

المجموعة الأولى من التجارب الدكستريين لوحده وفي المجموعة الثانية استخدم مزيج من الدكستريين والشب وقد كانت قيم دليل الحامضية pH ضمن المدى (5.3 – 9.6). يتضح من الشكل (5) بان مزيج الدكستريين والشب أعطى كفاءة إزالة أعلى مما للدكستريين لوحده حيث تراوحت كفاءة الإزالة للدكستريين وحده عند pH = 5.2 بحدود 53.6 % أما في حالة المزج (الدكستريين والشب) تراوحت 66.5 % عند pH بحدود 5.3 ولنفس التفسير السابق في حالة تغير دليل الحامضية وانخفاض كفاءة الإزالة مع زيادة قيم pH.

نتائج تجارب جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة

تم إجراء مجموعة من التجارب باستخدام جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة تناولت تغير العكورة الداخلة ومعدل الجريان وجرعة المواد المخثرة. يبين الشكل (6) تأثير تغير العكورة الداخلة على العكورة النهائية للمخثرات الثلاثة وعند حساب كفاءة الإزالة تراوحت بين (77.3 – 71.2)% للشب وتراوحت بين (50.4-53.1) % للدكستريين وتراوحت بين (55.1 – 55.8) % للنشا، وهذا يبين انه عند زيادة العكورة الداخلة ضمن المدى (33.7-517) NTU نلاحظ أن كفاءة الإزالة تتخفض بزيادة العكورة الداخلة وسبب ذلك هو نفس ما تم مناقشته لتجارب جهاز فحص الجرة الوارد سابقاً في هذا البحث وان كفاءة الإزالة للشب هي أعلى تليها كفاءة الإزالة للدكستريين والنشا. نستنتج من مجموعة التجارب التي أجريت قابلية الجهاز الجيدة على خفض العكورة الداخلة وذلك لامتلاكه مساحة فعالة عالية بسبب وجود الصفائح المائلة.

يوضح الشكل (7) تأثير معدل الجريان على كفاءة الإزالة للمخثرات الثلاث حيث يتضح من الشكل إن كفاءة الإزالة تتخفض بزيادة معدل الجريان حيث بلغت (59 – 34.6)% للشب وللدكستريين ضمن المدى (56 – 30.7)% وبلغت كفاءة الإزالة للنشا ضمن المدى (57.5-28.7)% هذا عندما زاد معدل الجريان من (55-256) لتر/ ساعة. إن سبب قلة كفاءة الإزالة بزيادة معدل الجريان هو زيادة معدل التحميل السطحي بزيادة معدل الجريان وهذا يعني زيادة سرعة الترسيب للدقائق التي ستزال بنسبة 100 % أي

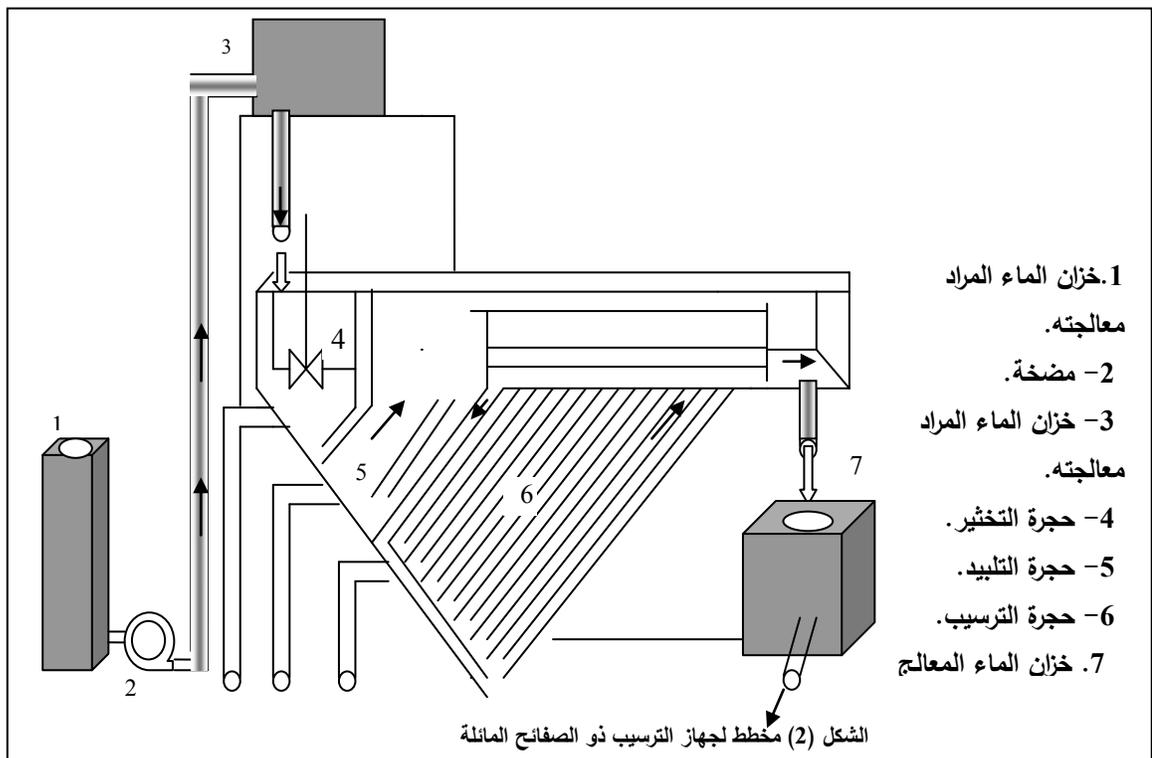
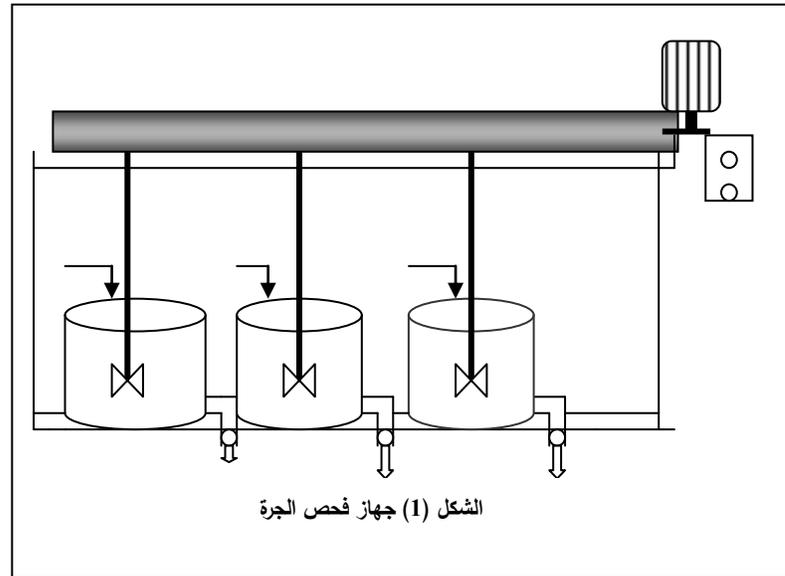
8. Sanghi J. & Beltran J., "Removal of Sodium Laury Sulphate By Coagulation \ Flocculation With Moringa Oleifera Seed Extract", Sci. Dir.,23 August 2002.
9. Baes C.F. & Mesmer R.E., "The Hydrolysis of Cations", John Wiley & Sons, 1976, New York.

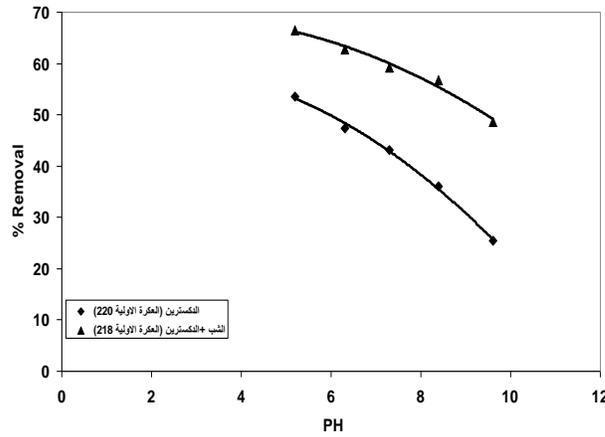
للمواد المخثرة الطبيعية القابلة على إزالة عكرة الماء بكفاءة تقارن مع الشب (المستقطب).

3- وجد أن صفائح جهاز الترسيب (Lamella settler) قادرة على زيادة كفاءة إزالة العكرة بشكل ملحوظ في عمليتي التخثير والتليد ، وذلك لمقدرتها على خفض نسبة التحميل السطحي ، وزيادة زمن المكوث. وإن تطبيق مادتي النشا والدكسترين في الجهاز بين أنه ذو تأثير جيد عليها ؛ فعند مقارنة الجهازين وجد أن نسبة الإزالة باستخدام (Lamella settler) تصل لحوالي 40% أما (Jar test) فكان معدل نسبة الإزالة بحدود 60%.

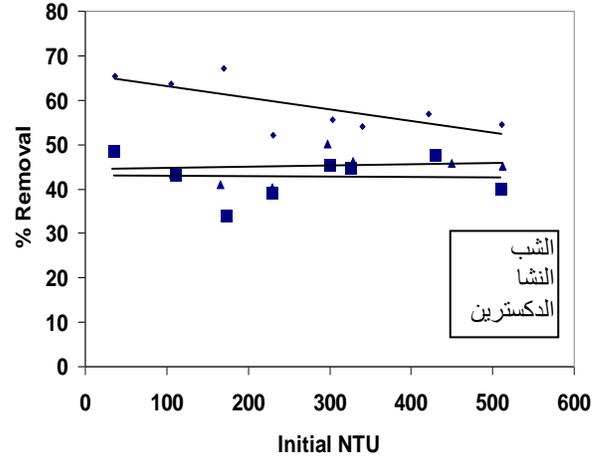
المصادر

1. Hammer J., "Water Supply and Pollution Control", 4th ed., 1996.
2. Faust S. D., Aly O. M., "Chemistry of Water Treatment", 2004, pp(217).
3. Fabris R.,Chow C. & Drikas M., "The Impact of Coagulation Type of NOM Removal In: Proceeding of Technology Transfer Workshop on Natural Organic Matter in Drinking Water", Adelaide, Australia, Nov. 27, 2002.
4. Kang K. H., Shin H. S. & Park H., "Characterization of Humic Substances Present in Iandfill With Different Iandill Ages", Wat. Res. 36, 2006, pp(4023-4032).
5. Katayon S., Megat M. & Abdullah A. G., "The Effectiveness Of Moringa Oleifera As Primany Coagulant in High-Rate Settling Pilot Scale Water Treatment Plant", International Journal of Engineering & Technology , Vol.3, No. 2, 2006, pp (191-200).
6. Kirchmer M. W. & Stumm W., "Chemical Flocculation of Microorganism in Biological Waste Treatment", J. Water Pollut Cont Feb. 1975,37,pp(70-89).
7. Campos S. A., "Using Moringa Seeds as Coagulants in Developing countries", J. AWWA, 1984,pp(43-50).

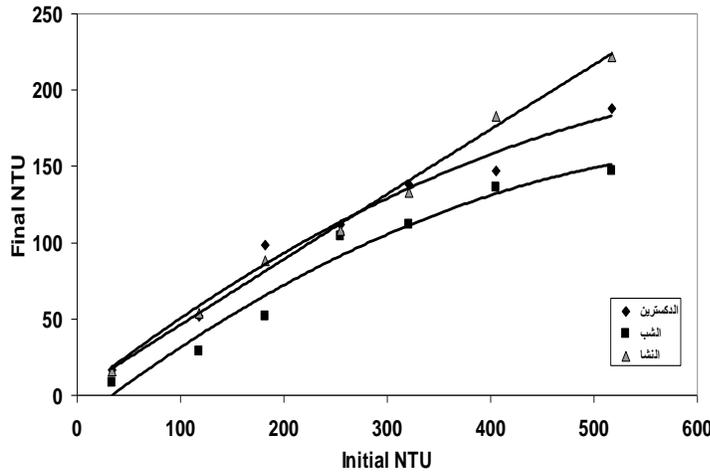




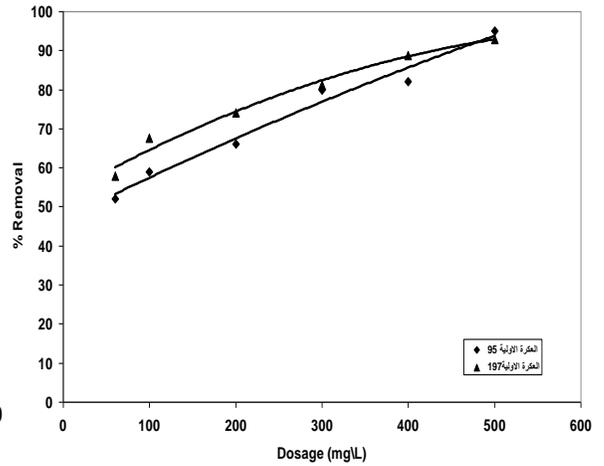
شكل (6) مقارنة تأثير تغير دليل الحامضية على كفاءة الإزالة للدكستريين ومزيج



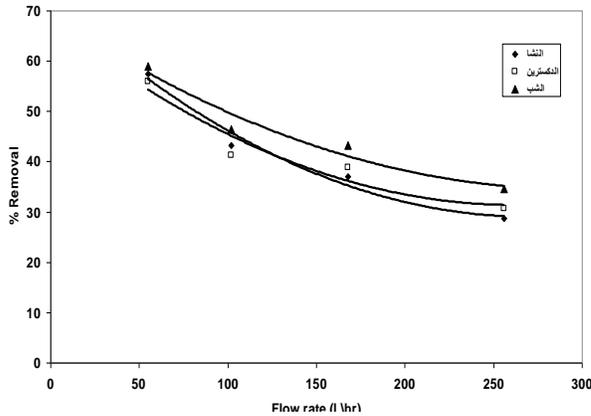
شكل (3) مقارنة تأثير تغير العكورة الأولية على كفاءة الإزالة (للشيب و الدكستريين والنشا) (pH = 7.3 ، درجة الحرارة = 25 ° مئوية)



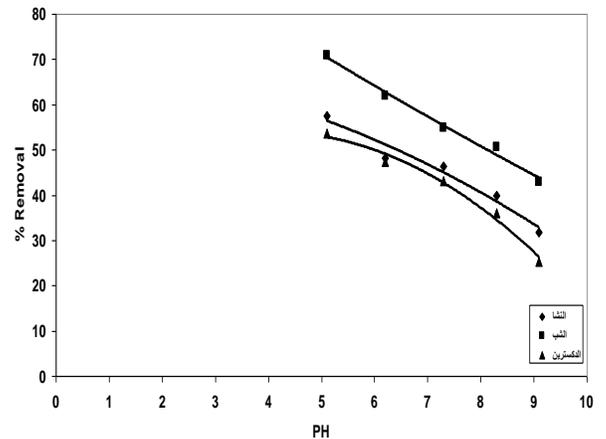
شكل (7) مقارنة تأثير تغير العكورة الأولية على كفاءة الإزالة في جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة للمواد (الشيب و الدكستريين و النشا) عند تركيز 60 ملغم / لتر ومعدل جريان 55 لتر / ساعة



شكل (4) تأثير تغير تركيز الشيب على كفاءة الإزالة



شكل (8) مقارنة تأثير تغير معدل جريان على كفاءة الإزالة في جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة للمواد



شكل (5) مقارنة تأثير تغير دليل الحامضية pH على كفاءة الإزالة للمواد الثلاثة في جهاز فحص الجرة

الجدول (3) مدى المتغيرات المستخدمة في التجارب الحالية الجرة

Gt	G	زمن المكوث (دقيقة)	عدد الدورات لكل دقيقة	الفترة
$10^3 * 22$	367	1	400-450	عدد الدورات للمزج السريع
9400	14	10	40-45	عدد الدورات للمزج البطيء
-----	---- --	20	-----	زمن الترسيب

الجدول (1) الظروف التشغيلية للجهاز

الوحدات	أقل قيمة	أعلى قيمة	المتغيرات
-----	5.2	10	الدالة الحامضية
NTU	30	500	العكورة
ملغم \ لتر	60	500	الجرعة

الجدول (2) مواصفات جهاز الترسيب ذو الصفائح المائلة

زاوية ميل الصفائح	60°
معدل الجريان	(24 - 55) لتر ساعة
ارتفاع الجهاز	100 سم
مساحة الترسيب لحجرة الترسيب	12837 سم ²
عرض الجهاز	120 سم
سمك الجهاز	25 سم