

## معالجة الخبث الناتج من محطة الضبايعي باستخدام أحواض التجفيف

(Received 23 April 2014, Accepted 27 November 2014, Available online 01 April 2015)

مزه مهدي أبراهيم<sup>1</sup> , محمد طه حمود<sup>2</sup>

<sup>1</sup>كلية هندسة النفط والمعادن، جامعة تكريت

<sup>2</sup>قسم الشؤون الهندسية، جامعة تكريت

الخلاصة

نظراً لعدم كفاية أحواض التجفيف الحالية الخاصة في محطة معالجة المياه الثقيلة في منطقة الضبايع-تكريت فقد تم إجراء هذه الدراسة لغرض تجفيف الحمأة باستخدام أحواض التجفيف. تم في هذه الدراسة إجراء عدد من التجارب لأيجاد عمق الفرش الأمثل وكذلك لأيجاد وسط ترشيح مناسب من مواد محلية متوفرة إضافة الى دراسة تأثير المخثرات الكيماوية على كفاءة التجفيف. تم تصميم حوض تجفيف ذو مواصفات خاصة حيث يوفر هذا الحوض أنحداراً معيناً باتجاه وسط الترشيح. بينت النتائج أن عمق الفرش الأمثل هو 30 سم وأن وسط الترشيح المتكون من كسر الطابوق كوسط ساند والرمل كوسط مرشح قد اعطى أفضل النتائج. كذلك بينت النتائج أن إضافة المخثرات يؤدي الى زيادة كفاءة التجفيف وأن كلوريد الحديد بتركيز 100 ملغم/لتر قد اعطى أفضل النتائج. وبينت النتائج أيضاً أن كفاءة التجفيف تتحسن مع تقليل المقاومة النوعية للترشيح وتتحسن كذلك مع زيادة درجة حرارة الجو. كما بينت الدراسة أهمية وجود حوض تثخين (Thickener Tank) يعمل على زيادة كفاءة عملية تجفيف الحمأة في أحواض التجفيف وذلك من خلال عمله على تقليل كمية المياه المتواجدة في الحمأة. وبينت النتائج المختبرية أن تصميم أحواض التجفيف وفق مواصفات الحوض الخاص يؤدي الى تقليل المساحة المطلوبة لأحواض التجفيف الى النصف. أظهرت نتائج فحص العناصر الثقيلة للحمأة أن تراكيز العناصر الثقيلة اقل من الحد الاعلى المسموح به للحمأة لاستعمالها كسماد للاغراض الزراعية.

الكلمات الدالة: أحواض التجفيف ، الملبدات، الخبث

### Treatment of sludge produced from AL-Dubaiee Station using Drying beds

#### Abstract

The present drying beds of Al-Dubaiee waste water treatment station is not enough, thus, the present study is performed. In this work, many experiments have been made in order to find out the optimum thickness of the drying bed and to find suitable filtration agents from local materials. Moreover the effect of flocculent agents is tested. The results show that optimum thickness is 30 cm of brick and 25 cm of sand. Ferric concentration of 100 mg/l gives the best results. It is also found that drying efficiency is improved with reducing specific filtration resistance. The effluent waste water is found suitable for agriculture purpose concerned heavy metal concentration. Special drying bed (handy slop towards center) is constructed and it is found that the required area is reduced by 50%.

**Key words:** Drying beds, flocculent agent.

#### المقدمة

مع تطور الحياه في العصر الحديث واكتضاض المدن بالسكان فإن هذا الأمر أدى إلى زيادة كميات مياه الصرف من الأنشطة المنزلية والصناعية والزراعية وأن هذه المياه في كثير من المدن بعد الاستعمالات المتعددة لها تطرح إلى المصادر المائية، وفي أغلب الحالات يكون هذا الإجراء من دون معالجة، أو بمعالجة ضعيفة الأداء مسببة مشاكل عدة للجسم المائي المُستلم مما يؤثر على المجتمعات القاطنة بالقرب منها وعلى صحة مستعمليها تأثيراً سلبياً.

لذلك أصبح لزاماً اتخاذ الحلول المناسبة لمعالجة هذه المشاكل وذلك بمعالجة مياه لمطروحات، ورفع كفاءة محطات المعالجة وإقرار نظام معالجة مناسب لكمية مياه المطروحات ونوعيتها ومن البدهي أن عملية المعالجة تتم

أولاً بمعالجة أولية فيزيائية ثم ثانوية بايولوجية، وأحياناً

أخرى ذات طبيعة كيميائية في الغالب [1].

إن زيادة التلوث أدت إلى تعقيد عمليات المعالجة وبالتالي أدت إلى إنتاج كميات كبيرة من الحمأة الناتجة عن عمليات معالجة المياه بحيث أصبحت هذه الحمأة مشكلة بيئية بحد ذاتها يستوجب إبلاء موضوع معالجتها اهتماماً كبيراً في إدارة وتصميم محطات المعالجة وبطرق علمية صحيحة ومفيدة بيئياً واقتصادياً [2]. وهذا ما تقوم به العديد من البلدان من خلال إصدار العديد من التشريعات والتعليمات التي تلزم وجوب معالجة مياه الصرف قبل قائها في الأجسام المائية ومعالجة جميع ما ينتج عن تلك المعالجة ومنها الحمأة أو الخبث بحيث لا تسبب إلى الاجسام المائية والى البيئة عموماً. نال موضوع نزع الماء من الحمأة اهتمام الكثير من الباحثين، وقد أستخدمت لهذا الغرض العديد من الطرق الفيزيائية والكيميائية واجريت الكثير من

الحمأة. وبيّن الباحث أيضاً أن إضافة Cyclodextrins (CDs) إلى الحمأة تقلل من كلفة معالجة الحمأة بشكل ملحوظ وتحسن استقراريتها.

#### العمل المختبري

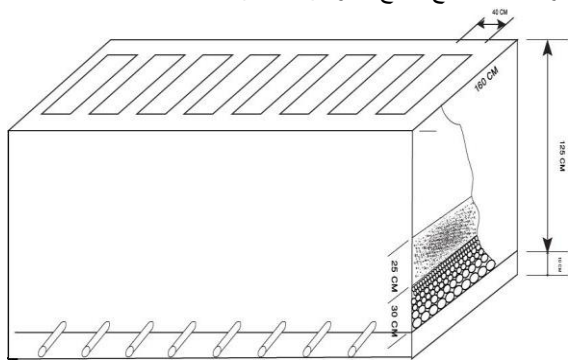
##### المواد

#### 1-1 الحمأة

تم جلب نماذج الحمأة من الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الثانوية في محطة معالجة مياه فضلات لمدينة تكريت في منطقة الضبايعي، لغرض إجراء التجارب عليها وذلك بتجفيفها بالوحدة الريادية التي تم أنشائها وأجراء جميع الفحوصات المخبرية اللازمة واهمها قياس المقاومة النوعية للترشيح (SRF) لجميع النماذج .

#### 2-1 الوحدة الريادية:-

تم إنشاء ثمانية أحواض نسبة الطول إلى العرض 1:4 وحسب المواصفات المعمول بها في هذا المجال [8,7]. وبأبعاد ( 40 × 160 × 120) سم من مادة البلوك الكونكريتي الصلد أبعاد القطعة (40 سم × 20 سم × 15 سم) كما هو موضح في الشكل (1) الذي يمثل نموذجاً لأحواض التجفيف وتم ليخ الجدران الداخلية والخارجية بالرمل ومونة السمّنت لمنع تسرب المياه مع وضع أنبوب بقطر (25 ملم) لتصريف المياه المترشحة في أسفل كل حوض. تم إنشاء حوض تاسع منفصل عن الأحواض الثمانية مختلف من حيث التصميم والأبعاد إذ تم إنشاؤه بنسبة طول إلى عرض 1:1 [8] وبأبعاد (200 سم × 200 سم) وارتفاع (120 سم) وقاعدته تختلف عن بقية قواعد الأحواض الثمانية الأخرى إذ كانت القاعدة على شكل حرف (V) وزاوية الميل من كل اتجاه 14° بحيث يكون الفرق بين ارتفاع حافة الحوض والارتفاع من منتصف الحوض (25 سم)، وذلك لإجراء عددٍ من التجارب الخاصة على النتائج النهائية المثلى للتجارب التي أجريت في الأحواض الثمانية الاعتيادية الأخرى ومقارنة نتائجها مع نتائج الحوض الخاص.



شكل 1. نموذج لأحواض التجفيف

#### 3-1 الطابوق المكسر

تم استخدام كسر الطابوق بمعدل قطر (30-60) ملم كوسط ساند بدل الحصى في بعض التجارب [10] وبذات السمك 30 سم.

#### 4-1 المخثرات الكيميائية

أستخدم نوعان من المخثرات الكيميائية وهما كلوريد الحديدك (FeCl<sub>3</sub>) والشب (Alum) وتم تحضير أربع جرع لكل من المخثرين وهذه الجرع هي (25, 50, 75, 100) ملغم/لتر.

#### 5-1 أوساط الترشيح

تم اختبار خمسة أوساط ترشيح لاختيار الوسط الأمثل من بينها وكانت جميعها تتكون من مواد متوفرة محلياً وتم فرشها بأسماك

البحوث والدراسات التي تناولت هذا الموضوع ومنها ما قام به (Goknil, 2005) بدراسة تأثير إضافة أنواع مختلفة من البوليمر بجرع مختلفة على قابلية نزع ماء الحمأة خلال عمليات المعالجة الهوائية واللاهوائية إذ بين أن استخدام البولي أليكترولايت الأيوني واللاأيوني (Non-ionic and anioni Polyelectrolyte) يؤثر على قابلية نزع الماء من الحمأة. وأظهرت النتائج أن إضافة البولي أليكترولايت الموجب (Cationic Polyelectrolyte) إلى الحمأة يؤثر تأثيراً فعالاً في رفع قابلية نزع ماء الحمأة وزيادة التحلل للمعالجيتين الحيويتين الهوائية واللاهوائية، إلا أن زمن الامتصاص الشعري (CST) في المعالجة الهوائية أقل من زمن الامتصاص الشعري (CST) في المعالجة اللاهوائية وتركيز المواد الصلبة الجافة (DS) أعلى في المعالجة الحيوية اللاهوائية مقارنة بالمعالجة الحيوية الهوائية. وبيّن أيضاً عدم وجود تأثير معنوي على قابلية نزع ماء الحمأة عند إضافة أي من المواد الكيميائية الآتية:

1. KWD-20 LT

2. Aluminum sulphate 18 hydrate

3. Alum + Cationic Polyelectrolyte

4. Non-ionic and KWD A-0055 aionic Polyelectrolyte

وقد قام الباحثان (Katja & Mika, 2007) بدراسة ميكانيكية عملية تليد الحمأة والعوامل المؤثرة عليها كحجم اللبادة ، ودرجة الحرارة ، والطبقة المحيطية حول اللبادة ، وتأثير ذلك على قابلية الترسيب للحمأة وقابلية نزع الماء . توصل الباحثان إلى أن الحمأة ذات التليد الجيد تنسب بشكل جيد أيضاً وبالتالي فإن عملية نزع الماء منها تكون أسهل . تبين من هذه الدراسة أيضاً أن تركيز المواد الصلبة الكلية في الراشح تتناسب عكسياً مع المقاومة النوعية للترشيح للحمأة الملبدة.

بينت الدراسة التي قام بها (Feng et. al. 2008) حول تحسين قابلية نزع ماء الحمأة باستخدام الموجات فوق الصوتية (Ultrasound) لتكثيف الحمأة ، أن استخدام البوليمر لتكثيف الحمأة أفضل من استخدام الموجات فوق الصوتية والبوليمر معاً، فقد استخدم جرعات مختلفة من الطاقة النوعية تتراوح بين (0 ~ 35000) كيلو جول/كيلو غرام من المواد الصلبة الكلية لمعالجة وتكثيف الحمأة كما اعتمد المقاومة النوعية لترشيح الحمأة (SRF) وزمن الامتصاص الشعري (CST) وقياس محتوى الحمأة من البوليمر خارج خلوي (Extracellular polymeric substance) فضلاً عن توزيع حجم دقائق الحمأة في تقييم تحسن قابلية نزع الماء. استنتج الباحث أن معالجة الحمأة بجرع من الطاقة النوعية أكبر من (4400) كيلو جول/كيلو غرام من المواد الصلبة الكلية تؤدي إلى تحسن قليل في رفع قابلية نزع ماء الحمأة ، وعند استخدام جرعة أقل من (4400) كيلو جول/كيلو غرام من المواد الصلبة الكلية تتحسن كثيراً قابلية نزع الماء. وبيّن أن الجرعة المثلى لمعالجة الحمأة وتحسين خصائصها لنزع الماء هي (800) كيلو جول/كيلو غرام من المواد الصلبة الكلية. ويتراوح التركيز الأمثل للبوليمر الخارج خلوي (EPS) ضمن (400 ~ 500) ملغم/لتر للحمأة المنتجة وتتوزع قطر دقائقها بين (80 ~ 90) مايكرومتر. وقد قام (Banerjee, 2009) بدراسة إمكانية تحسين نزع ماء الحمأة واستقراريتها بإضافة البوليمر ووجد أن إضافة جرع صغيرة من Cyclodextrins (CDs) تسبب انخفاض المقاومة النوعية لترشيح الحمأة (SRF) وتؤدي إلى ارتفاع حجم كيكة الحمأة فضلاً عن زيادة كفاءة الهضم وتليد

Rf قليلة جداً مقارنة مع مقاومة الحماة فإن المعادلة (1) ستكون بالشكل التالي.[9]

$$\frac{t}{v} = \left( \frac{\mu r w}{2A^2 p} \right) v \dots \dots \dots (2)$$

وعند اخذ ميل العلاقة متمثلاً بـ (b) فإن مقاومة الحماة النوعية للترشيع (r) ستحسب من المعادلة التالية.

$$r = \frac{2pA^2 b}{\mu w} \dots \dots \dots (3)$$

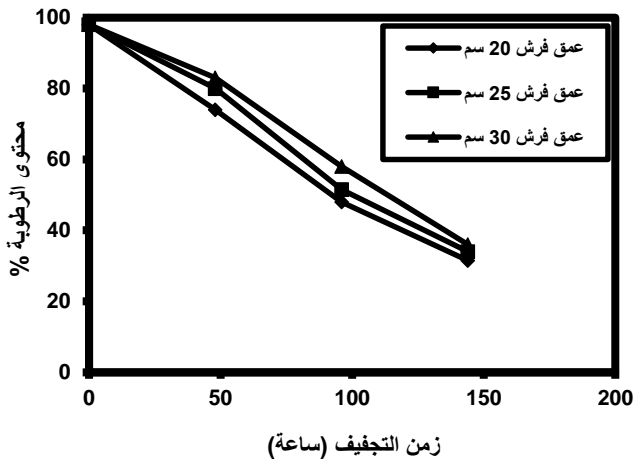
حيث أن:

b= ميل الخط المستقيم الناتج عن رسم (t/v) مع حجم الماء (V).

### النتائج والمناقشة

#### 1-أختيار العمق الامثل لفرش الحماة

اجريت تجارب تحديد العمق الامثل لفرش الحماة في الاحواض الريادية على وسط الترشيح رقم (1) وهو الوسط التقليدي. تم فرش الحماة بثلاث أعماق مختلفة (20سم، 25سم، 30سم) وذلك حسب المواصفة المعتمدة المعمول بها والتي تحدد سمك فرش الحماة التقليدي بين (20 - 30) سم [8]. أن محتوى الرطوبة للحماة عند اكتمال عملية التجفيف يتراوح ما بين (50% - 53%) حيث تكون الحماة حينها متشبكة وسهلة التعامل معها[4]. تم اختيار محتوى الرطوبة (50%) باعتباره مقياساً لانتهاى عملية التجفيف ونظراً لعدم الحصول على هذه القيم لأعماق الفرش المختلفة من القياسات لذلك يتم استنباط الزمن اللازم لانتهاى عملية التجفيف من الشكل (3) عن طريق رسم خطي أفقي من محتوى الرطوبة (50%) ليقطع المنحنيات المختلفة ثم ترسم من نقاط التقاطع مستقيمات عمودية ليقراً منها على محور زمن التجفيف.



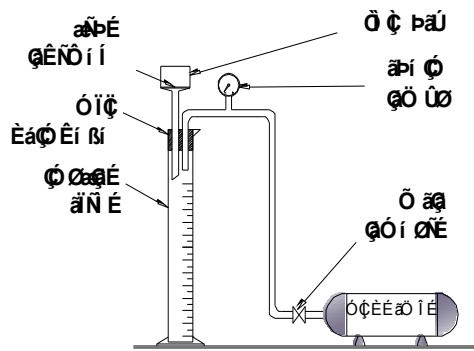
#### الشكل 3. علاقة محتوى الرطوبة مع زمن التجفيف

نلاحظ من الشكل اعلاه ان الزمن اللازم للوصول الى محتوى الرطوبة (50%) يقل مع انخفاض عمق الفرش ويعود السبب في ذلك الى انخفاض كمية المياه الموجودة مع انخفاض عمق الفرش وبالتالي تكون عملية فقدانها عن طريق الترشيح والتبخير أسهل. ولو أخذنا هذه البيانات على حالها فسيكون عمق الفرش الأفضل هو (20 سم) وهو عمق له مساوي من الناحية الاقتصادية حيث يتطلب إنشاء أحواض تجفيف أكثر لنفس الحماة. أستنبط الباحث ميروان رضا فارس أغا [10] مصطلح معامل التجفيف والذي يساوي عمق الحماة المفروشة(سم) مقسوماً على الزمن اللازم

مختلفة في كل وسط وهي الحصى المدرج بقطر فعال (6-25) ملم، والرمل بقطر فعال يتراوح بين (0.3-0.75) ملم ومعامل أنظام 4 [8]، وكسر الطابوق بمعدل قطر (30-60) ملم [10].

#### طريقة العمل

- 1- تم تهيئة جهاز قياس المقاومة النوعية لتأمين ضغط سالب داخل الأسطوانة المدرجة بواقع (40 سم) زيتيق مع المحافظة على الضغط السالب طول مدة التجربة.
  - 2- وضع (100 ملغم) من الحماة السائلة داخل القمع.
  - 3- مراقبة المياه المترشحة مع مرور الزمن.
  - 4- قياس حجم الراشح المتراكم بمرور الزمن.
  - 5- الاستمرار بالتجربة لحين ظهور تشققات على العينة والتي تعني جفاف العينة (طبقة الحماة) إذ عندها يزداد الضغط داخل الأسطوانة نتيجة دخول الهواء من التشققات.
- والشكل رقم (2) يمثل مخططاً لجهاز قياس المقاومة النوعية



شكل 2. الجهاز المستخدم في تجارب المقاومة النوعية

يتم تسليط ضغط سحب مقداره 40 سم زيتيق وتسجل كمية الراشح بعد دقيقتين من بدء عملية الترشيح ومن ثم تسجل القراءات بفترة خمسة دقائق بين الواحدة والأخرى وبعد استقرار كمية الراشح مع الزمن تتوقف عملية القياس. ترسم العلاقة بين وقت الترشيح مقسوماً على حجم الراشح (t/v) مع حجم الراشح (v) ويستخرج ميل هذه العلاقة لاستخدامه في المعادلة (1) (Attar et al.,2005, (1) Eckenfelder, 2000). وتسمى هذه المعادلة بمعادلة روث (Ruth Equation).

$$\frac{t}{v} = \left( \frac{\mu r w}{2A^2 p} \right) v + \mu \frac{R_f}{Ap} \dots \dots \dots (1)$$

حيث أن:

t = وقت الترشيح (ثانية).

v = حجم السائل الراشح (مللتر).

μ = لزوجة الحماة نيوتن. ثانية/م<sup>2</sup>.

r = مقاومة الحماة النوعية للترشيح م/كغم.

w = كتلة المادة الصلبة من الحماة لوحدة الحجم كغم/م<sup>3</sup>.

A = مساحة المرشح م<sup>2</sup>.

P = ضغط السحب نيوتن/م<sup>2</sup>.

Rf = مقاومة مادة المرشح م-1.

وتفترض هذه العلاقة ان الجريان صفائحي ووجود توزيع منتظم للمادة أثناء الترشيح وزيادة منتظمة في الرش. وعندما كانت قيمة

من (50%) لأحد مرشحات التجفيف وهو الوسط الثالث وذلك يعطي مؤشر بأنه المرشح الأفضل أداءً من بين المرشحات الأخرى لذلك تم اعتباره انه المرشح الأمثل .

إن محتوى الرطوبة يقل مع زيادة زمن التجفيف وذلك لان فقدان الماء يتزايد مع زيادة زمن التجفيف . كذلك أوضحت النتائج أن وسط الترشيح الثالث قد أعطى أسرع وقت تجفيف إذ بلغ محتوى الرطوبة (43.5%) في اليوم الخامس ويعزى سبب ذلك إلى أن فقدان الماء باستخدام هذا الوسط يكون أقصى ما يمكن نظراً لأن المسافة البينية بين كسر الطابوق كبيرة مما يجعل الضغط الشعري (والذي يعمل باتجاه معاكس لترشيح الماء) منعدماً وحسب المعادلة التالية :

$$\Delta p = \frac{2\delta \cos \theta}{R} \dots \dots \dots (4)$$

إذ إن:

$\Delta p$  = فرق الضغط (N/m<sup>2</sup>)

$\delta$  = الشد السطحي (N/m)

$\theta$  = زاوية التماس

R = نصف القطر (cm)

لذلك يمكن عد وسط الترشيح الثالث هو وسط الترشيح الأمثل ، وأظهرت النتائج أنه يمكن الاستفادة من وسطي الترشيح الخامس ويليها الرابع إذ أعطيا نتائج أقرب من الوسطين الباقيين للوسط الثالث .

### 3- تأثير إضافة المخثرات الكيماوية على عملية التجفيف :

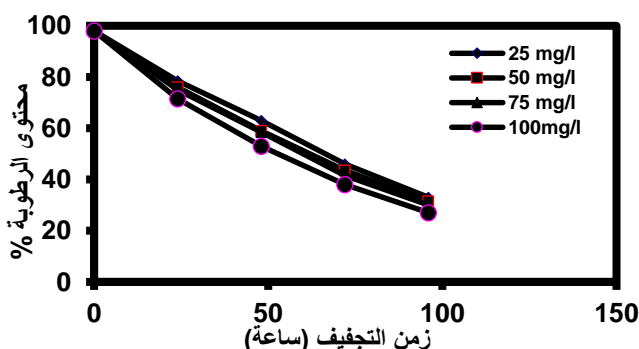
#### 1-3 تجارب الاحواض التقليدية :

لدراسة تأثير إضافة المخثرات الكيماوية أو المواد المكيفة للحماة على عملية الترشيح للحماة تم استخدام نوعين من المخثرات هما :-

1- الشب Alum

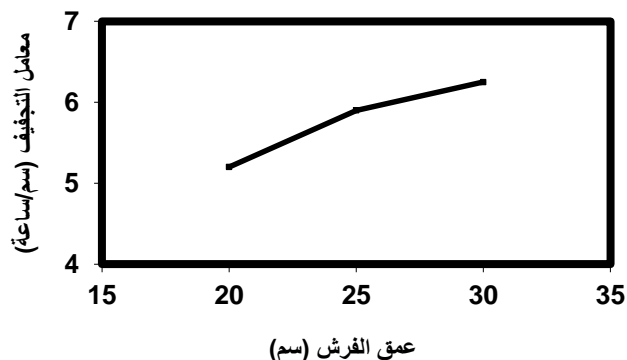
2- كلوريد الحديدك FeCl<sub>3</sub>

تم استخدام نوع واحد من المرشحات وهو المرشح الذي تم اختياره مرشحاً أمثل المتكون من الرمل وكسر الطابوق وتم فرش الحماة بسمك واحد وهو السمك الأمثل (30 سم) وتم إضافة المخثرات بجرع مختلفة وبأعمار ترويق للحماة مختلفة وكانت أفضل النتائج التي يتم الحصول عليها كما موضحة في الشكل (6) بالنسبة للشب والشكل



الشكل 6. محتوى الرطوبة بأضافة الشب بعمر تخين 48 ساعة

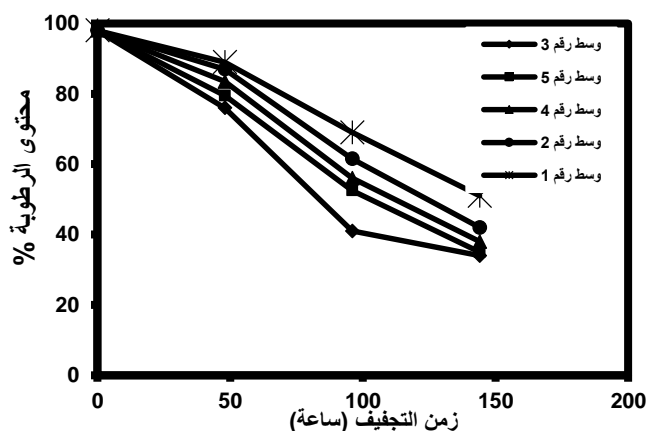
للوصول الى محتوى الرطوبة مقداره 50% (يوم). تم حساب هذا المعامل في الدراسة الحالية وتم تمثيل النتائج بيانياً كما في الشكل (4) ومنه يتبين أن معامل التجفيف يزداد بزيادة عمق الفرش وأن أفضل معامل تجفيف هو (6.25 سم ايوم) لعمق فرش (30 سم). إن هذه النتائج توضح ان أفضل عمق فرش هو (30 سم) وهو يعطينا مزية اقتصادية أخرى وهي زيادة الحماة التي يمكن معالجتها لنفس مساحة أحواض التجفيف والشكل (4) يمثل تغير معامل التجفيف بالنسبة الى العمق.



الشكل 4. تغير معامل التجفيف بالنسبة الى العمق

### 2- اختيار وسط الترشيح الامثل :

تم اختبار العديد من أوساط الترشيح المختلفة وذلك في محاولة لإيجاد بدائل لوسط الترشيح التقليدي يعطي أدائية أفضل وبنفس الوقت يكون



الشكل 5. علاقة محتوى الرطوبة مع زمن التجفيف لمختلف اوساط الترشيح

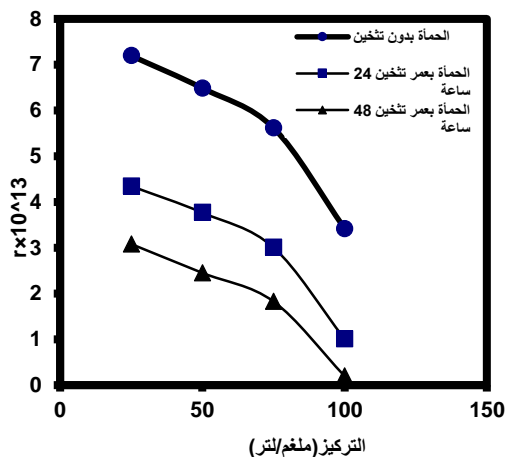
مقبولاً من الناحية الاقتصادية ومتوفر محلياً. تم اختبار أربعة أوساط ترشيح لإستخدامها في الأحواض الريادية فضلاً عن المرشح التقليدي وكانت أوساط الترشيح الخمسة كما يلي:-

1. وسط تقليدي يشتمل على (30 سم حصى + 25 سم رمل) .
2. وسط ترشيح يشتمل على (30 سم كسر الطابوق + 25 سم رمل) .
3. وسط ترشيح يشتمل على (27.5 سم حصى + 27.5 سم رمل) .
4. وسط ترشيح يشتمل على (50 سم حصى + 5 سم رمل) .
5. وسط ترشيح يشتمل على (55 سم رمل) .

تم فرش الحماة على هذه الأوساط الخمسة بعمق فرش 30 سم (وهو العمق الأمثل الذي تم استنباطه من التجارب السابقة) وتم قياس محتوى الرطوبة للحماة مع الوقت وتم تمثيلها بيانياً في الشكل (5) . تم إيقاف العمل بعد خمسة أيام إذ تم الحصول على نسبة تجفيف أكثر







شكل 11. العلاقة بين قيم المقاومة النوعية وتركيز كلوريد الحديدية بمختلف أعمار التثخين

التثخين ( صفر) مما يدل على أن المخثرات تقوم بعملية التليد خلال وقت قصير نسبياً عند إضافتها ، أما سبب التحسن الإضافي الذي حصلنا عيه بأعمار التثخين لأربع وعشرين ساعة وثمانية وأربعين ساعة فهو ناتج عن عملية التثخين التي تحتاج الى وقت طويل نسبياً لكي يتم فصل المياه عن دقائق الحماة .

#### 6- المساحة المطلوبة لأحواض التجفيف

يوجد في المحطة حالياً أحواض تجفيف عددها عشرون حوضاً وأبعاد الحوض الواحد ( 18.5 × 18.5 ) م وهي مخالفة للمواصفات [8] وعليه يتوجب إعادة تقطيع الأحواض الحالية ليكون العرض الأقصى لكل حوض لا يتعدى ( 6 م ) وطوله ( 18.5 م ) وهي تعطي مساحة إجمالية للأحواض مقدارها ( 6845 م<sup>2</sup> ) وعلى فرض كمية الحماة الداخلة الى هذه الأحواض بحدود ( 400 م<sup>3</sup>/ي) بفرض نسبة زيادة مستقبلية مقدارها (15%) وعلى افتراض أن معدل الزمن اللازم للتجفيف على مدار السنة هو عشرة أيام عليه ستكون المساحة الكلية المطلوبة للأحواض (14000م<sup>2</sup>) وهذا الرقم يعطينا مقدار المساحة بالأمتار المربعة لكل نسمة يساوي ( 93.5 ) وهو ضمن المواصفات القياسية ( 90 - 140 ) م<sup>2</sup> لكل ألف نسمة [8]. مع ملاحظة أن عدد السكان الذين تخدمهم المحطة هو بحدود مائة وخمسين ألف نسمة يبين ذلك بوضوح أن المساحة المتوفرة حالياً للأحواض لا تكفي للعمل وبنسبة عجز تزيد على (100%) للمساحة المطلوبة وهذا واضح من الأسلوب الحالي إذ يتم فرش الحماة بعمق ( 90 سم ) للتعويض عن نقص المساحة وما يرافق ذلك من مشاكل من بطئ عملية التجفيف واستغراقها وقتاً طويلاً وربما دفع كميات من مياه الفضلات مباشرة الى النهر بدون معالجة وهذا قد يفسر سبب انخفاض كمية الحماة المنتجة حالياً في المحطة . عليه يتوجب إضافة أحواض تجفيف بمساحة تزيد عن الضعف وإعادة التقطيع والتأهيل للأحواض الحالية بحيث يكون العرض الأقصى لكل حوض لا يتعدى ( 6 م ) وإنشاء الأحواض الجديدة بأبعاد ( 6 × 30 ) م. أما في حالة إعادة التصميم والتأهيل وفق أسلوب الحوض الخاص وهذا ممكن فستكون المساحة الكلية المطلوبة بحدود ( 7000 م<sup>2</sup> ) وهي مقارنة جداً للمساحة الحالية للأحواض أي أنه لن تكون هناك حاجة سوى إلى إعادة التقطيع والتأهيل وفقاً لمواصفات الحوض الخاص والمذكورة في الفقرة (2-3-5) وما ينتج عنه من مزايا اقتصادية واضحة. ونلاحظ أنه باستخدام الحوض الخاص ستكون المساحة المطلوبة لكل ألف نسمة بحدود ( 47 م<sup>2</sup> ) لكل ألف نسمة وهو أقل من الحد الأدنى ( 90 م<sup>2</sup> ) لكل ألف نسمة وهذا يوضح بجلاء المزايا التي يوفرها الحوض الخاص .

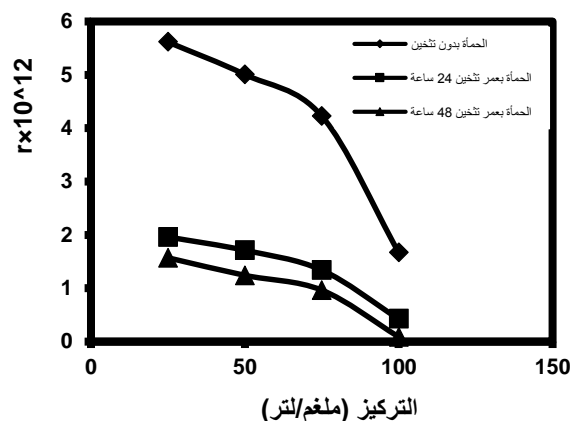
$$Q = \frac{Ak \Delta p}{\mu L} \dots \dots \dots (5)$$

إذ إن:

- Q = معدل الجريان (m<sup>3</sup>/s)
- A = مساحة المقطع العمودي على اتجاه الجريان (m<sup>2</sup>)
- Δp = فرق الضغط (N/m<sup>2</sup>)
- μ = اللزوجة (N.s/m<sup>2</sup>)
- L = سمك وسط الترشيح (m)

#### 5- نتائج قيم المقاومة النوعية للترشيح ( S.R.F )

تم حساب المقاومة النوعية للترشيح S.R.F بعد إجراء التجارب الخاصة بها وذلك للحماة الخام والحماة المعالجة بكل من كلوريد الحديدية (FeCl<sub>3</sub>) والشب (Alum) وبتراكيز تراوحت بين (25-100) ملغم/لتر لكلٍ منهما وبأوقات تثخين مختلفة مقدارها (0-24-48) ساعة وتم تدوين النتائج ورسمت بيانياً كما هو موضح في الشكلين ( 10 ) و ( 11 ) .



شكل 10. العلاقة بين قيم المقاومة النوعية وتركيز إضافة الشب بمختلف أعمار التثخين

من الشكل (10) يتضح أن قيم المقاومة النوعية للترشيح تنخفض بزيادة تركيز الشب ولأعمار التثخين الثلاثة كذلك نلاحظ أن مقدار الانخفاض بعمر التثخين صفر يكون أكبر منه لأعمار التثخين الأخرى . نلاحظ نفس الاتجاه العام في الشكل(11) فيما يخص كلوريد الحديدية. ونلاحظ أيضاً انخفاضاً أكبر للتركيز (100 ملغم/لتر) ولكافة أعمار التثخين. ويعود السبب في ذلك إلى أن قيم المقاومة النوعية تنخفض مع زيادة تركيز المخثر إلى أن زيادة تركيز المخثر يؤدي إلى زيادة تليد دقائق الحماة وفصل الماء عنها مما يتيح إلى ترشحه بصورة أسرع مقللاً بذلك المقاومة النوعية للترشيح أما سبب زيادة الانخفاض في المقاومة النوعية مع زيادة عمر التثخين ولكلا المخثرين فيعود ذلك إلى أنه أثناء عملية التثخين فإن كمية من الماء المنفصلة عن الحماة يتم التخلص منها أثناء التثخين وتزداد هذه الكمية بزيادة عمر التثخين مما يعني أن كمية الماء التي يتوجب فقدانها أثناء عملية الترشيح تكون أقل مسببة انخفاض المقاومة النوعية للترشيح أما سبب كون انخفاض المقاومة النوعية باستخدام كلوريد الحديدية بكافة التراكيز وكافة أعمار التثخين تكون أقل من نظيراتها بالنسبة للشب فإنه من المعلوم أن كلوريد الحديدية هو عامل ملبد أفضل من الشب. والشكلان (10) و (11) يوضحان ذلك بصورة جلية. كذلك يتضح من الشكلين اعلاه أن قيم المقاومة النوعية للحماة الخام وبدون إضافة المخثرات ويعمر التثخين ( صفر) أعلى من نظيراتها التي حصلنا عليها ولكافة التراكيز من الشب أو كلوريد الحديدية ويعمر

"Bioresource Technology Vol. 100, Issue 3 February, pp:1074-1081(2008).

6. Banerjee S. "Sludge Dewatering With Cyclodextrins: Anew Cost-Effective Approach" Thirteenth International Water Technology Conference, IWTC 13, Hurgada, Egypt (2009).
7. Bratby, J. R. "Optimizing Direct Filtration in Brasilia" Journal AWWA, 78, PP.(7),USA, July,1986.
8. Metcalf and Eddy "Wastewater Engineering, Treatment and Reuse" 4<sup>th</sup> Edition Revised by George Tchobanoglous. McGraw-Hill, New York. USA - (2004).
9. Hammer, M. J. and Hammer M.J.Jr., fifth edition,"Water and Wastewater Technology", John Wiley Inc., New Delhi, PP.,(236-237), 2007.
- 10 . اغا , مريوان رضا فارس " معالجة الفضلات المتخلفة عن الانتاج في حوض التعادل في معمل ادوية سامراء " رسالة ماجستير – كلية الهندسة – جامعة تكريت (1999)

## الاستنتاجات والتوصيات

### 1- الاستنتاجات

- أظهرت التجارب أن العمق الأمثل لفرش الحمأة هو (30 سم).
- أظهرت التجارب أن المرشح المتكون من كسر الطابوق والرمل أعطى أفضل النتائج .
- أظهرت التجارب أن إجراء عملية تثخين للحمأة قبل التعامل معها في أحواض التجفيف يعطي زيادة في كفاءة عملية التجفيف .
- أظهرت نتائج قيم المقاومة النوعية للترشيح (S.R.F) أن قيم المقاومة النوعية للترشيح للحمأة عالية وخارج الحدود المسموح بها لأن الحمأة خام وغير معالجة وتحتوي على الدهون وبالإمكان تحسين قيم المقاومة النوعية للترشيح باستخدام المخثرات الكيماوية .
- أظهرت التجارب أن إضافة المخثرات مثل: الشب ، وكلوريد الحديدك للحمأة قبل معالجتها في أحواض التجفيف له تأثير كبير في تحسين عملية التجفيف وزيادة كفاءة الأحواض وذلك من خلال تأثيرها في تحسين قيم المقاومة النوعية للترشيح (S.R.F) إذ تعمل على تقليل قيم المقاومة النوعية للترشيح .
- أظهرت نتائج التجارب التي أجريت على الحوض الخاص أنه أعطى نتائج أفضل من الأحواض التقليدية من حيث سرعة التجفيف رغم أن المياه المترشحة منه لم تكن ضمن محددات المياه المسموح للألقاء في الأنهار فيما يخص تراكيز COD و BOD<sub>5</sub> .

### 2- التوصيات

- بناءً على نتائج الدراسة الحالية وبعد الاطلاع على واقع محطة معالجة المياه لمدينة تكريت في الضباعي والوحدات الخاصة بها نوصي بما يلي:-
- إنشاء حوض تثخين في المحطة (Thickener Tank) .
  - استخدام المخثرات الكيماوية ومن المفضل أن تكون من الشب (Alum) .
  - إعادة إنشاء أحواض التجفيف وضمن مواصفات الحوض الخاص .

### المصادر

1. Ahmed, M.S. Sh. "The Use of Aerated Lagoons -Air Diffusion System in Ninevah Dairy Plant Wastewater Treatment" - Msc thesis - University of Mosul – (2002).
2. Williams, Paul .T. "Waste Treatment and disposal" Jon Wily and Sons Ltd – (1998).
3. Goknil E. "Invading of Dewatering Capacity of Aerobic and Anaerobic StabilizedSludges"www.belgeler.com/big/10vw/ improving (2005).
4. Katja, Haarainen and Mika, Sillanpaa "Flocculation in paper and pulp millsludge process", Res. J. Chem. Environ., vol. 11 (3) Sep, pp.96-103 (2007).
5. Feng X., Deng J., Lei H., Bai T., Fan Q., and Li Z. "Dewaterability Of Waste Activated Sludge With Ultrasound Conditioning