مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 19/العدد 1/ اذار 2012، (62-72)

استخدام العمليات البايوكيمياوية في معالجة الحمأة

محمد سالم شهاب

مدرس مساعد

قسم الهندسة المدنية- جامعة الموصل

الخلاصة

تم في هذه الدراسة تقييم إمكانية استخدام مزيج من الأحياء المجهرية الفعالة (EM1) وبعض أنواع المخثرات الكيمياوية التقليدية في تحسين كفاءة نزع الماء من الحمأة الناتجة عن محطة معالجة المطروحات السائلة في المجمع الطبي لمدينة الموصل.حيث تم استخدام الجير، الشب وكبريتات الحديدوز كمخثرات تقليدية في عمليات تكييف الحماة بواقع ست جرع تراوحت مابين (5-30)،(10-60) و(25- 150 ملغم/لتر) لكل نوع على التوالي، إذ تم حساب معامل مقاومة الحمأة لنزع الماء عند كلا من هذه الجرع.بينت النتائج المختبرية أن للأحياء المجهرية الفعالة تأثير سلبي على معامل نزع الماء من الحمأة حيث كان معامل التأثير بحدود(71.4%) و(75%) لكل من الجير وكبريتات الحديدوز على التوالي . بينما كان للشب تأثيرا ملحوظا في تقليل قيمة هذا المعامل حيث كان معامل التأثير بحدود(49.9- %) و (32.8- %)عند زيادة تركيز كل من الأحياء المجهرية الفعالة وجرع الشب على التوالي.كانت الجرعة المثلى للشب والتي أعطت اقل قيمة لمعامل نزع الماء مساوية لـ 0.98348×10^{12} م/كغم،مساوية لـ 60 ملغم / لتر عند 1% من تركيز الأحياء المجهرية الفعالة.

الكلمات الدالة: نزع الماء من الحمأة ،التكييف الكيمياوي للحمأة ،معامل المقاومة النوعية للترشيح.

The Use of Biochemical Processes in Sludge Treatment

Abstract

The feasibility of using combination of effective microorganism (EM1) and conventional chemical conditioner was evaluated in this study to assess and discern the dewatering properties of the secondary sludge that produced from wastewater treatment plant of the medical assembly in Mosul city .Conventional coagulants such as lime, Alum, and ferrous sulfate, six doses for each coagulant type i.e(5 -30)(10 - 60)and (25 - 150mg/l) respectively, were used in the sludge conditioning processes for enhancement of the sludge dewatering capacity .The characteristics of conditioned sludge, such as specific resistance of filtration (SRF) were determined at each dose.Experimental results indicated that effective microorganism seeds have a passive effect on SRF value which was about (% 71.4)and (%75)in lime and ferrous sulfate respectively.While in Alum conditioning process a significant effect on SRF reduction was accomplished which was about %(-47.9) and (% -32.8) for effective microorganism and Alum dose increments respectively .The best Alum dosage, for minimum SRF 0.98348×10^{12} m /kg, was 60 mg/l at 1 % of effective microorganism .

Keywords: Sludge dewatering, sludge chemical conditioning, factor of specific resistance to filtration (SRF).

مقدمة

هناك عدة أساليب مختلفة لنزع الماء من الحمأة وتشمل البحيرات ، احواض تجفيف الحمأة، المرشحات الضغطية،و الترشيح بواسطة الضغط الفراغي.ان تصميم وتشغيل أي من هذه ألانظمة

يستند بالدرجة الأساس إلى حجم الماء في الحمأة ، وكذلك تركيز المواد الصلبة الجافة.وتمثل كلفة معالجة وطرح الحمأة في محطات المعالجة المتوسطة الحجم أكثر من 50% من الكلفة الأولية لإنشاء المحطة و65% من كلفة التشغيل[1]. ان استخدام الأسلوب الميكانيكي في نزع المياه من الحمأة قد وجد انتشارا واسع النطاق في التطبيقات الصناعية عند فصل السائل عن المواد الصلبة ويرجع ذلك أساسا إلى انخفاض استهلاك الطاقة بالمقارنة مع الأساليب التقليدية الحرارية[2,3]. ويعد معامل المقاومة النوعية للترشيح(SRF) من المعاملات الوصفية المهمة في استبيان مدى قابلية الحمأة على نزع الماء منها . فضلا عن ذلك يستخدم هذا المعامل في المقارنة بين انواع مختلفة من الحمأة وقابليتها للترشيح وتحديد المعايير التصميمية لطرق نزع الماء من الحمأة واختيار الطريقة الامثل . ومن الطرق الشائعة في تثبيت الحماة هي رفع الـ pH للحمأة المعالجة باستخدام الجير أو غيرها من المواد القلوية، مثل الغبار المتطاير من افران تصنيع الأسمنت[4].

اما فيما يخص الطرق الكيماوية المستخدمة فتتضمن عادة اضافة مواد عضوية صناعية مثل البوليمرات او غير عضوية مثل كلوريد الحديديك والجير للحمأة قبل اجراء عملية نزع الماء منها ومعالجتها ،ان اختيار نوع المادة الكيمياوية يعتمد بالدرجة الأساس على الكلفة الأولية للمادة وأسلوب طرح الحمأة المعالجة بعد نزع الماء منها.تستخدم عمليات تكييف الحمأة (Sludge Conditioning) عادة ، قبل أن يتم تطبيق الضغط الميكانيكي وذلك للتخلص من المياه الضرورية التي قد تزيد من تركيزالمواد الصلبة الجافة بنسبة 20 - 30 ٪ باستخدام أملاح الحديد والجير [3] .

ان استقرار وتثبيت الحمأة كيميائيا لا يهدف إلى تقليل كمية المادة العضوية القابلة للتحلل الحيوي وإنما لتهيئة الظروف التي تمنع الاحياء المجهرية من تحلل المواد العضوية ومنع انبعاث الروائح الكريهة الناجمة عن عملية التحلل.

الأهداف الرئيسية لهذه الدراسة للمقارنة بين أداء الاحياء المجهرية الفعالة (EM1) مع الجير والشب ، وكبريتات الحديدوز في ما يتعلق بالمقاومة النوعية للترشيح (SRF)، وتقدير نسبة الجرعة المثلى لهذه المكيفات عند استخدامها مع الحمأة الناتجة من محطة معالجة مياه الفضلات للمجمع الطبي في مدينة الموصل.

استعراض الدراسات السابقة

في دراسة مقارنة أجراها Berktay[2] لاستبيان تأثير الضغط على قابيلة الترسيب والترشيح للحمأة الناتجة من وحدة معالجة مياه الفضلات تعمل بالنظام البايولوجي مسلط عليها ضغط مع وحدة معالجة مشابهة لها ولكن تعمل تحت تأثير الضغط الجوي وفي ظل ظروف مماثلة للوحدة الأولى. تبين ان قيم المقاومة النوعية للترشيح كانت نسبيا ثابتة مع تغاير في القيم تراوح ما بين 31×10^{13} م/كغم و 87×10^{13} م/كغم (المعدل 51.9×10^{13} م/كغم) عند ضغط 49 كيلونيوتن / م^2. في حين تراوحت قيم المقاومة النوعية للحمأة في محطة المعالجة التي تعمل تحت تاثير الضغط الجوي ما بين 5×10^{13} م/كغم لتصل الى 217×10^{13} م/كغم (وبمعدل 123×10^{13} م/كغم). وتشير نتائج البحث الى ان عملية نزع الماء من الحمأة الناتجة من وحدات المعالجة التي تعمل تحت ضغط اسهل واسرع .

وقد تلقت عمليات الترشيح والانضغاط للحمأة نطاقا واسعا من النظريات والتجارب العملية ، فقد استعرض (Lee *etal* ,2000)[5] مختلف النظريات التي تتناول عمليات الترشيح والانضغاط ونتائجها في نزع الماء من الحمأة. ومع ذلك، فان البيانات والتجارب العملية لا تزال قليلة في حالة الحمأة المنشطة نتيجة لتنوع وتعقيد الحمأة [6].

(Cheh-Hung and Kung- Chia) [7] قاما بحساب وقت السحب الشعري (capillary suction CST time) والمقاومة النوعية للترشيح (SRF) لحمأة منشطة تم معالجتها مسبقا مع الرماد المتطاير والبوليمر.اشارت النتائج إلى حدوث انخفاض طفيف في قيمة (SRF) من 1.33×10^{12} م/كغم الى 1.0×10^{12}م/كغم وان قيمة (CST) قد انخفضت قليلا من 20.9 إلى 20.0 ثانية، وعلى العكس من ذلك فان لزوجة الحمأة زادت من 2.81 إلى 3.01 cp عندما زادت نسبة الرماد المتطاير من 0 ٪ الى 12 ٪ مما يشير الى ان الرماد المتطاير لا يحسن من قابلية نزع الماء من الحمأة . في حين أن قيم (SRF) و (CST) للبوليمر قد تأثرت بشكل ملحوظ فقد انخفضت قيمة (SRF) من 1.33×10^{12} م/كغم الى 0.13×10^{12}م/كغم، في حين انخفضت قيمة (CST) من 20.9 إلى 15.0 ثانية عند جرعات تراوحت ما بين 0 و 25 ملغم/لتر ، وان الجرعة المثلى كانت بحدود 15ملغم/لتر.

(Buyukkamaci& Kucukselek) [8] قاما بدراسة امكانية تحسين خصائص الحماة الناتجة عن صناعة البتروكيمياويات، من حيث قابليتها على نزع الماء وذلك باستخدام مخثرات كيمياوية تقليدية هي (الشب ، الجير ، والبولي اليكترولايت) ومواد اقل استعمالا وهي (الرماد المتطاير ، الجبس ، وطين البنتونايت). حيث كان الشب من أفضل المخثرات المستخدمة في هذه الدراسة.

كانت نسبة الشب المثلى 8 ٪ والتي أعطت نتائج أفضل من المخثرات الأخرى التي شملتها الدراسة حيث انخفضت قيمة (SRF) من 0.5×10^{16} م/كغم الى 2×10^{15} م/كغم (E= 92 ٪) في حين انخفضت قيمة (CST) من 2000 الى 600 ثانية (E=70 ٪). اما فيما يخص الجير فقد كانت اقل قيمة لـ (SRF min = 1.1×10^{16} م/كغم) تقريبا ، في حين كانت قيمة (CST_{min} = 1232ثانية)، باستخدام نسب 8 ٪ و 12 ٪، على التوالي. اما البولي اليكترولايت الموجب الشحنة فقد تم تقليص كل من (SRF) و (CST) الى 22.4 ثانية و 0.28×10^{16} م/كغم على التوالي.

تعد الحماة المنشطة المستخدمة في محطات معالجة المياه الصناعية لمعامل الورق من انواع الحماة الصعبة الترشيح .حيث استخدم كل من (Sommerfeld and Maxham) [9] مواد ناعمة من كاربونات الكالسيوم ، و الكالسيوم المتعدد السيليكا وطين الكاؤلين . لوحظ تزايد في قابلية الحماة للترشيح مع زيادة نسبة تركيز هذه المواد الى نسبة المواد العضوية المتطايرة (P/B) حيث كانت اقل قيمة لـ SRF مساوية لـ 14×10^{12}م/كغم عند اضافة كاربونات الكالسيوم بنسبة (P/B=11.3) في حين كان الكالسيوم المتعدد السليكا والكاؤلين اقل فعالية ، وقد يعزى السبب الى الشكل الخارجي للدقائق حيث كان كرويا بالنسبة لكاربونات الكالسيوم بينما كان مدبب ومستطيل لكل من الكالسيوم المتعدد السليكا والكاؤلين على التوالي .

المواد وطرائق العمل

يعد استخدام المخثرات الكيمياوية من الأساليب الواسعة الانتشار في عمليات نزع الماء من الحمأة.ويعد الشب ، والجير والأملاح الحديدية من المكيفات الكيميائية الشائعة [3]، تم في هذا البحث مزج الحمأة المنشطة مع أحياء مجهرية تضم ثلاثة أجيال رئيسية :Bacteria phototrophic وYeast وLactic Acid والتي تحتوي على طيف واسع من من المعادن والعناصر الغذائية فضلا عن المواد الفعالة مثل الفيتامينات والأحماض العضوية والمعادن والمواد المضادة للأكسدة والتي تكون مفيدة عندما تكون في تماس مع المواد العضوية [10,11]، ويعد هذا المزيج مفيدا يمكن استخدامه في طائفة واسعة من

التطبيقات البايولوجية ومن ضمنها تحسين قابلية نزع الماء من الحماة ومعالجتها كما تم استخدامه في هذا البحث.

تم جمع الحمأة المنشطة المستخدمة في هذا العمل من خط إعادة التدوير من محطة معالجة مياه الفضلات في المجمع الطبي في مدينة الموصل. وتم اضافة المزيج الحيوي السائل اليها و بالجرع المقترحة والتي تراوحت مابين (0- 2 %) بالنسبة للأحياء المجهرية عند جرع متغايرة لكل من الشب والجير وكبريتات الحديدوز والتي تراوحت مابين(5- 30) و (10- 60) و (25– 150) ملغم/لتر على التوالي ولمدة 24 ساعة مع التحريك المستمر لغرض تثخين الحمأة. حيث تم الحصول على قيمة(SRF) عند كل جرعة من الجرع المستخدمة.كما استخدم فحص الجرة في تقييم كفاءة المخثر وتاثيره على قيمة (SRF)، اما فيما يخص المتغيرات الخاصة بفحص الجرة فقد كانت ثابتة على النحو التالي:

- أكواب زجاجية اسطوانية سعة 1.0 لتر.
- مزج سريع 100 دورة في الدقيقة لمدة 1.5 دقيقة.
- مزج بطيء 40 دورة في الدقيقة لمدة 20 دقيقة.
- الترسيب لمدة 30 دقيقة

المقاومة النوعية للترشيح (SRF)

في التطبيقات العملية لمعالجة الحمأة يعد معامل المقاومة النوعية للترشيح SRF هو العامل الوصفي في استبيان مدى قابلية الحماة على نزع الماء.ان فحص SRF، والذي يعرف باسم Buchner funnel test هو واحد من الفحوصات الأكثر استخداما في تقييم الحمأة من حيث قابليتها على الترشيح حيث ان ارتفاع قيمة SRF تشير الى ضعف وتردي في قابلية الحمأة على الترشيح ونزع الماء منها.

ويبين الشكل (1) الأجهزة المختبرية المستخدمة في البحث ،حيث تم جدولة العمل وفقا للترتيب التالي [3,12]:

1. وضع ورق الترشيح (Whitman رقم (1) ،قطر 5.0 سم) الرطب في القمع.
2. وضع الحمأة المعاملة بالاحياء المجهرية والمخثر في القمع.
3. تشغيل جهاز سحب الهواء وبضغط 250 (كيلونيوتن / م^2).
4. تسجيل حجم الراشح الاولي بعد دقيقتين.
5. تسجيل القراءات لحجم الراشح بشكل دوري ومنتظم مع الزمن (كل 5 دقائق).
6. عند تشقق الحماة وثبوت حجم الراشح مع الزمن ، تم قياس درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني للراشح.

يتم حساب معامل المقاومة النوعية للترشيح (SRF أو r) من المعادلة التالية (Ruth's equation) والتي توضح بشكل جيد آلية عملية الترشيح [12,13] :

$$\frac{t}{v} = \left(\frac{\mu r w}{2 A^2 P}\right) V + \frac{\mu R_f}{AP} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث أن:

r = معامل المقاومة النوعية للترشيح (م/كغم).
P = الضغط في جهاز سحب الهواء (نيوتن/م^2).
μ = لزوجة الراشح (وتؤخذ عادة من الجداول بعد قياس درجة حرارة الراشح) (م^2 / ثانية . نيوتن).
v = حجم الراشح (م^3).
t = وقت الترشيح (ثانية).
w = تركيز المادة الصلبة في الراشح (كغم/م^3)
A= مساحة رقة الترشيح (م^2).
R_f= مقاومة وسط الترشيح (1/ م).

تفترض هذه الصيغة ان نوعية الجريان من النوع الصفائحي، وان ترسب المواد الصلبة أثناء الترشيح يكون بشكل منتظم، مع زيادة مستمرة في مقاومة الترشيح مع زيادة سمك الحمأة في القمع.

عند إهمال قيمة(R_f) والتي تكون قيمتها قليلة جدا بالمقارنة مع مقاومة الحمأة للترشيح ،يتم اختصار المعادلة (1) لتصبح :

$$\frac{t}{v} = \left(\frac{\mu r w}{2A^2P}\right) = b.v \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad (2)$$

يتم إيجاد قيمة الميل للخط المستقيم b برسم العلاقةِ بين قيم t/v و V والتعويض عنها في المعادلة ادناه ليتم ايجاد قيمة SRF وكالاتي:

$$r = \left(\frac{2A^2P}{\mu w}\right) b \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad (3)$$

النتائج والمناقشة

الجير

يمكن تحسين خصائص تلبد الحمأة بتغير تركيز الايونات الموجبة،إن التفاعل مابين مكونات الحمأة والعناصر الثنائية الشحنة Ca^{+2} بالصيغة $Ca(OH)_2$ والتي تعرف تجاريا بأنها الجير سيؤدي الى تكوين كربونات الكالسيوم وغيرها من مركبات الكالسيوم والتي ستؤدي بدورها الى التغيير في التركيب البنيوي للحماة والتأثير على قابلية نزع الماء منها. النتائج التي تم الحصول عليها في الشكل (2) تعرض تأثير كل من الاحياء المجهرية الحيوية والجيرعلى قيمة (SRF) عند الجرع المؤشر ازائها. كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن إضافة الأحياء المجهرية الحيوية الى الحماة كان له تأثير سلبي ملحوظ على قيمة (SRF) والذي كان بحدود (71.4 ٪) ،حيث كان الحد الأدنى لقيمة (SRF) مساويا لـ 1.265×10^{12} م/كغم عند 0٪ و20 ملغم/لتر لكل من الاحياء المجهرية والجير على التوالي ،في حين كانت قيمة (SRF) مساوية لـ 7.65×10^{12} م/كغم عند تركيز 2 ٪ للأحياء المجهرية ونفس جرعة الجير (أي بزيادة تصل إلى 83.5 ٪ في قيمة (SRF)). بينما نجد ان زيادة جرعات الجير ذات تأثير طفيف (حوالي 0.9 ٪) على قيمة (SRF)،باستثناء تركيز 1 ٪ للاحياء المجهرية،وقد تم اشتقاق العلاقة الآتية للتنبؤ بقيمة (SRF):

$$SRF = 1.7 \times 10^{12} + 2.0 \times 10^{12} \times A - 2.2 \times 10^{9} \times B$$

حيث ان :

SRF= المقاومة النوعية للترشيح (م / كغم).

A= النسبة المئوية لتركيز الاحياء المجهرية.

B = جرعة الجير ملغم / لتر.

أن أفضل وصف للدور الرئيسي للشحنات الموجبة الثنائية التكافؤ من الناحية النظرية هو الجسور الرابطة بين لبادات الحمأة (bioflocculation)،حيث عند قيم pH العالية،سوف تنفصل الشحنات المكهربة والملتصقة على سطح البكتيريا، مما يؤدي إلى زيادة في عدد المواقع النشطة على سطح الخلايا مما يزيد في فرق الجهد الكهربائي وتحسين عملية التلبد البايولوجي[4,14] .

ويمكن تفسير سلوك المنحني لقيم (SRF) عند تركيز 2 ٪ للأحياء المجهرية على ان الزيادة في إنتاج المواد الصلبة الحيوية من 54 ٪ - 69 ٪ عند تركيز 0 ٪ و 2٪ للأحياء المجهرية على التوالي،سيزيد من استهلاك المادة المخثرة (الجير) والذي سيؤدي الى زيادة الشحنات الموجبة على سطح الخلايا وحدوث تنافر عكسي بين الاسطح الخارجية للبادات البايولوجية وبالتالي تشتتها مما يقلل ويحد من اختراق

المياه في جميع أنحاء سمك الحمأة وبالتالي زيادة قيمة (SRF)[15,3] .

يعد الرقم الهيدروجيني عاملا مؤثرا في عملية التخثر فعند اضافة الجير إلى الحماة ارتفعت قيمة الرقم الهيدروجيني من (7.2 الى 9.0) عند تراكيز 5 و 30 ملغم/لتر على التوالي،حيث أن الرقم الهيدروجيني الأولي للحمأة الخام كان بحدود (6.5 ± 0.3) ،وهذا الارتفاع في الرقم الهيدروجيني لا يكون بشكل دائم ومستقر بسبب ترسيب الكاربونات على شكل كربونات الكالسيوم مما يؤدي الى انخفاض الرقم الهيدروجيني في الراشح[16]، كما هو مبين في الشكل رقم (3). و يمكن ملاحظة انه عند زيادة تركيز الاحياء المجهرية الى 2 ٪ هناك تأثير طفيف على زيادة الرقم الهيدروجيني، مما يؤدي الى انخ 66 نسبي في قيمة SRF عند نفس جرعة الجير.

بالنسبة للشكل رقم (4)، ادت زيادة تركيز الاحياء المجهرية وبشكل عام الى ارتفاع تراكيز المواد البيولوجية الصلبة في الراشح، باستثناء التركيز2٪، حيث لوحظ تناقص حاد في تركيز المواد الصلبة في الراشح مما قد يفسر سبب زيادة قيمة (SRF) التي قد لوحظت عند نسبة 2 ٪ من الاحياء المجهرية.

الشب

كان الشب واحدا من أفضل المخثرات المستخدمة حيث كانت جرعة الشب المثلى والتي ، اعطت اقل قيمة لـ (SRF= 0.98348×10^{12} م/كغم) مساوية لـ 60 ملغم/لتر وبنسبة 1 ٪ من الاحياء المجهرية، في حين كانت قيمة (SRF= 1.1087×10^{12} م/كغم) عند تركيز 40 ملغم/لتر من الشب و تركيز 2 ٪ من الاحياء المجهرية، كما مبين في الشكل (5)، حيث تنخفض قيم المقاومة النوعية للحمأة مع الزيادة في تركيز الكتلة الحيوية للحمأة من 48 ٪ إلى 62 ٪ بسبب زيادة تركيز الاحياء المجهرية من 0٪ والى 2% .

ان تشكل اللبادات الجيلاتينية من هيدروكسيد الألومنيوم الغير قابلة للذوبان نتيجة لتفاعل بيكاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم القاعدية،حيث تراوحت قاعدية الحمأة ما بين 740و1350ملغم/لتر ،والتي كانت بمثابة شبكة هيكلية قوية ونفاذة اثناء عملية الترشيح ،تترسب ببطء وتعمل على اقتناص المواد الصلبة الحيوية ،وبالتالي الحفاظ على حجم الفتحات الصغيرة الميكروية لمرور الماء خلالها [7,17] يشير الانحدار الخطي للنتائج العملية الى التاثير الكبير للشب والاحياء المجهرية حيث كان حوالي 47.9 ٪ و 32.8 ٪ على التوالي. كما تم اشتقاق علاقة خطية لتكون مناسبة لوصف التغاير في تركيز الشب مع الاحياء المجهرية في ايجاد قيم SRF:

$$SRF = 3.9\times10^{12} - 7.1\times10^{12}\times A - 2.1\times10^{10}\times B$$

حيث ان :

A= النسبة المئوية لتركيز الاحياء المجهرية.

B = تركيز الشب ملغم / لتر.

يعد الرقم الهيدروجيني عاملا مؤثرا في عملية التخثير حيث ان اضافة الايونات المتعددة الشحنة (Al^{+3}) في حالة الشب تعمل على تخفيض قيمة الرقم الهيدروجيني تلقائيا ، اذ تتراوح قيم الرقم الهيدروجيني الفعال بالنسبة للشب مابين 5.0 - 7.0 وان الحد الأدنى لذوبان الشب يحدث عند 6.0. في حين تشير النتائج في الشكل رقم (6) الى عكس ما ذكر انفا وقد يعود السبب الى استمرار تفكك الجزيئات هيدروكسيد الألومنيوم المائية والتي تسهم في إنتاج الأيونات السالبة (الهيدروكسيد) والتي لها دور كبير في رفع الرقم الهيدروجيني [17]. فضلا عن ان الزيادة في إنتاج المواد الصلبة الحيوية ونتيجة لعمليات التميؤ (hydrolysis) ستحرر كميات كبيرة من ايون الهيدروكسيد.

الشكل (7) يبين االتغاير في تراكيز المواد الصلبة الكلية في الراشح بتغاير كل من تركيز الشب والاحياء المجهرية الحيوية،حيث لوحظ وجود تغايرات طفيفة لتراكيز المواد الصلبة الكلية مع زيادة تراكيز الشب والاحياء المجهرية الحيوية،باستثناء تركيز 2 ٪ للأحياء المجهرية الحيوية حيث لوحظ تناقص في تركيز المواد الصلبة بشكل كبير مع زيادة تركيز الشب.

كبريتات الحديدوز

ان أساس تكوين اللبادات البايولوجية يعود الى قدرة الاحياء المجهرية على الالتصاق ببعضها ومع الجزيئات الغير بايولوجية المتواجدة . كما ان هناك عدة اليات لتكوين التلبد البايولوجي منها التلبد البكتيري ،آلية الالتصاق ، معادلة الشحنات و / او آلية الجسور الرابطة [14].

يلاحظ ان سلوكية كبريتات الحديدوز في عمليات نزع الماء من الحماة تكون مشابهة للجير. حيث ازدادت تراكيز المواد الصلبة بنسبة (50٪ - 62.3٪) عند 0 ٪ و 2 ٪ من الاحياء المجهرية الحيوية على التوالي. وقد كانت اعلى قيمة لـSRF مساوية لـ 10.85×10^{12}م/كغم بينما كان الحد الأدنى 1.37×10^{12} م/كغم عند 2 ٪ و 0 ٪ من تراكيز الاحياء المجهرية الحيوية على التوالي (حوالي 99.8 ٪ زيادة في قيمة SRF، عند نفس التركيز لكبريتات الحديدوز والتي كانت100 ملغم/لتر،كما هو موضح في الشكل رقم (8). مرة أخرى،وكما في حالة الجير،نلاحظ ان الاحياء المجهرية الحيوية كان لها تاثير سلبي على قيمة SRF، كما تم استنتاجه من خلال التحليل الإحصائي،والتي كانت حوالي 75 ٪ و 8 ٪ عند زيادة تراكيز كبريتات الحديدوز. على الرغم من أن كبريتات الحديدوز لها نفس آلية التفاعلات الكيميائية التي تنتج هيدروكسيل المعدن (هيدروكسيد الحديدوز) والتي يمكن أن تتأكسد الى هيدروكسيد الحديديك لتشكيل لبادات جيلاتينية مشابهة للبادات الشب،ولكن يبدو انها تسلك سلوكا مغايرا عند زيادة تراكيز الاحياء المجهرية الحيوية ،وبشكل واضح عند تركيز 2 ٪. ربما يعود السبب الى ان زيادة الكتلة الحيوية تعمل على عكس الشحنة على السطح الخارجي للبادة بسبب استمرار عملية الامتزاز للبادات الغروية الاحادية والمتعددة الناجمة عن عملية التميؤ والتي تحمل الشحنة الموجبة،بحيث لايمكن ازالتها بعمليات التلبيد الحركية Perikinetic. وعلى اية حال ،فان زيادة تراكيز كبريتات الحديدوز لها تأثير طفيف على قيمة SRF، باستثناء تركيز 2 ٪ من الاحياء المجهرية الحيوية[17,14] .

كما كان للاحياء المجهرية الحيوية تأثير سلبي (حوالي 75 ٪) على قيمةSRF،ولكن كبريتات الحديدوز كانت أقل تاثيرا (حوالي 8.2 ٪). وكما تشير العلاقة في ادناه:

$$SRF = 8.9\times10^{11} + 2.9\times10^{12}\times A + 5.6\times10^{9}\times B$$

حيث ان :

A= النسبة المئوية لتركيز الاحياء المجهرية.

B= تركيز كبريتات الحديدوز ملغم/لتر.

تعمل كبريتات الحديدوز على خفض الرقم الهيدروجيني وعندما تضاف الى الحمأة،ينخفض الرقم الهيدروجيني مع تكوين المركبات الناتجة عن التفاعل. بما ان قيمة الرقم الهيدروجيني الفعال لترسيب الحديد تتراوح بين 7.0 - 9.0 ،وان الحد الأدنى من الذوبان يحدث عند الرقم الهايدروجيني8.0 ،فان وجود الايونات السالبة الشحنة (أيون الكبريتات) سوف يعيق من عملية التلبد،وزيادة الحامضية وتقليل القاعدية [17,3,4] النتائج المشار اليها في الشكل (9) أظهرت عكس ذلك، حيث أن تفكك كبريتات الحديدوز يحرر أيونات الهيدروكسيل وبالتالي رفعت قيمة الرقم الهيدروجيني.

ان زيادة تراكيز المواد الصلبة نتيجة اضافة الاحياء المجهرية الحيوية والمخثر يؤدي الى زيادة تراكيز المواد الصلبة في الراشح ،الا انه وكما هو مبين في الشكل (10) ليس هناك تغييرات ملحوظة في تركيز المواد الصلبة في الراشح،عند زيادة تراكيز الاحياء المجهرية الحيوية وكبريتات الحديدوز المتتابعة ،بالمقارنة مع التراكيز العالية نسبيا من محتوى المواد الصلبة في الحمأة الخام وبعد اضافة المخثر والتي تراوحت ما بين (50 ٪ - 63.2 ٪) على التوالي.

الاستنتاجات

1. قيمة SRF ، المساوية 1.265×10^{12} م / كغم عند تركيز 0 ٪ و20 ملغم/لتر لكل من الاحياء المجهرية الحيوية والجير على التوالي، كانت أقل من تلك التي تم الحصول عليها عند تركيز 2 ٪، والتي كانت7.65×10^{12} م/كغم عند نفس التركيز للجير، بينما كان لزيادة تراكيز الجير تأثير طفيف (حوالي 0.9 ٪) على قيمSRF. كما لوحظ تناقص حاد في تركيز المواد الصلبة الحيوية فييسض2 الراشح عند تركيز2 ٪ من الاحياء المجهرية الحيوية.

2. الشب كان واحدا من أفضل المخثرات ، حيث اعطى اقل قيمة لـSRF والمساوية لـ 0.98348×10^{12} م/كغم.حيث كانت الجرعة المثلى للشب 60 ملغم/لترعند تركيز 1% من الاحياء المجهرية الحيوية. كما لوحظ تغايرات بسيطة في تراكيز المواد الصلبة في الراشح عند الزيادة المتتابعة لتراكيز كل من الاحياء المجهرية الحيوية والشب على التوالي.

3. يشير الانحدار الخطي للنتائج العملية إلى أن التأثير الكبير على قيمة SRF لكل من الاحياء المجهرية الحيوية والشب كان بحدود 47.9- ٪ و32.8- ٪ على التوالي.

4. ان سلوك كبريتات الحديدوز في عملية نزع الماء كان مشابها للجير. حيث كانت اعلى واقل قيمة لـ SRF مساوية لـ10.85×10^{12} م/كغم و 1.37×10^{12} م/كغم عند تركيز0 ٪ و 2 ٪ من الاحياء المجهرية الحيوية على التوالي وعند نفس التركيز للمخثر والذي كان100 ملغم/لتر.

المصادر

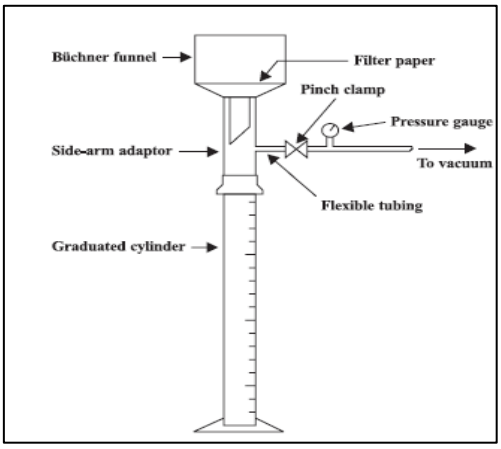
1. Calcutt, T .and Moss, J.," Sewage sludge treatment and disposal -the way ahead", *Water Pollution Control، Vol.83 ,No.2, pp163-171*,(1984).
2. Berktay, A., "Properties of Sludge Produced from the Pressurized Wastewater Treatment Process" ,Tr . J .of Engineering and Environmental Science, 22, 377 – 385 ,(1998).
3. Eckenfelder W.W ,"Industrial water pollution control",*McGraw hill international editions,3rd Edition*,(2000).
4. Dick, R .I, "Physicochemical Processes for Water Quality Control", *W .J .Weber, Jr., ed .New York :John Wiley and Sons*,(1972).
5. Lee, D .J .and Wang, C .H., "Theories of cake filtration and consolidation and implications to sludge dewatering", *Water Research, vol . (34), pp .1-20*,(2000).
6. Ghiaus A .,Vaxelaire J., Roques M . and Anglerot D.,"Dewatering of activated sludge - a global approach", *Elf-Atochem , Groupement de Recherches de Lacq، France*,(2000).
7. Chia-Hung Hou and Kung-Cheh Li ,"Assessment of sludge dewaterability using rheological properties" , *Journal of the Chinese Institute of Engineers, Vol .26, No .2, pp .221-226* ,(2003).
8. Buyukkamaci N and Kucukselek E," Improvement of dewatering capacity

of a petrochemical sludge",*Elsevier B.V.*,(2006).

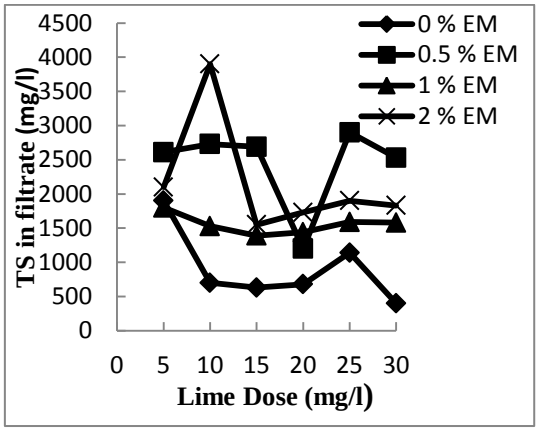
9. Sommerfield D .and Maxham J .V . ,"The effect of fine particle addition on the dewatering characteristics of an unbleached Kraft mill activated sludge ",*Institute of paper chemistry, progress report to members of the institute of paper chemistry, Appleton, Wisconsin*.,(1983).
10. Zimmermann I. and Harrison J., "Example of an integrated biosystem incorporating effective microorganisms", *Presented at the Water Management Conference, Worcester Polytechnic Institute*, (2004).

11. العبد ربه، وليد محمد شيت ،"تأثير استخدام الأحياء المجهرية الفعالة (أي ام 1) على أداء وحدات الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة في معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية، مجلة تكريت للعلوم الهندسية، مجلد 16، عدد 4، 2009.

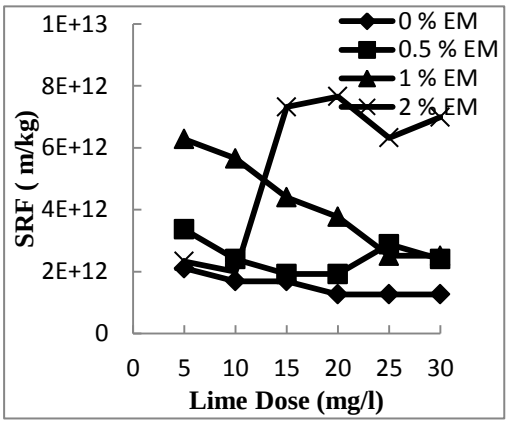
12. Viessman, W .and Hammer, M ., "Water supply and pollution control" ,*Harper and Row publishers, new York , 4th Edition*, (1985).
13. Attar M .H .,Bina B .and MoeinianKh, "Effects of aeration rate and detention time on thermophilic aerobic digestion of mixed sludge and its dewaterability", *International journal of Environmental Science and Technology ,Vol .2, No .2, pp .105-111*.,(2005) .
14. Katja H .and Mika S.," Flocculation in Paper and Pulp Mill Sludge Process' *Journal Of Chemistry And Environment Research, Vol .11 (3*) ,(2007).
15. Amudaa O.S and Amoob I.A,"Coagulation/flocculation process and sludge conditioning in beverage industrial wastewater treatment",*Elsevier B.V.*,(2006).
16. Al-Malack M. H., Abuzaid N. S., Bukhari A. A .and Essa M. H . "Characterization, Utilization, and Disposal of municipal sludge :the state of-the-art", *The Arabian Journal for Science and Engineering, Volume 27, Number 1B*,(2002).
17. Metcalf and Eddy "Wastewater engineering treatment and reuse",
18. *McGraw -Hill companies Inc*.4th Edition .,(2003).



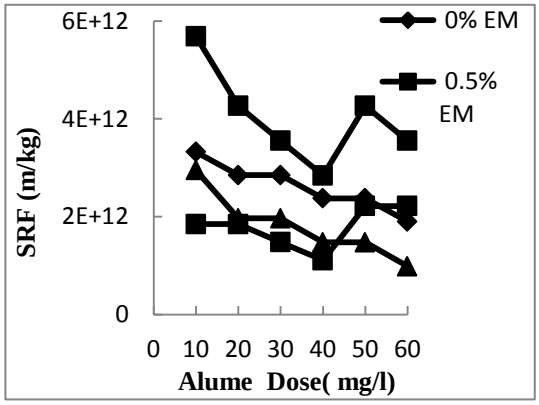
الشكل رقم (1): الأدوات والأجهزة المختبرية المستخدمة في إجراء فحص (SRF)



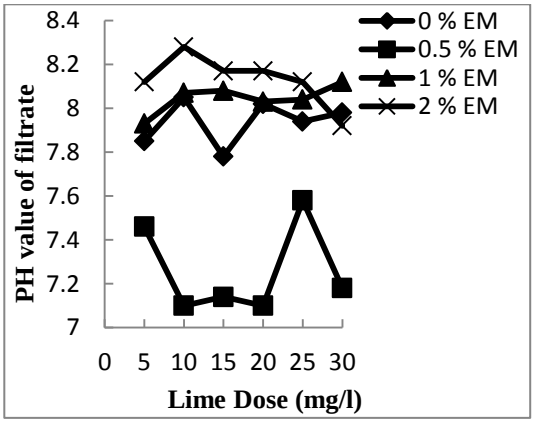
الشكل رقم (4) تغاير تراكيز المواد الصلبة الكلية الراشح عند زيادة تركيز الجير والأحياء في المجهرية الحيوية



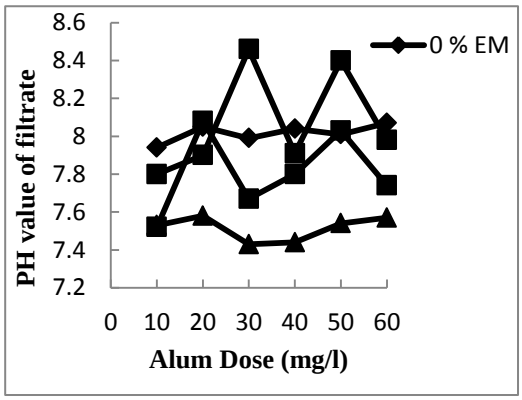
الشكل رقم (2): تأثير كل من الاحياء المجهرية الحيوية و الجير على قيمة SRF



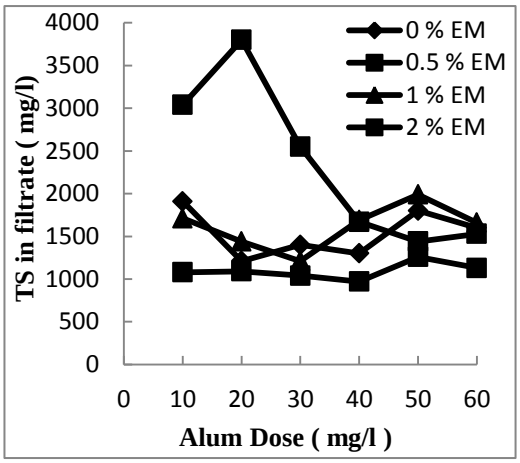
الشكل رقم (5): تأثير كل من الاحياء المجهرية الحيوية و الشب على قيمة SRF.



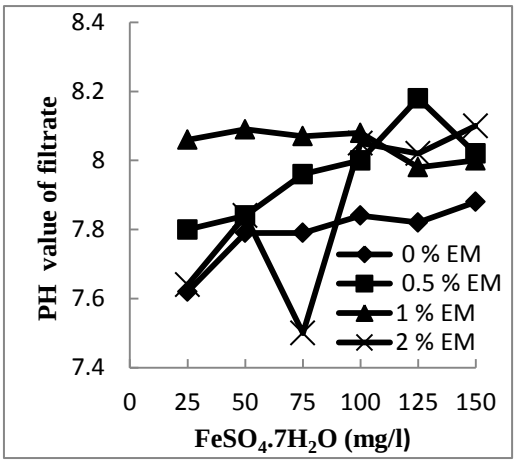
الشكل رقم (3): تغاير قيم الرقم الهايدروجيني في الراشح عند زيادة تركيز الجير والاحياء المجهرية الحيوية



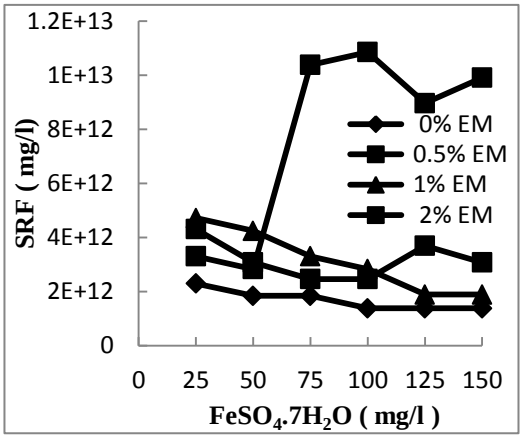
الشكل رقم (6): تغاير قيم الرقم الهايدروجيني في الراشح عند زيادة تركيز الشب والاحياء المجهرية الحيوية



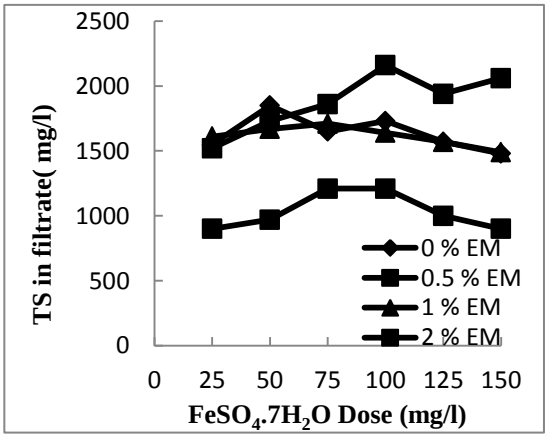
الشكل رقم (7) تغاير تراكيز المواد الصلبة الكلية في الراشح عند زيادة تركيز الشب والاحياء المجهرية الحيوية



الشكل رقم (9): تغاير قيم الرقم الهايدروجيني في الراشح عند زيادة تركيز كبريتات الحديدوز والاحياء المجهرية الحيوية



الشكل رقم (8):تأثير كل من الاحياء المجهرية الحيوية وكبريتات الحديدوز على قيمة SRF



الشكل رقم (10): تغاير تراكيز المواد الصلبة الكلية عند زيادة تركيز كبريتات الحديدوز والاحياء المجهرية الحيوية