

Ballasted Clarification in Conventional Municipal Wastewater Treatment in Iraq

Khairi Resan Kalash

Ministry of Science and Technology/ Baghdad

Email:khairirs@yahoo.com

Mohammed A. Abdul-Majeed

Ministry of Science and Technology/ Baghdad

Dr. Raad A. Ali

Ministry of Science and Technology/ Baghdad

Inmar N.Ghazi

Laser and Optoelectronics Engineering Department, University of Technology/ Baghdad

Received on: 16/9/2012 & Accepted on: 3/10/2013

ABSTRACT

In this work a practical comparison has been done between the conventional coagulation and flocculation method and Ballast flocculation as a primary settling procedure that was used to treat sewage water in Al-Zaafraniya apartment complex. The results show that the conventional method using alum as coagulant 75 mg/L, gives removal efficiencies of Total suspended solid TSS 50-60%, BOD 30-40% and total phosphorus TP 40% at total time of 60 minutes. While the Ballast flocculation method using alum 75 mg/L, polyelectrolyte 1.5 mg/L and sand 10 mg/l (70µm) gives removal efficiencies of TSS 50-70%, BOD 30-40% and TP 68% at total time less than 22 minutes.

From the above, a conclusion can be noticed that the Ballast flocculation method means reduction in equipment size and footprint area more over efficiency in total phosphorus removal.

استخدام تقنية الترسيب بالرمل الدقيق لمعالجة مياه الصرف الصحي في العراق

الخلاصة

في هذا البحث تم المقارنة العملية بين طريقة الترويق الاولي التقليدية وطريقة الترويق بالرمل الدقيق لغرض معالجة مياه الصرف الصحي من مجمع الزعفرانية السكني. أظهرت النتائج ان استخدام طريقة الترويق التقليدية تعطي كفاءة إزالة للمواد العالقه الكليه 50-60% وتخفيض تركيز الاحتياج الحيوي للأوكسجين (BOD) 30-40% وتركيز الفسفور الكلي 40% وبزمن كلي 60 دقيقة وباستخدام الشب كمادة مخثرة بتركيز 75 ملغم /لتر. اما طريقة الرمل الدقيق تعطي كفاءة إزالة للمواد العالقه الكليه 50-70% وتخفيض تراكيز الاحتياج الحيوي للأوكسجين (BOD) بمقدار 30-40% وتركيز الفسفور الكلي 68% وباستخدام مادة البولي الكتروللايت 1.5 ملغم /لتر والشب 75 ملغم /لتر كمادة مخثرة مع الرمل 10 غم/لتر (70 مايكرومتر)، وبزمن كلي 22 دقيقة.

خلصت النتائج بأن طريقة الترويق باستخدام الرمل الدقيق تختزل في حجم المعدات وذات كفاءة عالية في إزالة الفسفور الكلي.

المفاتيح: الترويق بالرمل الدقيق، المواد العالقه الكليه، الاحتياج الحيوي للأوكسجين، الفسفور الكلي

المقدمة

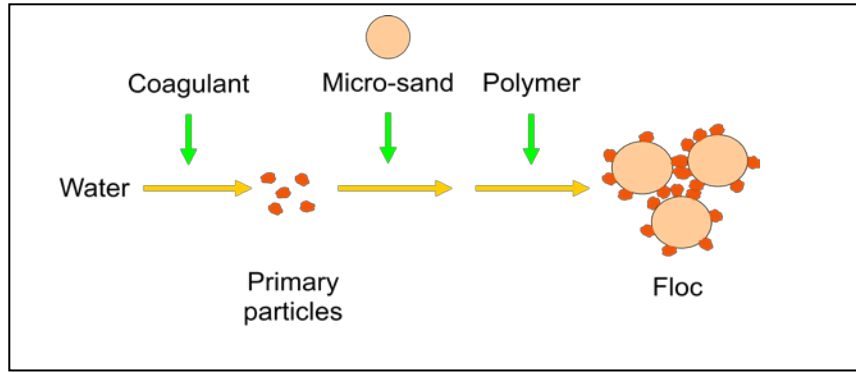
يعاني قطاع المياه في العراق من مشاكل جمة حيث أن انخفاض معدلات التصريف للأنهيار في العراق يؤدي إلى زيادة حساسية الأنهار لرمي المياه الملوثة فيها، وبسبب تقادم المنظومات المركزية في معالجة مياه الصرف الصحي أصبحت هذه المنظومات معرضة للتوقف أما لأغراض الصيانة أو لأسباب فنية وبالتالي يكون توقفها له مردود سلبي في معالجة مياه الصرف الصحي لجميع المرافق المرتبطة بها. لذا برزت حاجة ملحة إلى تطوير استراتيجيات جديدة لإدارة المياه وإعادة استخدامها بتطوير تقنيات ذات جدوى اقتصادية كفوءة تؤدي إلى أختزال حجم المعدات وذات كلف تشغيلية ملائمة لاستيعاب الزيادة في مصادر التلوث. حيث أن توفير منظومات صغيرة Package Units كفوءة لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استعمال المياه توفر فرصة للمركزية في معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها موقعا لأغراض غير الشرب وتجنب نقل المياه لمسافات طويلة. إذ بالأمكان استخدام هذه المنظومات في الفنادق والمستشفيات والمجمعات السكنية واستعمال المياه الناتجة لأغراض غير الشرب مثل ري الحدائق والغسيل.

بصورة عامة محطات معالجة مياه الصرف الصحي في العراق تحتوي على أحواض الترسيب الأولية حيث تدعم هذه المروقات المرحلة الثانوية من المعالجة من خلال إزالة المواد القابلة للتسرب وبالتالي إزالة أو تقليل المواد العالقة الكلييه TSS، تركيز الاحتياج الحيوي للأوكسجين BOD ومحتوى تركيز الفسفور الكلي TP. وأبرز الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصحي في العراق هي المواد الصلبة العالقة وتعرف على أنها المواد التي يمكن حجزها فوق ورقة الترشيح عند ترشيح عينة من مياه الصرف الصحي والتي تبقى عند تحفيف ورق الترشيح عند درجة حرارة 103 إلى 105 م°م. المواد الصلبة العالقة تتألف عادة من قسم قابل للترسيب المباشر في أحواض الترسيب العادية وقسم غير قابل للترسيب إلا بإضافة مواد مخثرة، ويتسبب وجود المواد العالقة في مياه الصرف غير المعالجة إلى زيادة ترسبات الحماة وتكوين ظروف لاهوائية عند طرحها في البيئة كما أن مركبات الفوسفات مركبات ثابتة تبقى آثارها طويلا حيث إنها تتسم بأثرها السام على كل من الإنسان والحيوان. وقد تبين أن زيادة نسبة مركبات الفوسفات في المياه تسبب نمو الطحالب والكائنات المائية والذي يمكن أن يصل بهذه المياه إلى درجة تشبع غذائي حيث تتحول إلى مستنقعات مائية خالية من الأوكسجين.

أجريت العديد من البحوث لتحسين أداء الطرق البيولوجية بهدف تخفيض نسبة الفسفور [2, 1] في المياه، حيث أن أعلى تركيز موصى به لكمية الفوسفات الكلي في المياه غير المعالجة والداخله لمحطة الصرف الصحي هي 4 ملغم/لتر وذلك طبقا لتوصيات وكالة حماية البيئة الأمريكية (US EPA) [3] حيث تشير التقارير إلى أن تركيز الفوسفات الكلي في مياه الصرف الصحي في العراق قد تعدى الحدود المسموح به عالميا قبل المعالجة [4]، كما ويعتبر الاحتياج الحيوي للأوكسجين BOD من أكثر مؤشرات التلوث العضوي الرغوي والذائب مما يشكل عبئا على وحدات المعالجة البيولوجية. الحدود المسموح بها لمياه الصرف الصحي غير المعالجة والداخله للمحطات هي 110 ملغم/لتر في المياه ضعيفة التلوث [4,5].

تقنية الرمل الدقيق.

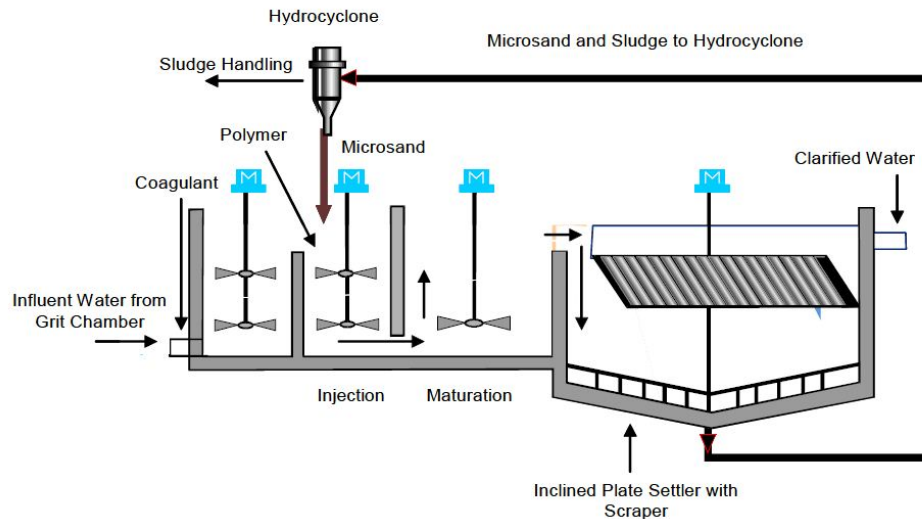
طريقة الترويق باستخدام الرمل الدقيق استخدمت في الكثير من دول العالم بعد عام 2000 في مجال تصفية المياه السطحية ومعالجة المياه المصرفة البشرية والصناعية في المروقات الأولية وهي مشابه من حيث المبدأ للطريقة التقليدية من إضافة المواد الكيماوية اللازمة لعملية التخثير والخلط السريع والبطيء وكذلك الترسيب بفرق واحد هو إضافة الرمل الدقيق في رفع كفاءة الترسيب كما موضح في الشكل (1)، حيث تم قياس سرعة الترسيب [6] بأستخدام 5 ملغم/ لتر مادة البولي الكترولوايت، مع استخدام (v/v) 5% رمل دقيق قطر (100 µm) مع الخلط حيث لوحظ بدأ الترسيب بعد 3 ثواني واكتمل الترسيب بعد 9 ثواني، حيث كانت سرعة الترسيب 150 م/ ساعة مقارنة بالطريقة التقليدية ذات سرعة الترسيب 1-2 م/ ساعة.



شكل (1) عملية التخثير بالرمل الدقيق [6]

تعتمد هذه التكنولوجيا على اضافة الرمل الدقيق بحجم دقائق $180-60 \mu\text{m}$ بمقدار 10 غم / لتر وعن طريق خلق طبقة لاصقة على سطح دقائق الرمل باستخدام مادة البولي الكتروليت بمقدار 1.5 ملغم / لتر مما يؤدي الى التصاق الدقائق الصلبة بها وتكون ندف كبيرة الحجم ثقيلة الوزن (بسبب دقائق الرمل التي بداخلها) وبالتالي زيادة سرعة ترسيبها كما مبين في الشكل (1). يتم سحب الحمأة من اسفل المروقات ويتم فصل الرمل عن الحمأة باستخدام الفاصل الدوامي (hydrocyclone) شكل (2) حيث يتم ارجاع الرمل الى المنظومة لاعادة استخدامه من جديد اما الحمأة فيتم طرحها الى الخارج او تدور الى خزانات التهويه [3].

ان استخدام الرمل الدقيق (Ballast materials) في عملية التخثير قد عزز من رفع كفاءة الترسيب وبالتالي الحصول على معدل ترويق عالي ولتعزيز ترسيب الندف المتكونة تم استخدام نظام الصفائح المائلة (Lamella) في عملية الترسيب بما يخدم سرعة الجريان العالي والتي تتميز به هذه الانظمة (high-rate clarification) والذي قد يصل الى 150 م / ساعة بينما المروقات التقليدية لاتصل اكثر من 1-2 م / ساعة . يتميز هذا النظام (high-rate clarification) من سلسلة من الصفائح المائلة لزيادة المساحة السطحية لترسيب الندف المتكونة اسفل المروق وبشكل مائل يؤدي الى تقليل عمق منطقة الترسيب بشكل ملحوظ عما هي في المروقات التقليدية وبالتالي تقليل زمن الترسيب [3].



شكل(2) تكنولوجيا الترويق بالرمل الدقيق [3].

واكدت الكثير من الدراسات حول منظومات تعمل بتقنية الرمل الدقيق [7] ان هذه التقنية ذات كفاءة عالية في ازالة المحتوى الكلي للفسفور (TP) وبنسبة 80-95% وتقليل المواد العالقه الكليه (TSS) وبنسبة 80-95% والاحتياج الحيوي للأوكسجين (BOD) وبنسبة 50-80% حيث تم اختبار اداء المنظومة باضافة الشب بمقدار 70-100 ملغ/لتر ومادة البولي الكترولاييت بمقدار (1-0.5) ملغ/لتر.

كما اجريت دراسة لاختبار كفاءة تقنية الرمل الدقيق [8] في تحسين عملية التخثير والترسيب لمياه صرف صحي وصناعي وكانت نتائج الازالة للمواد العالقه الكليه بمقدار 72% باستخدام رمل دقيق بقطر $75\mu\text{m}$ والشب ومادة البولي الكترولاييت كمادة مخثرة .

تم اختبار كفاءة تقنية الرمل الدقيق لتحسين خاصية الترسيب في المروقات [9] مما يسمح بتصميم مروقات ذات كفاءة عالية في الترسيب وتقليل الكلف من خلال اختزال حجم المعدات للمعالجة وتقليل المحتوى الكلي للفسفور (TP) بنسبة 70-95% والمواد العالقه الكليه (TSS) بنسبة 80-95%.

تتميز هذه التكنولوجيا بتحقيق مايلي :

- اختزال حجم المعدات عن طريق زيادة سرعة الترسيب بسبب ثقل الندف المتكونة وكبير حجمها مما يؤدي الى اختزال حجم المعدات بمقدار ثلث الحجم في حالة معالجة المياه المصرفة [10]
- ترسيب الدقائق التي يصعب ترسيبها بالمرسبات التقليدية مما يؤدي الى الحصول على معدل ترسيب افضل.

يهدف البحث الاستفادة من هذه التكنولوجيا لما تمتلكه هذه التقنية من مميزات أفضل من التقنية التقليدية أهمها صغر حجم المنظومات العاملة بها ونوعية المياه الناتجة من هذه التقنية مقارنة بالتقنيات التقليدية. أن لامركزية معالجة مياه الفضلات واعادة استخدامها من أهم السمات التي تجعل لهذه التقنية دور مهم محتمل في أستراليا إدارة المياه في العراق.

المواد وطرائق العمل:

استخدمت طريقة الجرة القياسية لتمثيل الظروف التشغيلية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي لكلا الطريقتين التقليدية وطريقة الرمل الدقيق (بأستخدام جرة مصممة لتلائم الخلاط الخاص بتدوير الرمل الدقيق). تم في هذه الطريقة ضبط عمليات اضافة المواد الكيمياوية (Coagulants) بجرع مختلفة لغرض الحصول على نتائج تبين تأثير هذا النوع من المخثرات على تركيز المواد العالقه الكليه الموجودة في مياه الصرف الصحي الخام. الجهاز المستخدم من نوع Wisestir من شركة Wisd موديل JT-M6 فيه ستة خلاطات مع ستة جرات او اوعية (beakers) سعة واحد لتر شكل (3) المادة المخثرة هي الشب (Alum) اما مياه الصرف الصحي المستخدمة فقد تم جلبها من مجمع السكني في الزعفرانيه. تم اتباع الطرق القياسية والخاصة لاستخدام طريقة الجرة القياسية لاجراء القياس [11].

طريقة العمل تتلخص :

الطريقة التقليدية

بتدوير الخلاطات (عدد اثنين) بسرعة عالية 300 دورة/دقيقة باضافة المواد المخثرة الشب بمقادير 75-100 ملغم / لتر ولفترة دقيقة واحدة ثم تخفيض السرعة الى 150 دورة /دقيقة ولمدة 15 دقيقة بعدها تخفيض السرعة الى 75 دورة /دقيقة ولمدة 5 دقيقة لغرض تكوين الندف ومن ثم تكتيل العوالق، يتم ايقاف الخلاطات وترك النماذج لكي تنرسب المواد العالقه ولفترة 30 دقيقة . تسحب نماذج الماء من كل وعاء لغرض الفحص و التحليل بقياس تركيز المواد العالقه الكليه TSS

بطريقة الترشيح، الدالة الحامضية pH بجهاز نوع Hanna موديل HI98128، قياس الاحتياج الحيوي للأوكسجين BOD وتركيز الفسفور الكلي TP.



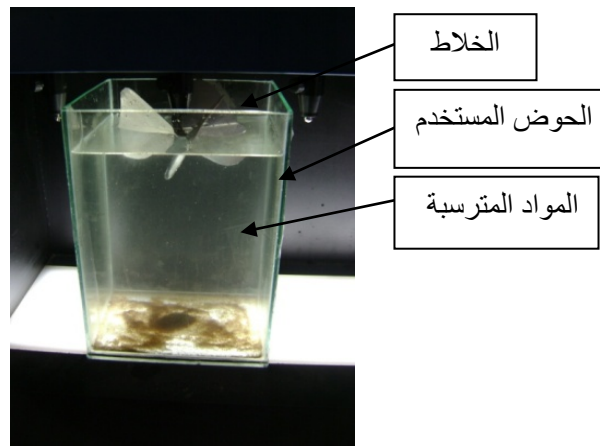
شكل (3) جهاز الجرة القياسي.

طريقة الترويق بالرمل الدقيق

تم تصميم منظومة مختبرية تعمل بنظام الدفعات Batch Process وبسعة 10 لتر لكل دفعة، ابعاد الحوض 20x20x25 cm، شكل(4)، باستخدام مياه الصرف الصحي / مجمع الزعفرانيه السكني وفق الخطوات التالية:

خلط سريع باضافة المواد المخترة الشب بمقدار 75 ملغم / لتر والرمل الناعم 10 غم / لتر الى مياه الصرف الصحي وبمعدل خلط 300 دورة / دقيقة ولفترة دقيقة واحدة يليها خلط سريع باستخدام البولي الكترولوايت (Cationic) بمقدار 1.5 ملغم / لتر وبمعدل خلط 180 دورة / دقيقة ولفترة دقيقة واحدة ثم خلط بطيء وبمعدل خلط 150 دورة / دقيقة ولفترة 5 دقيقة بعدها فترة ترسيب لمدة 15 دقيقة اي ان الفترة الكلية للتجربة 22 دقيقه. ومن ثم تسحب النماذج للفحص والتحليل كما في الطريقة السابقة.

لم يتم استخدام نفس الظروف لكلا الطريقتين (التقليدية والرمل الدقيق) من حيث سرعة الخلط وفترة الترسيب بسبب ان أقل سرعة خلط عند استعمال الرمل الدقيق هي 150 دورة / دقيقة ولفترة 5 دقيقة وهذه السرعة والزمن غير كافي لتكوين ندف كبيرة قابلة للترسيب في الطريقة التقليدية لذلك كان لا بد من تخفيض سرعة الخلط الى 75 دورة/دقيقة ولمدة 5 دقائق في العملية التقليدية. هناك تناغم مع المصدر [6] من حيث افضلية تقنية الرمل الدقيق عن الطريقة التقليدية من حيث زمن وسرعة (كفاءة) الترسيب.

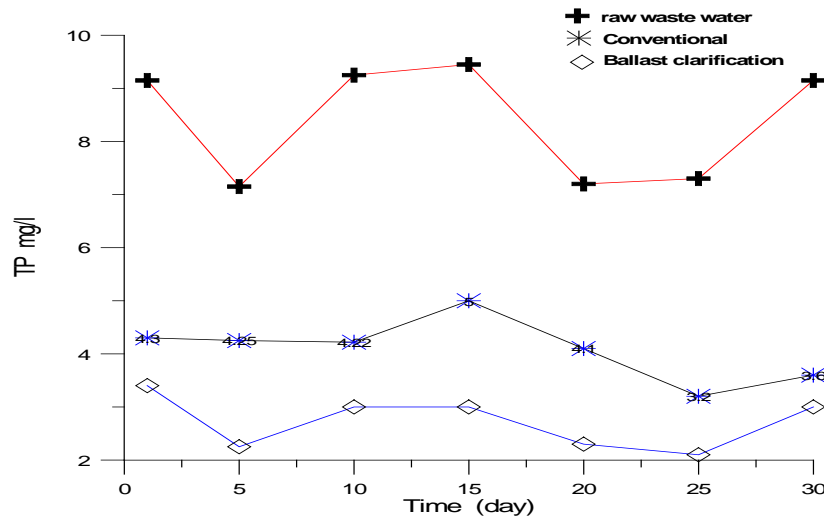


شكل (4) الحوض المستخدم لعملية التخثير بالرمل الدقيق ابعاد الحوض 20x20x25 cm.

النتائج والمناقشة

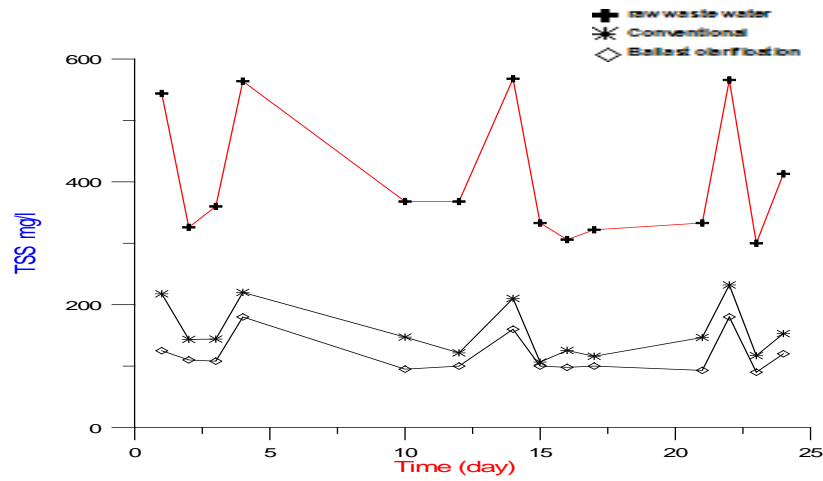
من الملاحظ انه تم استخدام طريقة الجرة القياسية في الطريقة التقليدية وتم استخدام حوض مصمم لطريقة الرمل الدقيق، السبب في ذلك كون ان طريقة الجرة القياسية تحوي على خلط غير مناسب في تدوير الرمل الدقيق مما أدى ذلك الى تصميم خلط مع الحوض لغرض العمل المختبري. يبين الشكل (5) محتوى تركيز الفسفور الكلي خلال فترة الدراسة 30 يوم، تم أخذ نماذج للفحص كل خمسة ايام تقريبا وكما هو مبين الارتفاع في التركيز لمياه الصرف الصحي حيث ان التركيز الكلي قد تجاوز 9 ملغم/لتر، أعلى تركيز موصي به لكمية الفوسفات الكلي في المياه غير المعالجة والداخله لمحطة الصرف الصحي هي 4 ملغم/لتر وذلك طبقا لتوصيات وكالة حماية البيئة الأمريكية [3]. ان طريقة الرمل الدقيق قد اعطت نتائج ازاله مقدارها 68% من التركيز الداخل اما الطريقه التقليديه لم تتجاوز في مقدار الازاله اكثر من 40%.

كانت نسبة الازالة لمحتوى تركيز الفسفور الكلي بحدود 68% وهي نتيجة متطابقة مع مدى الازالة لل TP المبين في المصدر [9] وهي بحدود 70-95%. وتتقارب مع مقدار الازالة لل TP المبين في المصدر [7] وهي بحدود 80-95%.



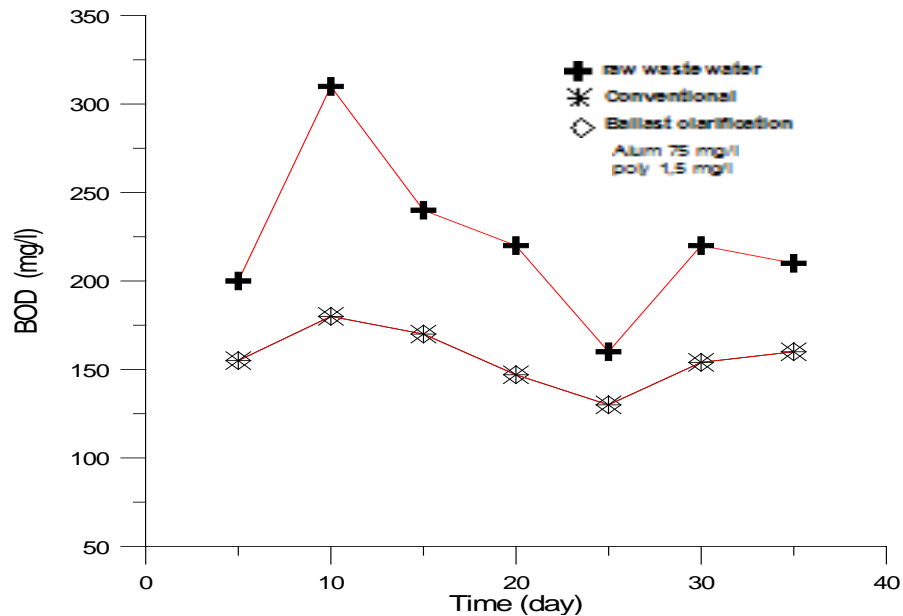
شكل (5) تراكيز محتوى تركيز الفسفور الكلي بالطريقتين التقليديه والرمل الدقيق.

يبين الشكل (6) الانخفاض الواضح في تراكيز المواد العالقه الكليه باستخدام طريقة الرمل الدقيق حيث كانت كمية المواد الكيمياويه المضافه 1.5 ملغ/لتر بولي الكتروللايت و 75 ملغ/لتر شب بزمن 22 دقيقه علما ان الطريقه التقليديه تستغرق ساعة كاملة. نلاحظ وجود تقارب في نسبة الازالة للمواد العالقه الكليه، حيث كانت بحدود 70% ويمكن أن تزداد هذه النسبة بزيادة نسبة المواد العالقه الكليه الموجوده في الماء الخام مع المصادر [7,8,9] والتي كانت بحدود 80-95%.



شكل (6) تراكيز المواد العالقة الكلية قبل وبعد المعالجة بالطريقتين التقليدية والرمل الدقيق.

الطريقة التقليدية وطريقة الرمل الدقيق تعطي نتائج متقاربة في ازالة تراكيز محتوى الاحتياج الحيوي للأوكسجين BOD كما مبين في الشكل (7) ان تراكيز الاحتياج الحيوي للأوكسجين تكون حساسة في زيادة تركيز الشب او تقليله ولا يوجد اي تاثير من زيادة او نقصان مادة البولي الكترولوايت . تم التوصل الى نتيجة ازالة للاحتياج الحيوي للأوكسجين (BOD) حيث كانت بحدود 30 % وهي ضمن مدى الازالة لل BOD المبين في المصدر [7] حيث كانت بحدود 20-80%.



شكل (7) تراكيز BOD قبل وبعد المعالجة بالطريقتين التقليديه والرمل الدقيق.

يمكن إجراء مقارنة بين النتائج التي تم التوصل إليها من خلال التطبيق العملي لهذه التقنية على المياه العراقية ومع الدراسات السابقة التي تم الإشارة إليها في متن البحث. حيث ان هذه النتائج تنذبذب تبعاً لنوعية وتركيز الملوثات في المياه المعالجة.

هناك تناغم مع المصدر [6] من حيث افضلية تقنية الرمل الدقيق عن الطريقة التقليدية من حيث زمن وسرعة (كفاءة) الترسيب.

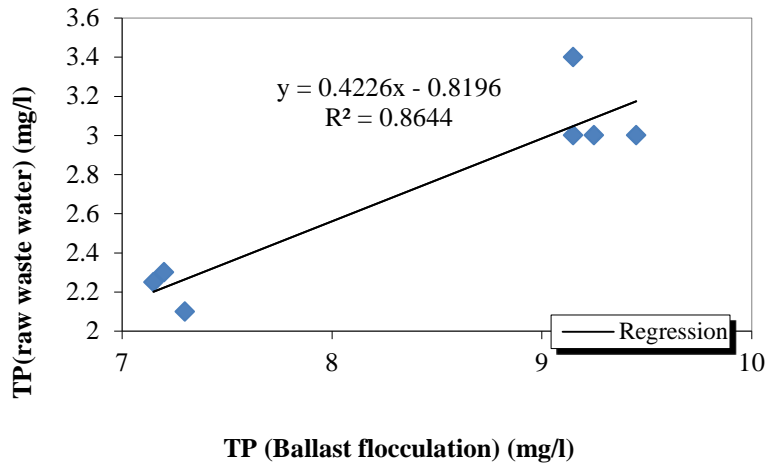
نلاحظ وجود تقارب في نسبة الازالة للمواد العالقه الكليه، حيث كانت بحدود 70 % ويمكن أن تزداد هذه النسبة بزيادة نسبة المواد العالقة الكلية الموجودة في الماء الخام مع المصادر [7,8,9] والتي كانت بحدود 80-95%.

تم التوصل الى نتيجة ازالة للاحتياج الحيوي للأوكسجين (BOD) حيث كانت بحدود 30 % وهي ضمن مدى الازالة لل BOD المبين في المصدر [7] حيث كانت بحدود 20-80%.

كانت نسبة الازالة لمحتوى تركيز الفسفور الكلي بحدود 68 % وهي نتيجة متطابقة مع مدى الازالة لل TP المبين في المصدر [9] وهي بحدود 70-95%. وتتقارب مع مقدار الازالة لل TP المبين في المصدر [7] وهي بحدود 80-95%.

ان الداللة الحامضية لمياه الصرف الصحي المستخدمة في فترة الدراسة كانت تتراوح بين 7.5-8.

يوضح الشكل (8) ميل خط الانتشار والذي يعكس درجة او كفاءة الازالة لفسفور، حيث كلما يكون الميل اكبر تكون كفاءة الازالة أعلى.



شكل (8) رسم نقاط الانتشار لقيم محتوى تركيز الفسفور الكلي قبل عملية المعالجة وبعد المعالجة بتقنية الرمل الدقيق.

الاستنتاجات

يمكن الاستنتاج من هذه الدراسة والنتائج المستخلصة اهمها أن هناك تركيز عالي من محتوى الفسفور الكلي في مياه الصرف الصحي مما يتطلب اجراءات عملية لتخفيضه، ازالة تراكيز المواد العالقه الكليه بنسبة 60 – 70 % وبزمن كلي 22 دقيقه مقارنة مع 50-60 % باستخدام الطريقة التقليدية ولكن بفترة زمنية مقدارها ساعة. ازالة تراكيز BOD بمقدار 30% كان مقارب الى نفس النتائج باستخدام الطريقة التقليدية ولكن بفترة زمنية مقدارها ساعة. طريقة الرمل الدقيق مقارنة او افضل من حيث الفعالية في ازالة تراكيز المواد العالقه الكليه والاحتياج الحيوي للأوكسجين BOD مع الاخذ بنظر الاعتبار الوقت الذي استغرقته هذه الطريقة بالمقارنة مع الطريقة التقليدية وعلى هذا

الاساس طريقة الترويق باستخدام الرمل الدقيق تشكل اختزال في حجم المعدات يصل الى ثلث الحجم المستخدم في الطريقة التقليدية. طريقة الترويق بالرمل الدقيق مناسبة للاستخدام في معالجة مياه الصرف الصحي في ازالة تركيز الفسفور الكلي حيث تم الحصول على نسب ازاله 68%.

المصادر

- [1]. Oehmen, A., Lemos, P. C., Carvalho, G., Yuan, Z., Keller, J., Blackall, L. L., and Reis, M. A. M. "Advances in enhanced biological phosphorus removal: from micro to macro scale". *Water Research*, 41: 2271-2300, (2007).
- [2]. Ong Yin Hui, Chua, A.S.M.& Ngoh, G.C. "Establishment of Enhanced Biological Phosphorus Removal in a Sequencing Batch Reactor by Using Seed Sludge from a Conventional Activated Sludge Wastewater Treatment Process". *Journal of Applied Science*, 10(21): 2643-2647, (2010).
- [3]. US EPA, Report no. 40 CFR-131-Office Of Water. US Environmental Protection Agency; Washington, DC (2004).
- [4] جمهورية العراق, وزارة البيئة, "حالة البيئة في العراق" لعام 2005
- [5] جمهورية العراق, وزارة البيئة, "الواقع البيئي لمدينة بغداد", دائرة بيئة بغداد 2008
- [6]. Sauvignet, Philippe "Sand-Ballasted Flocculation Technology". *Quarry Management*, Vol. 30, No. 11, Nov., 17-18.(2003).
- [7]. Jeffrey B. Ponist and David Scheiter "Ballasted High Rate Clarification Process Removes City Of Greenfield, Indiana As a CSO Community" *Water environment federation collection systems conference* (2006).
- [8]. Lee Mao Rui, Zawawi Daud and Abd Aziz Abdul Latif" Coagulation-Flocculation In Leachate Treatment By Using Micro Sand" *International Journal of Engineering*, Vol. 2, Issue 5, Sep. – Oct.(2012), pp.227-236
- [9]. Stowa. "Table of Actiflo Process results from France". Retrieved October 19, from <http://www.stowa.Sheets/Actiflo.Process.html>,(2006).
- [10]. Lmasuen, E., Judd, S., and Sauvignet, P. "High Rate Clarification of Municipal Wastewaters: a Brief Appraisal". *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, Vol.79, No. 8, Aug., 914-917,(2004).
- [11]. APHA,(1998)"Standard Method for the Examination of water and wastewater ",20th .Ed., Washigton.