



جامعة الموصل
كلية الهندسة

كفاءة المرسبات الأنبوبية في إزالة العكورة من مياه نهر دجلة ومقارنتها مع المرسب التقليدي

رسالة تقدم بها الطالب
علاء الدين ميسر أحمد مصطفى العبادي

الى
مجلس كلية الهندسة / قسم الهندسة المدنية
وهي جزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير علوم
في
الهندسة المدنية/ البيئة

بإشراف

**الأستاذ المساعد
عبدالمحسن سعدالله شهاب**

2019 م

1440 هـ

الخلاصة

تعتمد معظم محطات الأسالة في مدينة الموصل على أنظمة الترسيب التقليدية التي تعدّ غير كفوءة في التعامل مع المياه ذات العكورة الواطئة، لكون المياه الخام لهذه المحطات والخارجة من بحيرة سد الموصل ذات عكورة واطئة ناتجة عن دقائق ناعمة عالقة صعبة الإزالة وتحتاج الى تقنيات وأساليب ترسيب حديثة قادرة على اقتناصها قبل خروجها من حوض الترسيب مثل الصفائح المائلة والمرسبات الأنبوبية.

يهدف البحث الحالي الى دراسة استخدام المرسبات الأنبوبية في إزالة العكورة الواطئة من مياه نهر دجلة في مدينة الموصل وتقييم ادائها، ومقارنة النتائج مع المرسب التقليدي. تم تصميم موديل مختبري للمرّسب الأنبوبي وتصنيعه لأجراء التجارب، يتكون الموديل من حوض التخثير والتليد الحاوي على مازجة ويرتبط مع حوض تثبيت المنسوب الذي يغذي حوض ما قبل المرّسب الأنبوبي، ويتكون المرّسب الأنبوبي من 4 أنابيب ترسيب ذات مقطع مربع بأبعاد 4×4 سم مصنوع من مادة البلاستيك الشفاف، وهذه الأنابيب تم تصنيعها بطول 40 سم، ويمكن زيادة الطول من خلال ربط قطع اضافية معه بطول 20 سم للحصول على مستويات طول الأنبوب المحددة في الدراسة وهي 40 و 60 و 80 و 100 و 120 سم، وقد تم تصنيع هذه الانابيب بخمس مستويات من زاوية الميل وهي 30 و 40 و 50 و 60 و 70 درجة. كما يتم اضافة الشب كمخثر وبسته مستويات وهي 0 و 5 و 10 و 15 و 20 و 25 ملغم/لتر. وعند نهاية انبوب الترسيب يجري جمع عينات الماء الخارج بعد المعاملة لغرض القياس. وفي الوقت نفسه تم تصميم وتصنيع موديل للمرّسب التقليدي من الزجاج لغرض اجراء تجارب موازية للمرّسب الأنبوبي ومقارنة نتائجه مع المرّسب الأنبوبي. يتم سحب الماء الخام المستخدم في التجارب من نهر دجلة مباشرة بواسطة مضخة مرتبطة بحوض المأخذ في مشروع ماء الأيسر القديم، وتراوحت العكورة الأولية للماء الخام بين NTU 29-20.

تضمّن تصميم التجارب تثبيت زاوية الميل عند 30 درجة وجرعة الشب عند صفر ملغم/لتر مع زيادة طول الأنبوب بمقدار 20 سم بدءاً بـ 40 سم، وبعد اكمال مستويات طول الأنبوب يتم زيادة جرعة الشب الى المستوى الثاني وهو 5 ملغم/لتر وتكرر زيادة طول الأنبوب مع تثبيت زاوية الميل، وبعد اكمال مستويات جرعة الشب المضافة يتم تغيير زاوية ميل الأنبوب الى الزاوية التالية وهي 40 درجة وتعاد كافة الخطوات السابقة لحين اكمال كافة مستويات زاوية الميل. وبلغ عدد التجارب 150 تجربة، وقد تم اعتماد نسبة إزالة العكورة كمؤشر لكفاءة المرّسب الأنبوبي.

تم تحليل النتائج احصائياً، وأظهرت نتائج تحليل التباين أن طول الأنبوب وجرعة الشب وزاوية الميل ذات تأثير معنوي على نسبة إزالة العكورة ($p \leq 0.001$)، كما أن التداخلات الثنائية والتداخل الثلاثي بين هذه المتغيرات كانت ذات تأثير معنوي ($p \leq 0.001$) ايضاً.

بلغت أعلى نسبة ازالة 80.53% مع عكورة خارجة NTU 5.1 عند طول انبوب 120 سم وجرعة شب 15 ملغم/لتر وزاوية ميل 60 درجة وبالمستوى الاحصائي الاول حسب اختبار دنكن، بينما سجلت اوطأ النتائج عند طول انبوب 40 سم وجرعة شب صفر ملغم/لتر وزاوية ميل 30 درجة. وكانت أعلى نسبة ازالة في المرسب التقليدي 50% عند جرعة شب 20 ملغم/لتر وبالمستوى الاحصائي التاسع عشر حسب اختبار دنكن.

بينت النتائج زيادة نسبة إزالة العكورة مع زيادة طول الأنبوب ولكافة مستويات زاوية الميل وجرعة الشب، وكانت أفضل النتائج عند طول أنبوب 120 سم. ولوحظ زيادة نسبة ازالة العكورة مع زيادة جرعة الشب لحين الوصول الى جرعة الشب المثلى 15 ملغم/لتر ثم تبدأ نسبة الإزالة بالإنخفاض بعد ذلك ولكافة مستويات طول الأنبوب وزاوية الميل. وكان هنالك قمتان في منحنيات العلاقة بين زاوية ميل الأنبوب ونسبة ازالة العكورة عند زاويتي ميل 40 و 60 درجة مع تفوق زاوية الميل 60 درجة في كثير من الأحيان. كما تفوق المرسب الانبوبي على المرسب التقليدي عند تجاوز طول الانبوب 80 سم مع عدم اضافة الشب، وينخفض الطول المطلوب لتفوق المرسب الانبوبي على المرسب التقليدي مع زيادة جرعة الشب ليصل الى 60 سم عند جرعة الشب 15 ملغم/لتر.

وتغلب المرسب الأنبوبي على المرسب التقليدي بنسبة 20-30% في ازالة العكورة الواطئة ضمن المدى NTU 20-29 من مياه نهر دجلة، وكان طول الأنبوب هو أكثر المتغيرات تأثيراً على كفاءة المرسب الانبوبي يليه جرعة الشب بينما كانت زاوية الميل اقل المتغيرات تأثيراً على كفاءة المرسب الانبوبي.

وعلى ضوء وقت المكوث القصير للمرسب الانبوبي والذي يتراوح بين 13.8 - 17.2 دقيقة بالمقارنة مع احواض الترسيب التقليدية (2-4 ساعة)، فضلاً عن تفوقه في نوعية الماء المنتج في الدراسة الحالية، فبالامكان زيادة انتاجية المحطات التي تستخدم الترسيب التقليدي من خلال تركيب وحدات الترسيب الانبوبية في احواض الترسيب التقليدية.

وتوصي الدراسة الحالية بعمل مشروع ماء تجريبي Pilot Plant للمرسب الانبوبي في مشروع ماء الايسر القديم لاختيار افضل توليفة للمتغيرات، كذلك دراسة تأثير معدل الحمل السطحي ومساحة مقطع المرسب الانبوبي على نسبة ازالة العكورة، فضلاً عن دراسة امكانية استخدام البوليمرات الصناعية كمخثر مساعد مع الشب في الدراسة.

ABSTRACT

Most drinking water treatment plants in Mosul city depend on conventional sedimentation systems. These systems may be inefficient in dealing with low-turbidity raw water coming from Mosul Dam Lake. This low turbidity results from suspended fine particles which are difficult to remove and requires advanced sedimentation techniques efficient in removing these particles like lamella plates and tube settlers.

The current research aims to evaluate the efficiency of tube settlers in removing low turbidity of Tigris River water in Mosul city, then comparing the results with the conventional settler. Laboratory model for tube settler is designed and manufactured for conducting the experiments. The model consists of a coagulation and flocculation basin containing a mixer. This basin is connected with water fixing level basin which is used to obtain a uniform flow in the model. This basin is followed by another one which is called pre-tube settler basin. After that came the tube settler unit. It consists from 4 tubes of square section and $4 \times 4 \text{ cm}^2$ in dimension. The tubes are made of transparent plastic and manufactured at five levels of inclination angle: 30, 40, 50, 60 and 70 degrees. These tubes are manufactured at 40 cm in length and their length can be increased by connecting additional pieces with a length of 20 cm to obtain the studied length levels: 60, 80, 100 and 120 cm.

Alum is added as a coagulant with six levels at 0, 5, 10, 15, 20 and 25mg/L. Water samples are collected at the end of the tube settler after treatment for measurement purposes.

At the same time, another model was designed and manufactured for conventional settler from glass for making experiments parallel to the tube settler and compare the results between them.

The raw water used in experiments was taken from Tigris River directly by a pump connected to the intake basin of the Old Left-Side Water Treatment Plant in Mosul city. The initial turbidity of raw water ranged from 20-29 NTU during the study period.

Experiments design include fixing inclination angle at 30° and the alum dose at 0 mg/L with tube length starting at 40 cm, and increased by 20 cm till 120 cm. After finalizing of tube length levels, the alum dose is increased to the second level of 5 mg/L, after the completion of the added alum dose levels, the inclination angle of the tubes will be changed to the next angle level of 40° and all previous steps are repeated until all inclination angle levels are completed. The number of experiments conducted reached 150. Turbidity removal percent was used as an indicator of tube settler efficiency.

Data were statistically analyzed. The results of analysis of variance showed that the tube length, alum dose and inclination angle have significant effect on the turbidity removal percent ($p \leq 0.001$). Additionally, the interaction among the independent variables is all significant ($p \leq 0.001$).

The highest turbidity removal percent reached 80.53% with an effluent turbidity of 5.1 NTU at 120 cm length, 15 mg/L alum dose and 60° inclination angle at the first statistically level according to Duncan test. On the other hand, the lowest results were obtained at 40 cm tube length, 0 mg/L alum dose and a 30° inclination angle. While the highest turbidity removal percent in the conventional settler reached 50% at an alum dose of 20 mg/L and at the 19th statistically level according to Duncan test.

The results showed an increase in turbidity removal percent with increasing the tube length at all levels of the inclination angle and alum dose. The best results were obtained at tube length of 120cm. It was noted that the turbidity removal percent increased with increasing alum dose till the optimal alum dose was reached 15 mg/L and then the removal percent decreased for all levels of tube length and inclination angle. Furthermore, two peaks appeared in the relationship between turbidity removal percent and inclination angle. These peaks occurred at 40 and 60 degree with more predominance for 60 degree inclination angle. Tube settler efficiency surpass the conventional settler when the tube length exceeds 80 cm without addition of alum. This tube length decreased to 60 cm with the increase of alum dose to 15 mg/L.

The tube settler exceeds the conventional one by 20-30% in removing percent of low turbidity within the range of 20-29 NTU of the Tigris River water. The tube settler length has the highest effect on the tube settler efficiency followed by alum dose, while the inclination angle has the lowest effect on the tube settler efficiency.

Additionally, the short detention time of tube settlers compared with the conventional one can be utilized to increase the production of the plant. This can be achieved by installing modular tube settler units in the sedimentation tanks of the old water treatment plants.

The study recommends making a pilot plant for the tube settler in the Old Left-Side Water Treatment Plant in Mosul city to select the best combination of variables. Also, it recommends studying the effect of the surface loading rate, cross sectional area of tube settler and using coagulant aid with alum on the turbidity removal percent.

University of Mosul
College of Engineering



Performance of Tube Settlers in Removing Turbidity From Tigris River Water And Compare it With Conventional Settler

**A Thesis Submitted
By**

Aladdin M. Ahmad M. Al-Ubady

**To
Council of Engineering College / Civil Engineering Department
In Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
In
Civil Engineering (Environment)**

**Supervised by:
Abdulmuhsin S. Shihab**

2019 A.D

1440 A.H