# كفاءة استخدام تقنية المرسبات الانبوبية بالمقارنة مع المعالجة التقليدية في اسالة ماء مدينة الموصل

**محمد سليمان حسن**
**أستاذ مساعد/ قسم الهندسة المدنية**

**عبير هاشم حسن**
**مدرس مساعد/ قسم الهندسة المدنية**

## الخلاصة

تضمن البحث اجراء تقييم لكفاءة أداء وحدات الترسيب التقليدية (Clariflocculator) مع وحدات الترسيب الانبوبية (Tube settlers ) ضمن الوحدات المجمعة في مشروع ماء الموصل الموحد. تم تحليل نتائج عينات نصف شهرية قبل وبعد المعالجة في المشروع التقليدي وما يماثلها في المرسبات الانبوبية ضمن الوحدات المجمعة وللفترة الممتدة من بداية شهر كانون الاول (2003) ولغاية شهر تموز (2004)م وذلك لتغطية فترة التغاير النوعي المتوقع في المياه الخام لنهر دجلة. وقد اظهرت النتائج ان وحدات الترسيب الانبوبية اكثر كفاءة من وحدات الترسيب التقليدية في ازالة العكورة والهائمات الطحلبية عند مستوى عكورة منخفضةاقل من(NTU 30) واعداد هائمات طحلبية تتراوح بين(45-59) خلية/مل. وان (75%) من اجمالي خصائص العكورة المتبقية والهائمات الطحلبية بعد المعالجة كانت هي الافضل في وحدات الترسيب الانبوبية . كما وبينت النتائج ان وحدات الترسيب التقليدية اكثر كفاءة من وحدات الترسيب الانبوبية عند مستوى عكورة ماء خام اكثر من (NTU 30) واعداد هائمات طحلبية تتراوح بين (63-75) خلية/مل .وان (25%) من اجمالي خصائص العكورة المتبقية والهائمات الطحلبية بعد المعالجة كانت هي الافضل في وحدات الترسيب التقليدية.

الكلمات الدالة :( المرسبات الانبوبية , العكورة , الهائمات الطحلبية) .

# The Efficiency of Using Tube Settlers technique in Comparison with the conventional Treatment in Mosul City Water Treatment

Mohammed Suleiman Hassan
Assistant Prof.
Dept. of Civil Eng.

Abeer Hashim Hassan
Assistant Lecturer
Dept. of Civil Eng.

## ABSTRACT

An evaluation of the efficiency of conventional clariflocculator units with tube settlers has been done in this study within the compact units in Mosul Unified Water Project. Results of bimonthly samples were analyzed before and after treatment in the conventional project with their correspondences in tube settlers within the compact units during period of January 2003 to June 2004 in order to investigate the expected water quality variety in Tigris river. The results have shown that tube settlers are more efficient than conventional clariflocculator units in removing turbidity and phytoplankton alga at a low turbidity level less than (30 NTU) and number of phytoplankton alga between (45–59) cell/ml. (75%) of the residual turbidity and phytoplankton alga after treatment was the best in tube settlers units. Results also showed that conventional clariflocculator units are more efficient than tube settlers at the water turbidity more than(30 NTU) and number of phytoplankton alga between (63–75) cell/ml. (25%) of the total residual turbidity and phytoplankton alga after treatment was the best in the conventional clariflocculator units.

## المقدمة

تعتبر العكورة والهائمات الطحلبية من الخصائص المهمة التي يتطلب ازالتها في محطات معالجة مياه الشرب فضلا عن المعالجات الاخرى لأنتاج ماء صالح للشرب . ان الطاقة الانتاجية الحالية لمشاريع الاسالة في مدينة الموصل لاتسد الطلب المائي للمدينة بسبب التوسع السكاني الكبير والنشاط التجاري والخدمات العامة مما ادى إلى عجز في تجهيزات الماء إلى المدينة وخاصة في موسم الصيف. بالرغم من قيام مديرية ماء محافظة نينوى بأنشاء وحدات مجمعة(compact units ) في مشروع
(ماء الموصل الموحد/ الساحل الايمن) والتي تعتمد على استخدام مرسبات انبوبية مائلة / سداسية المقطع ( Inclined Tube Settlers)والتي تحقق زيادة تقدربحوالي (40%) من الطاقة الانتاجية الفعلية للمشروع .عليه اصبح من الضروري انشاء مشاريع جديدة او تطوير كفاءة احواض الترسيب التقليدية الحالية لزيادة الانتاجية .

ان تقنية المرسبات الانبوبية ازدادت في السنوات العشر الماضية كونها تعمل على رفع وتطوير كفاءة احواض الترسيب التقليدية في ازالة العكورة والطحالب والمواد العالقة الاخرى فضلاً عن كفاءتها في التعامل مع نوعيات ماء مختلفة وحجومها الصغيرة وسهولة الاستخدام والتشغيل والتوفير الاقتصادي في التصميم والانشاء والتركيب (NDWC, 1997). ان تنصيب المرسبات الانبوبية داخل احواض الترسيب التقليدية العاملة في المشروع الحالي سوف يحقق خفض قيمة كلا من معدل الحمل السطحي (SOR)وفترة المكوث (D.T) عن حالتها الاصلية في المشروع التقليدي حيث ان قيمة معدل الحمل السطحي تنخفض من ($44.5\ m^3/m^2.\ day$) الى ($2.66\ m^3/m^2.\ day$) عند إضافة المرسبات الانبوبية الى احواض الترسيب التقليدية بالمشروع الذي يعمل بطاقة تصميمية قدرها ($2555m^3$ /hr) ، في حين تقل فترة المكوث من (3) ساعة الى (28) دقيقة فقط هذا مع الحفاظ على سرعة الجريان ضمن الحدود المقبولة . فضلا عن زيادة طاقة المشروع الى الضعف لمقابلة الطلب المائي المستقبلي وتحسين في نوعية المياه .

## الهدف من البحث

يهدف هذا البحث الى تقييم كفاءة ازالة العكورة والهائمات الطحلبية باستخدام تقنية المرسبات الانبوبية في الوحدات المجمعة بالمقارنة مع المعالجة التقليدية في محطة اسالة ماء مدينة الموصل من خلال المتابعة النوعية للماء المنتج وحساب الحمل السطحي وفترة المكوث لكل حالة لغرض تطويراحواض الترسيب العاملةحاليا وزيادة الانتاجية.

## الدراسات السابقة

اثبتت دراسات عديدة ان المرسبات الانبوبية والصفائحية في احواض الترسيب تساعد في التغلب على كثير من المشاكل المتعلقة بازالة الحمأة كما وتقلل من الوسائل الميكانيكية المستخدمة لأعمال الصيانة والتشغيل وتعد بذلك اكثر ملائمة بوصفها طريقة فعالة واقتصادية في تأمين حوالي (50%) من كلف الانشاء اذا ماقورنت باحواض الترسيب التقليدية (Govindankutty & Rajeevan, 1996). كما وتم التأكيد من قبل (WTG, 2000) الى ان اضافة المرسبات الانبوبية في أحواض الترسيب التقليدية تزيد من معدل الجريان بمقدار (1.5-2.0) مرة عنه في الاحواض التقليدية فضلا عن تحسين كفاءة الازالة بسبب زيادة مساحة الترسيب الفعالة وهذا قد يهيئ للجسمية عمق ترسيب أقل من عمق الترسيب في الاحواض التقليدية . وقد اشارت منظمة الصحة العالمية (WHO, 2001) الى أن من أفضل الحلول لتحديث وتوسيع محطة تصفية بطاقة تصميمية مقدارها ($3600\ m^3/hr$) الى ($9000m^3/hr$) فضلا عن تحسين نوعية الماء المنتج هو تركيب مرسبات انبوبية في أحواض الترسيب العاملة بمقاطع مربعة بابعاد (5 × 5) سم وبسرع جريان (0.15) م/دقيقة هذه المرسبات تنشأ داخل وحدة مستطيلة بأبعاد (H 3.0 × 0.75W × 0.54L) م كحل بديل عن انشاء احواض ترسيب اضافية لتحسين كفاءة الترسيب داخل المحطة وبكلف انشاء أقل . كما أشار (Martin *et al*., 2001) الى طريقة تصميمية لتركيب المرسبات الانبوبية داخل احواض الترسيب بشكل سلسلة من الانابيب البلاستيكية لمقاطع سداسية رتبت بزوايا ميل مقدارها($60^o$) وقد نتج عن ذلك ازالة كفوءة للجسيمات العالقة من الماء كما وان هذا التصميم يستند على فكرة التقليل من معدل سرعة الجريان لمنح الجسيمات العالقة وقتاً كافياً للترسيب داخل الأنبوب كما أنه لو استخدمت المرسبات الانبوبية بين وحدتي التلبيد والترشيح فان جسيمات اكثر يمكن ان تزال قبل دخولها الى المرشحات وبوقت أقل.كما وبين كلا من(Fadel & Baumann, 1990) في دراستهم الى ضرورة ادخال المرسبات الانبوبية او الصفائحية الى احواض الترسيب التقليدية لزيادة معدل الجريان فيها وتحسين كفاءة ادائها بسبب زيادة المساحة السطحية للترسيب فضلا عن أنها تنتج ماء مرسباً بنوعية أفضل .

## المواد وطرائق العمل

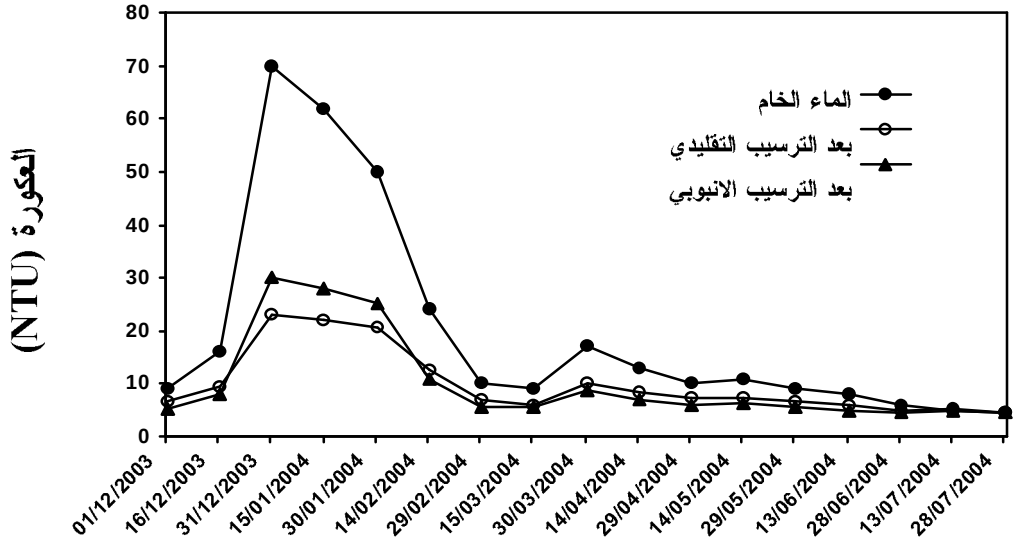
اشتمل الجانب الحقلي من البحث على جمع عينات نصف شهرية وللفترة الممتدة من بداية كانون الأول (2003) ولغاية تموز (2004) قبل المعالجة من مأخذ المشروع على نهر دجلة وبعد المعالجة في وحدتي الترسيب التقليدي في المشروع والترسيب الانبوبي في الوحدات المجمعة . وقد أخذت النماذج بواسطة قنان بلاستيكية واجريت التحليلات المختبرية في مختبر هندسة البيئة / جامعة الموصل وبتكرار ثلاث مرات. تم استخدام جهاز ( Hatch Laboratory Turbidimete -2100A) لقياس العكورة بوحدة (NTU) (Nephelemetric Turbidity Unit) بعد اجراء عملية المعايرة باستخدام المحاليل القياسية كما وتم استخدام المجهر المركب (Compound microscope) من نوع (Olympus) لعد الخلايا الطحلبية الدقيقة واستخدمت طريقة (Mcnabb,1960) المحورة من قبل (Maulood & Hinton, 1979) في حساب العدد الكلي للهائمات الطحلبية بالاستعانة بجهاز Millipore filtration لترشيح 100 مل من ماء العينة على ورقة ترشيح من نوع Millipore filter paper ذات مسامات بقطر (0.45µn).

## النتائج والمناقشة

### التغاير بالخصائص النوعية

العكورة Turbidity :-

يوضح الشكل (1) متابعة تغاير العكورة الاولية للماء الخام من نقطة المأخذ وبعد مرحلتي الترسيب التقليدي والأنبوبي. وقد تراوحت مستويات العكورة المسجلة للماء الخام من (4.5 إلى 70 )NTU. كما ويلاحظ من الشكل التغاير في عكورة الماء بعد مرحلتي الترسيب التقليدي والانبوبي إذ بلغت أعلى قيمة للعكورة المتبقية في الماء بعد الترسيب التقليدي والأنبوبي (23,30) NTU على التوالي وخلال فترة الامطار. فيما بلغت أقل قيمة للعكورة المتبقيةفي الماء بعد الترسيب التقليدي والانبوبي (4.5,4.7)NTU على التوالي وخلال شهر تموز.

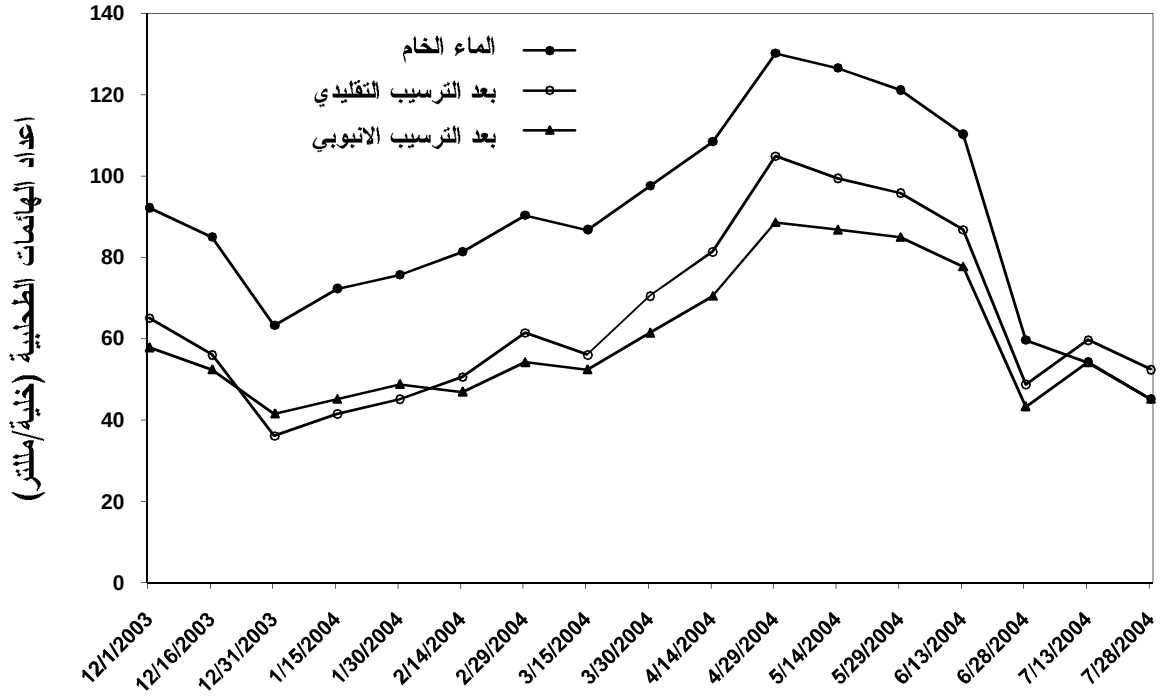



الشكل (1) تغاير العكورة للماء الخام والماء بعد مرحلة المعالجة خلال فترة الدراسة.

### الهائمات الطحلبية Phytoplanktonic Algae

يبين الشكل (2) التغاير في اعداد الهائمات الطحلبية في الماء الخام من نقطة المأخذ وبعد مرحلتي الترسيب التقليدي والانبوبي ؛ إذ تراوحت اعداد الهائمات الطحلبية في الماء الخام بين (45 إلى 130) خلية/مل إذ وصلت أعلى قيمة للأعداد الطحلبية في الماء الخام إلى (130) خلية/مل في نهاية شهر نيسان ، قد يعزى الى توقف سقوط الامطار وانخفاض العكورة في الماء الخام الذي رافقه زيادة في كمية الضوء النافذ مع ملائمة درجات الحرارة التي كانت بحدود (15) م$^{o}$ في تلك الفترة. ويتطابق ذلك مع (حسن , 2001) في دراستها للهائمات الطحلبية في نهر دجلة. فيما بلغت اقل قيمة لأعداد الهائمات الطحلبية في الماء الخام(45) خلية/مل خلال شهر تموز مثل هذا الانخفاض لوحظ كذلك من قبل (النعمة وآخرون ، 1995) عندما اشاروا الى ان اعداد الهائمات الطحلبية في المياه في أي وقت هو

حصيلة التداخل بين مجموعة من العوامل البيئية مثل درجة الحرارة والكثافة الضوئية ووفرة المغـذيات والاوكسـجين المذاب فضلاًعن قيم الرقم الهيدروجيني (pH) وغيرها . كما ويبين الشكل (2) التغاير في اعداد الهائمات الطحلبية في الماء المعالج بعد الترسيب التقليدي في المشروع والانبوبي في الوحـدات المجمعة وبنسب ازالة وصلت الى (34.9, 42.8%) على التوالي خلال فترة ارتفاع العكورة عندمـا وصلت اعداد الهائمات الطحلبية في الماء الخام الـى (63) خلية/مل في نهاية شهر كانون الاول.




الشكل (2) تغاير أعداد الهائمات الطحلبية للماء الخام والماء بعد مرحلة المعالجة خلال فترة الدراسة .

## درجة الحرارة Temperature

لقد تراوح مدى التغاير في درجة حرارة الماء الخام عند نقطة المأخذ على نهر دجلة بين (11 الى20)م$^{o}$ خـلال فترة الدراسة ؛ إذ لوحظ الفرق بين درجات الحرارة المرتفعة خلال موسم الصيف والمنخفضة خلال موسم الشـتاء . أن التغاير في درجة حرارة الماء الخام يلعب دوراً مهما في التأثير على مراحل المعالجة مـن خـلال تحديـد بعـض خواص الماء المهمة مثل الكثافة واللزوجة (عباوي وحسن، 1990). كما وتؤثر درجة الحرارة على عمليـة التخثيـر التي تكون محصلة لتغيير في تركيز ايون الهيدروكسيل الذي يخضع لاختلاف في قيم pH للماء التي تؤثر على عملية التخثير وعلى قابلية الذوبان عند استخدام الشب كمخثر (Van Benschoten & Edzwald, 1990) . فضلاً عـن أن الانخفاض في درجة الحرارة يؤثر على فعالية الترسيب وتأثيره يظهر بدرجة كبيرة على خواص اللبـادات المتكونـة خاصة عند استخدام الشب وان كفاءة ازالة العكورة عند درجات الحرارة الاعتيادية تكون افضل من كفاءة الازالة عنـد درجات الحرارة الواطئة (Morris& Knocke,1984).

## التحليل الإحصائي للنتائج

### المقارنة النوعية لكفاءة أداء المرسبات الانبوبية مع المعالجة التقليدية

اعتمد مبدأ المقارنة في استعراض مجمل الخصائص النوعية للماء الخام قبل وبعد المعالجة اعتمادا علـى معـدل ثلاثة مكررات لكل نموذج والمدعمة بالمقارنات الإحصائية لتحليل النتائج .

العكورة ( Turbidity ) :-

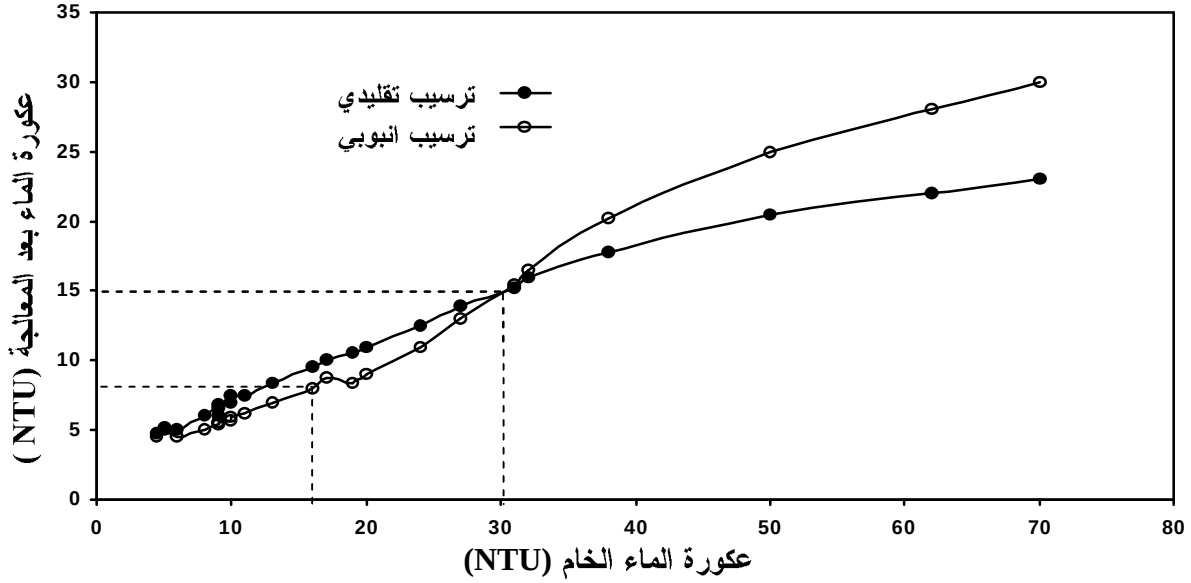
الشكل (3) يوضح العلاقة بين العكورة الاولية للماء الخام والعكورة المتبقية بعد المعالجة. اظهرت نتائج المقارنة تفوق وحدات الترسيب الانبوبية على وحدات الترسيب التقليدية عند مستوى عكورة اولية للماء الخام (NTU 30 >) وقد يعزى ذلك بسبب الاعاقة السطحية بزاوية الميل التي تسببها المرسبات الانبوبية للجسيمات المتلبدة ذات الحجوم الصغيرة التي يصعب ترسيبها. بينما تفوقت وحدات الترسيب التقليدية على الانبوبية عند مستوى عكورة اولية في الماء الخام (NTU 30>) .

ويوضح الشكل (4) المقارنات الاحصائية التي اكدت على وجود فرق معنوي في عكورة الماء الخارج بين نوعي وحدات الترسيب الانبوبية والتقليدية، اذ اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فرق معنوي في عكورة الماء الخارج من الترسيب التقليدي والانبوبي عند مستويات العكورة الاولية الثلاثة وهي (4-10) ,(11-17) ,(18-27) NTUوبمستوى احتمالية ($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$ ) على التوالي ولصالح وحدات الترسيب الانبوبية. بينما لوحظ وجود فرق معنوي في عكورة الماء الخارج من وحدتي الترسيب عند مستوى العكورة الاولية (41-70) NTU بمستوى احتمالية ($p<0.001$) ولصالح وحدات الترسيب التقليدية. في حين لم يلاحظ وجود فرق معنوي في عكورة الماء الخارج من وحدتي الترسيب عند مستوى العكورة الاولية (28-40) NTU .

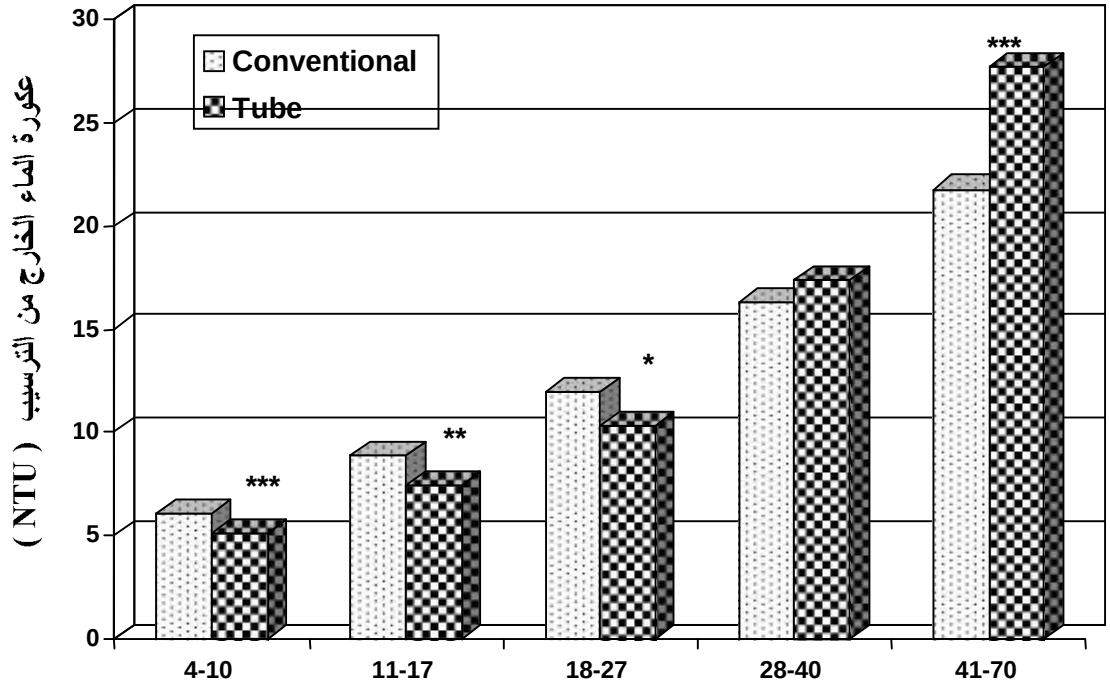
الهائمات الطحلبية ( Phytoplanktonic Algae)

يوضح الشكل(5) العلاقة بين اعداد الهائمات الطحلبية في الماء الخام واعدادها بعد المعالجة وقد أظهرت نتائج المقارنة تفوق وحدات الترسيب الانبوبية على وحدات الترسيب التقليدية عندما كانت اعداد الهائمات الطحلبية في الماء الخام بين (45 – 59) و(81–130) خلية/مل وبكفاءة إزالة وصلت إلى (42.0 % , 38.2%) لكل من الوحدات الانبوبية والتقليدية على التوالي والتي جاءت مترافقة مع تفوق الوحدات الانبوبية على التقليدية في ازالة العكورة عند مستوياتها الاولية في الماء الخام (NTU 30 >) بينما تفوقت وحدات الترسيب التقليدية على وحدات الترسيب الانبوبية عندما كانت اعداد الهائمات الطحلبية في الماء الخام تتراوح بين (63 – 75) خلية/مل وبكفاءة ازالة وصلت الى (42.8%,37.5%)لكل من الوحدات التقليدية والانبوبية على التوالي.ان هذا التفوق للوحدات التقليدية على الانبوبية في خفض اعداد الهائمات الطحلبية كان مترافقا مع التفوق الحاصل لهذه الوحدات بارتفاع قيم العكورة في الماء الخام عند مستوياتها الاولية التي (NTU 30 >) وخلال موسم الأمطار .

ويوضح الشكل (6) المقارنات الاحصائية التي أكدت على وجود فرق معنوي في اعداد الهائمات الطحلبية في الماء الخارج بين وحدات الترسيب الانبوبية والتقليدية ؛ حيث أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فرق معنوي في اعداد الهائمات الطحلبية بعد الترسيب التقليدي والانبوبي عند مستويات اعدادها الاولية في الماء الخام التي تراوحت بين(45 – 60) ,(77 – 93) ,(94 –111) ,(112–130) خلية/مل بمستوى احتمالية ($p<0.05$) للمستويات الثلاثة الاولى وبمستوى احتمالية ($p<0.001$) للمستوى الرابع ولصالح الوحدات الانبوبية . بينما لوحظ وجود فرق معنوي في اعداد الهائمات الطحلبية بعد الترسيب التقليدي والانبوبي عند مستوى اعداد الهائمات الطحلبية في الماء الخام التي تراوحت بين (61 –76) خلية / مل وبمستوى احتمالية ($p<0.05$) ولصالح وحدات الترسيب التقليدية

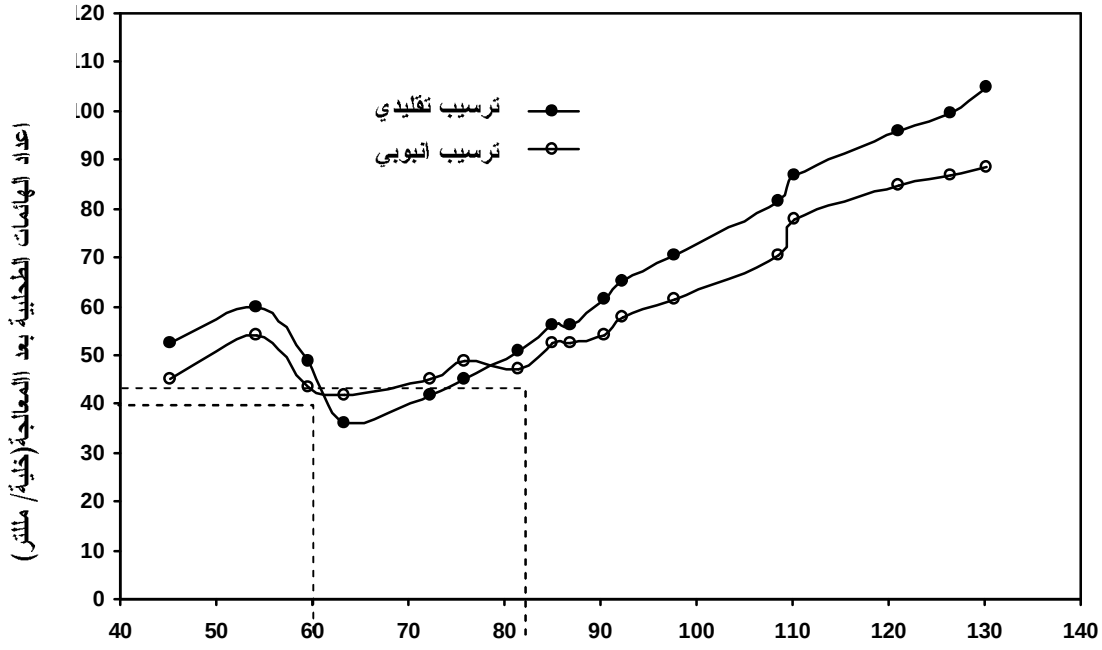



**الشكل (3)** العكورة الاولية والنهائية بعد مراحل المعالجة

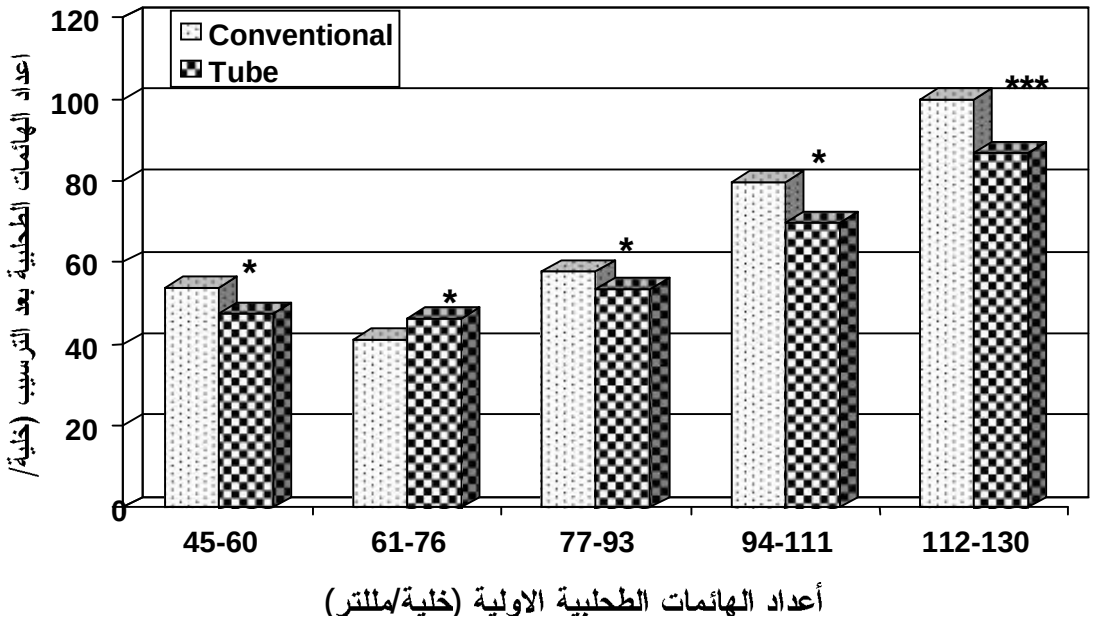



* فرق معنوي عند مستوى ($p<0.05$) ، ** ($p<0.01$) ، *** ($p<0.001$)

**الشكل (4)** مقارنة بين الترسيب التقليدي والانبوبي لمستويات عكورة الماء الخام والماء الخارج من الترسيب




**الشكل (5)** اعداد الهائمات الطحلبية الاولية والنهائية بعد مراحل المعالجة .




- فرق معنوي عند مستوى ($p<0.05$) ، ** ($p<0.01$) ، *** ($p<0.001$)

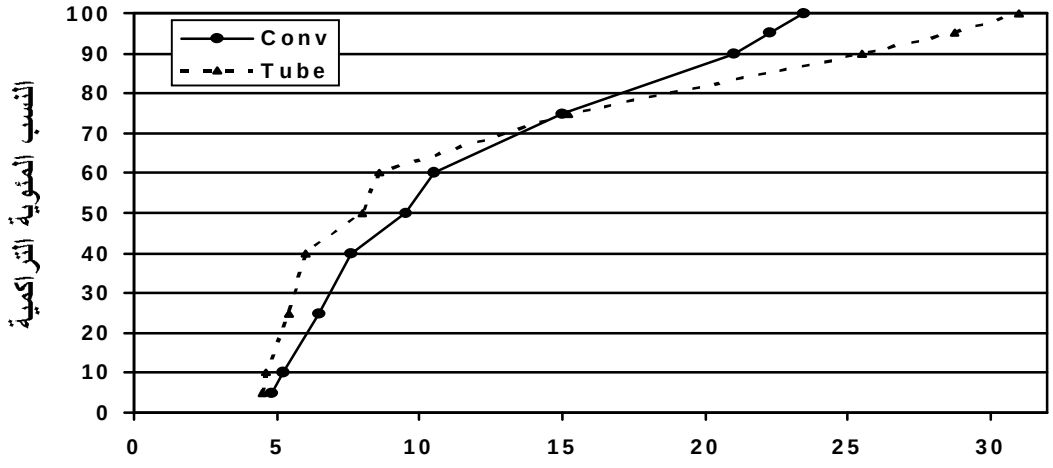
**الشكل (6)** مقارنة بين الترسيب التقليدي والانبوبي لمستويات أعداد الهائمات الطحلبية في الماء الخام والماء الخارج من الترسيب

**التقييم النوعي بطريقة النسب المئوية التراكمية**

تم اجراء تقييم نوعي للمياه المعالجة بعد مرحلة الترسيب التقليدي والترسيب الأنبوبي والممثلة بشكل نسب مئوية تراكمية (accumulative percentage) وللخصائص النوعية في المياه المعالجة خلال فترة الدراسة .

**العكورة (Turbidity)**

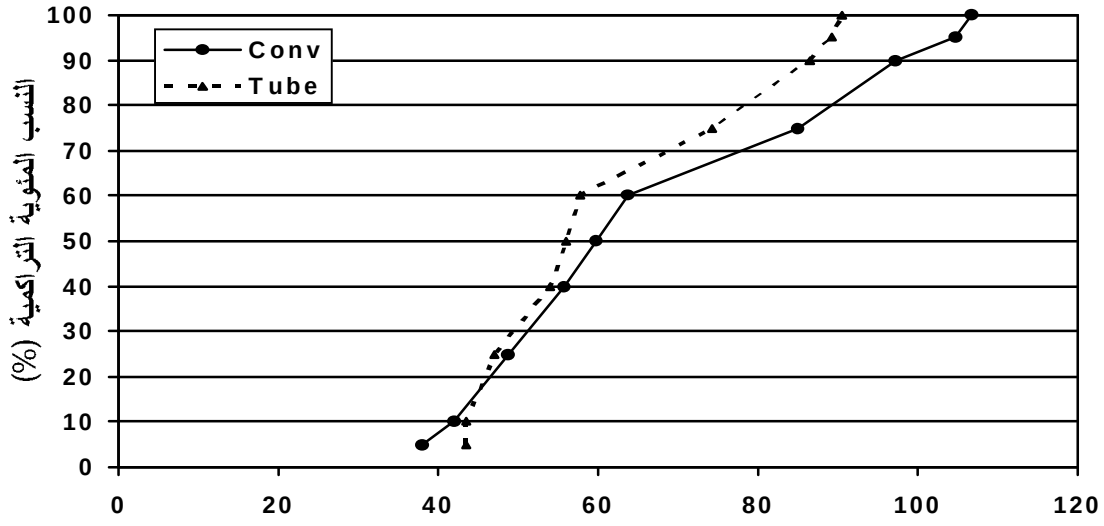
يوضح الشكل (7) عكورة الماء الخارج من مرحلة الترسيب التقليدي والانبوبي بشكل نسب مئوية تراكمية وان( 75 %) من قيم العكورة المتبقية بعد المعالجة بالترسيب التقليدي والانبوبي كانت (15 NTU >) عند مستوياتها الاولية في الماء الخام (30 NTU >) ولصالح وحدات الترسيب الانبوبية بينما كانت (25 %) من قيم العكورة المتبقية بعد المعالجة بالترسيب التقليدي والانبوبي (15 NTU >)عند مستوياتها الاولية في الماء الخام(30NTU> ) ولصالح الوحدات التقليدية ويتماثل ذلك مع الشكل (3) الخاص بازالة العكورة.




**الشكل (7)** النسب المئوية التراكمية للعكورة المتبقية بعد مرحلة الترسيب التقليدي والانبوبي

**الهائمات الطحلبية** **Phytoplanktonic Algae**

يوضح الشكل (8) اعداد الهائمات الطحلبية في الماء الخارج من مرحلة الترسيب التقليدي والترسيب الانبوبي بشكل نسب مئوية تراكمية وان (15 %) من قيم اعداد الهائمات الطحلبية بعد المعالجة بالترسيب التقليدي والانبوبي كانت اقل من (43 خلية/مل) عند مستوياتها الاولية في الماء الخام التي تراوحت بين (63-75)خلية /مل ولصالح الوحدات التقليدية بينما كانت (85%) من قيم اعداد الهائمات الطحلبية بعد المعالجة بالترسيب التقليدي والانبوبي اكبر من 43 خلية/مل عند مستوياتها الاولية في الماء الخام التي تراوحت بين(45-59) و(81-130) خلية/مل ولصالح وحدات الترسيب الانبوبية ويتماثل ذلك مع الشكل (5) الخاص بالهائمات الطحلبية.




**شكل(8)** النسب المئوية التراكمية لأعداد الهائمات الطحلبية بعد مرحلة الترسيب التقليدي والانبوبي.

**الاستنتاجات**

اهم الاستنتاجات التي يمكن استخلاصها :

1. ان وحدات الترسيب الانبوبية تفوقت على وحدات الترسيب التقليدية في ازالة العكورةعند مستوى عكورة اولية في الماء الخام اقل من 30 وحدة عكورة (NTU 30 >) وهي المستويات التي تغطي معظم أشهر السنة في مدينة الموصل. بينما تفوقت وحدات الترسيب التقليدية على وحدات الترسيب الانبوبية في ازالة العكورة عند مستوى عكورة أولية في الماء الخام اكبر من 30 وحدة عكورة (NTU 30>) .
2. اظهرت النتائج ان (75%) من النسب المئوية التراكمية للعكورة المتبقية بعد الترسيب التقليدي والانبوبي كانت ≤ (NTU 15 ولصالح المعالجة الانبوبية عند مستوياتها الاولية في الماء الخام اقل من 30 وحدة عكورة و (25%) منها (NTU 15 >) لصالح المعالجة التقليدية عند مستوياتها الاولية في الماء الخام اكبر من 30 وحدة عكورة .
3. ان وحدات الترسيب الانبوبية اظهرت تفوقا بسيطا على وحدات الترسيب التقليدية في خفض اعداد الهائمات الطحلبية وبمعدل نسب ازالة وصل الى (42%) في الأنبوبية بالمقارنة مع (38.2%) في التقليدية عندما كانت اعداد الهائمات الطحلبية الاولية في الماء الخام تتراوح بين (45-59) و (81-130) خلية / مل عند استخدام الشب كمخثر . بينما اظهرت وحدات الترسيب التقليدية تفوقاً في خفض اعداد الهائمات عندما كانت اعدادها الاولية في الماء الخام تتراوح بين (63-75) خلية/مل وخلال الأشهر الممطرة.
4. ان زيادة معدل الجريان الداخل الى احواض الترسيب التقليدية العاملة حاليا لتلبية الطلب المائي المتزايد ادى الى تقليل فترة المكوث وزيادة الحمل السطحي (SOR) الى(44.5 م3/م2.يوم) وهو خارج المحددات القياسية وان تنصيب مرسبات انبوبية في احواض الترسيب العاملة يحقق حتماً زيادة في مساحة الترسيب الفعالة ويقلل من الحمل السطحي ليكون ضمن المحددات وهذا يحقق امكانية مضاعفة انتاجية المشروع فضلاً عن التحسين في نوعية الماء المنتج .

**التوصيات**

1. اقتراح إضافة مرسبات انبوبية إلى أحواض الترسيب التقليدية الحالية لتحسين كفاءة ادائها وتلافي زيادة معدلات الجريان التي تتجاوز الطاقة التصميمية للأحواض واخذ ذلك في تصاميم أحواض الترسيب المستقبلية .
2. سحب الحمأة المتراكمة وبفترات زمنية تتقارب كلما زادت عكورة الماء مع ضرورة استخدام الجرع المثلى للشب.
3. الاهتمام المتزايد بتشغيل المازجات في احواض المزج السريع والبطيء ، نظرا لأهميتها في عمليتي التلبيد والتخثير للعوالق .
4. التأكيد على استخدام الكلورة المسبقة(Prechlorination) لتحسين كفاءة إزالة العكورة والهائمات الطحلبية .

**المصـــــادر**


**- المصادر العربية**

النعمة ، بشير علي ؛ نصوري ، غادة ابلحد والدباغ ، عمار غانم (2000). تأثير شحة التساقط المطري على نوعية مياه نهر دجلة ضمن محافظة نينوى . مجلة علوم الرافدين 2(2) : 79-94 .

حسن ، فائزة ابراهيم (2001). تأثير الحصر على زيادة الطحالب في نهر دجلة وانعكاس ذلك على محطات التصفية في مدينة الموصل. رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل.

عباوي ، سعاد عبد وحسن ، محمد سليمان(1990). الهندسة العملية للبيئة- فحوصات الماء, دار الحكمة للطباعة والنشر - جامعة الموصل.

متمرة ، صبا خالد (2002) . الاثار البيئية على الخصائص النوعية والمقنن المائي لمشاريع اسالة مدينة الموصل في ظروف الحصار. رسالة الماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل

**- المصادر الأجنبية**

Fadel, A.A. and Baumann, E.R. (1990). (Tube settling modeling), Jour.of Env. Eng. Div. ASCE, 116(EEI): 107-124.

Forbes, R.E; Nickerson, G.L; Hudson, R.E and Wagner, E.G., (1980). upgrading water treatment plants: alternative to new construction. J. AWWA. 72(5): 254-261.

Govindankutty, N.P. and Rajeevan, M.N. (1996). Low cost water treatment plants.; 22nd WEDC conference; NewDelhi, India http://www.Iboro.ac.uk/departments/cv/wedc/papergroup/ govinda.pdf.

Martin, G.L. and Wiegel, S.A. & Dempsey, J.J & Morgan, C.C (2001). Maury Service Authority tube settler Implementation. http://www. academics.vmi. edu./me/ cec/ tubesettler. pdf.html.

Mcnabb, C.D. (1960). Enumeration of fresh water phytoplankton concentrated on the membrane filter. Limnol. Oceanog, 1(5): 57-61

Maulood, B.K. and Hinton, G.C.F. (1979). A modified membrane filtration method for phytoplankton enumeration in marine and fresh water ecosystems, Tropical Ecology, pp. 192-194.

Morris, J.K. and Knocke, W.R. (1984). Temperature effects on the use of metal-ion coagulants for water treatment. J. AWWA 76(5): 74-79.

National Drinking Water Treatment Clearing House (NDWC) (1997). Packageplants.http://www.nesc.wvu.edu/ndwc/pdf–package plants.

Van Benschoten; J.E. and Edzwald (1990). Chemical Aspects of coagulation using Aluminum Salt-I. J. Water Resource, 24(12).

VanVliet, B.M. (1977). The efficacy of inclined tube and plate modules in high lime clarification process. J. of Water Research, 11: 783-788.

Water Technology Group (WTG) (2000). Tube settler, Design & Application. http://www.Brentwoodprocess.com/tube settler system. htm.

World Health Organization (WHO) (2001). Upgrading water treatment plants. http:// www.Who.Int/docstore/ water-sanitation-health. htm.




**تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل**