تعديل خصائص ماء مجرى الخرازي لاستخدامات الري

أ.م محمد سليمان حسن
أستاذ مساعد
كلية الهندسة/ قسم الهندسة المدنية

مازن صديق اليأس
ماجستير هندسة البيئة
مديرية الموارد المائية/نينوى

الخلاصة

تم في هذا البحث معالجة(30) نموذجا من مياه مجرى الخرازي وهي مزيج من مياه الفضلات المنزلية والزراعية ومياه السيول وتصرف حاليا إلى نهر دجلة شمال مدينة الموصل, تمت المعالجة بالترسيب فقط وباستخدام طين البنتونايت كمخثر مع الترسيب باعتماد فحص الجرة كنموذج مختبري لمتابعة التعديلات الحاصلة على الخصائص المهمة لاستخدامات الري.
وقد حققت المعالجة بالترسيب فقط وباستخدام طين البنتونايت مع الترسيب أعلى نسب إزالة لخصائص:- الأوكسجين الحيوي (14.54%,51.43%) والتوصيل الكهربائي (0.95%,1.43%) والمواد الصلبة الكلية العالقة (68.52%,72.22%) ، وبكتريا القولون (47.2%,70.45%) والهائمات الطحلبية (14.7% 53.33%) على التوالي بحيث أصبح الماء المستصلح مناسبا لسقي الأشجار والمحاصيل العلفية حسب محددات منظمة الصحة العالمية WHO.
الكلمات الدالة :- طين البنتونايت ,استصلاح المياه ,إعادة استخدام المياه , مجرى الخرازي .

Water Reclamation of Kharazi Wadi for Irrigation

Mohammed Sulaiman Hassan
Civil Engg. Dept

Mazin Siddek Alyas
Ministry Of Water Resources

Abstract

In the present research Thirty raw water samples were collected from kharazi wadi for further treatment , Those samples represent a mixture of (municipal ,irrigation and storm) sewage discharged directly to Tigris river north Mosul city .The Jar test technique was conducted to measure the variation of the main important characteristics of irrigation water . The treatment was carried out using bentonite clay as a coagulant compared with the treatment by sedimentation only. The results showed that the bentonite clay was more effective *in removing* :BOD, EC, TSS, Coliform bacteria and phytoplanktonic algae and max% removal recorded were (%51.43,%14.54) (%1.43,%0.95) (%72.22,%68.52) (%70.45,%47.20) (%53.33,%14.70) respectively ,The result indicated also that the reclamation of Kharazi Wady sewage was according to WHO standard for irrigation pwposes.

أستلم: 1 - 8 – 2010 قبل: 28 – 6 - 2011

المقدمة:-

إن ازدياد الطلب على الماء ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة يشكل عاملا سلبيا على كل مظاهر التنمية لذلك تعمد بعض الجهات المسئولة إلى إصدار بيانات وتعليمات قد تصل إلى مستوى سن القوانين التي تمنع استخدام المياه العذبة في استعمالات غير أساسية مثل (غسل السيارات وري الحدائق والمسطحات الخضراء) وغيرها , تحتوي هذه الفضلات على كثير من الملوثات المنزلية والزراعية والتي تؤثر بشكل مباشر على نوعية مياه النهر, لذلك فقد تم اللجوء في هذا البحث إلى استخدام طريقة سهلة واقتصادية نسبيا لمعالجة مياه مجرى الخرازي وهي استخدام الترسيب فقط أوطين البنتونايت كمخثر مع الترسيب لغرض استصلاح الخصائص ذات العلاقة لاستخدامات المياه المستصلحة في ري الأشجار والمناطق الخضراء كما يمكن استخدامها لإغراض أخرى تساعد في توفير جزء كبير من المياه العذبة الثمينة وإن إعادة استخدام مياه المجرى سوف يوفر كميات كبيرة من مياه الإسالة (المستخدمة حاليا لسقي الحدائق) داخل جامعة الموصل وخارجها.

وقدأشار الباحثان (Lund and Nessen ,1986) ان إضافة طين البنتونايت إلى المياه الخام يزيل معظم الشوائب ضمن مدى درجة حرارة (20-37) درجة مئوية وان قيمة الـ (pH > 8) هي القيمة المثلى للإزالة .

وبين (Dentel and Gossett, 1988) ان إزالة العكورة فضلاً عن كونها تحسن من مظهر الماء تساعد أيضاً في التخلص من عدد من الشوائب مثل المعادن الثقيلة والأحياء المجهرية المرضية التي تستقر على سطوح الشوائب العالقة أو اصطيادها أثناء تجمع وترسيب هذه الشوائب .

وأشار كل من (المياح والحميم ، 1991) إلى ان من أهم الطرق المتبعة في التخلص من الطحالب المنتجة للرائحة هي طرق التخثير والترسيب والترشيح فعند إضافة العوامل المرسبة إلى الماء مثل الشب تتكون كتل تلتصق بها الطحالب الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى ترسيبها .

وأشار (Mc chee, 1991) إلى ان استخدام طين البنتونايت كمساعد للتخثير وبجرع تتراوح ما بين (10-50) ملغم/لتر يؤدي إلى زيادة كثافة الجسيمات العالقة في المحلول ويوفر مساحة سطحية واسعة لامتزاز المواد العضوية .

ودرس (طليع وآخرون 1994)الخصائص الفيزيوكيمياوية والبايلوجية لمياه نهر الخوصر وكذلك الخصائص النوعية لمياه عدد من المصبات والتي أشارت إلى ان الفضلات المائية المصروفة إلى النهر تجاوزت الحدود القياسية العراقية للفضلات السائلة المصروفة إلى الأنهار ، لارتفاع قيم الحمل العضوي والإرتفاع الكبير في أعداد البكتريا الكلية وبكتريا القولون البرازية والذي انعكس سلباً على نوعية مياه نهر الخوصر الذي ينخفض فيه الأوكسجين المذاب إلى مستويات حرجة قد تنعدم في أغلب الفترات بسبب الكم الهائل من الفضلات السائلة المصروفة من الأحياء السكنية والمستشفيات بحيث تفوق قابلية النهر على تحملها كما لوحظ أيضاً ارتفاع تركيز الـ BOD_5 وتركيز أيونات الآورثوفوسفات PO_4 وأيونات الكبريتات والكلوريدات بحيث يعد نهر الخوصر بالنسبة لقيم BOD_5 من نوع مياه الأنهار الملوثة .

وذكر (Anderson, 1997) ان استخدام الأطيان يعد من طرق المعالجة المؤمل استخدامها للسيطرة على الطحالب وذلك بسبب كفاءتها في إزالة الطحالب وكلفها الواطئة وتأثيراتها السلبية القليلة نسبياً على البيئة .

وبين (طليع والبرهاوي,2000) في دراسة قاما بها على مياه مجاري قرة سراي شمال مدينة الموصل والتي يبلغ تصريفها (0.498 م^3/ ثانية) بوصفها من المصادر المهمة لتلوث مياه نهر دجلة شمال المدينة حيث أشارت النتائج إلى ارتفاع تركيز أغلب المعايير المدروسة لمياه المجرى متجاوزة الحدود المسموح بها للفضلات السائلة المصروفة إلى الأنهار حسب المحددات العراقية القياسية .

وأشار (Sengco et al , 2001) ان الدراسات المبكرة في الولايات المتحدة قد أظهرت بان استخدام بعض الأطيان حقق نسبة إزالة عالية تجاوزت 80% لبعض الطحالب كما ان استخدام طين المونتموريليناىت يعطي نسبة إزالة أعلى من استخدام الكائولينات والزيولايت .

وقام (مصطفى ، 2002) بإجراء دراسة على نوعية مياه وادي المر الذي يصب بنهر دجلة عند منطقة أسكي موصل والتي أشارت إلى ارتفاع تركيز الأملاح ومؤشرات السمية مما يحدد صلاحية هذه المياه لأغراض الزراعة في حين كانت مؤشرات الحامضية والصودية ضمن الحدود المقبولة لاستخدام مياه الوادي لأغراض الزراعة .

أما الباحثان (حسن والتمر ، 2006) فقد قاما باستخدام مخثرات في إزالة العكورة والمواد العالقة من الماء ووجدا بأن طين البنتونايت يعمل بكفاءة عند استخدامه كمخثر لوحدة وبجرع لا تزيد عن 30 ملغم/لتر لمستويات عكورة تراوحت بين (10-500) NTU بينما استخدام البنتونايت مع كبريتات الحديدوز في إزالة العكورة أظهر أكثر فاعلية عند المستويات الواطئة من العكورة الابتدائية .

وأشار (بلال وآخرون ، 2007) في دراسة قاموا بها لتقييم نوعية مطروحات مياه الفضلات في منطقة وادي عكاب وهي مزيج من مياه فضلات منزلية وصناعية ، وبينت النتائج تجاوز تركيز المواد العالقة لمياه المصب عن المحددات العراقية بمقدار (122%) وبقية الشوائب بمقدار (16-29)% ، والأوكسجين الحيوي بحدود (56) ملغم/لتر حيث تصنف هذه المياه حسب الحمل العضوي على أنها سيئة ، وخرجت الدراسة بتوصيات عديدة منها إمكانية استخدامه لزراعة البردي .

وقام (الصفاوي ، 2008) في دراسة شملت إجراء تقييم نوعي للفضلات السائلة المصروفة إلى نهر دجلة واستخدامها لأغراض الري حيث أشارت نتائج الدراسة إلى زيادة تراكيز أغلب المعايير المدروسة خلال مرور النهر بمدينة الموصل حيث تعتبر نوعية المياه من صنف C_2 متوسطة الملوحة حسب تصنيف معهد الملوحة الأمريكي ، كما بينت الدراسة ملائمة كل من الدالة الحامضية pH والكلوريد والنسبة المئوية للصوديوم ونسبة امتزاز الصوديوم الاعتيادي والمعدل (adjsar , SAR) استناداً للتصنيف القياسي لمياه الري ، كما تعتبر الفضلات السائلة المدروسة ملائمة للري مع وجود بعض المشاكل المتعلقة بالملوحة والسمية .

حالة دراسية :-

يعتبر وادي الخرازي من الوديان الطبيعية لمياه الأمطار يمتد من مناطق شمال شرق مدينة الموصل ويتكون من فرعين: الأول يبدأ من قريتي سادة بعويزه ويمر بأحياء (الصديق، الحدباء، البلديات) التي تصرف إليه مياه الفضلات المنزلية، ثم يخترق الشارع العام موصل- دهوك بأنابيب تصريف عدد 2 قطر 90 سم ويدخل جامعة الموصل قرب بوابة عمادة الطب البيطري الجديدة ويبلغ طوله من منطقة سادة بعويزه والى قبل دخوله الجامعة ما يقارب من 5.2 كم والمجرى الثاني يبدأ من شمال منشأه الكندي مروراً بحي الكندي الذي يصرف إليه مياه الفضلات المنزلية للأحياء ويخترق الشارع العام موصل – دهوك بأنابيب تصريف عدد 2 قطر 90 سم ويدخل سياج القصور الرئاسية (كليه الزراعة حالياً) ويبلغ طوله من شمال منشأة الكندي والى قبل دخول الجامعة ما يقارب 3.2 كم.

الشكل (1) : صورة جوية لمسار مجرى الخرازي

يقدر طول الفرع الأول والثاني اللذان يسيران بمسار متعرج داخل جامعة الموصل (1057م 1600 م) على التوالي ويلتقي الفرعان داخل جامعة الموصل قرب بوابة كلية الزراعة الجنوبي ثم يسير بمسار موحد إلى أن يخرج من الجامعة إلى الشارع العام ثم إلى منطقة الغابات ويصب في نهر دجلة قرب الجزيرة السياحية ويبلغ طوله تقريباً من نقطة الالتقاء والى أن يغادر جامعة الموصل 600م أما طول المجرى الموحد من مغادرته جامعة الموصل ولحين مصبه في نهر دجلة فيبلغ 1600م ويمثل الشكل (1) مسارات وامتدادات وادي الخرازي من البداية حتى المصب في نهر .

ان استصلاح مياه الوادي داخل مركز جامعة الموصل يساهم في تخفيض ازمة شحة مياه الشرب (التي تستخدم حاليا في سقي الحدائق والمناطق الخضراء) فضلا عن التخلص من الاثار البيئية التي يسببها المجرى الحالي .

أهداف البحث :-

1. دراسة تأثير استخدام نوعين من المعالجة لمياه مجرى الخرازي , باستخدام طين البنتونايت في تلبيد الشوائب أو بالترسيب فقط ومتابعة التغير في الخصائص التالية للماء بعد المعالجة:-

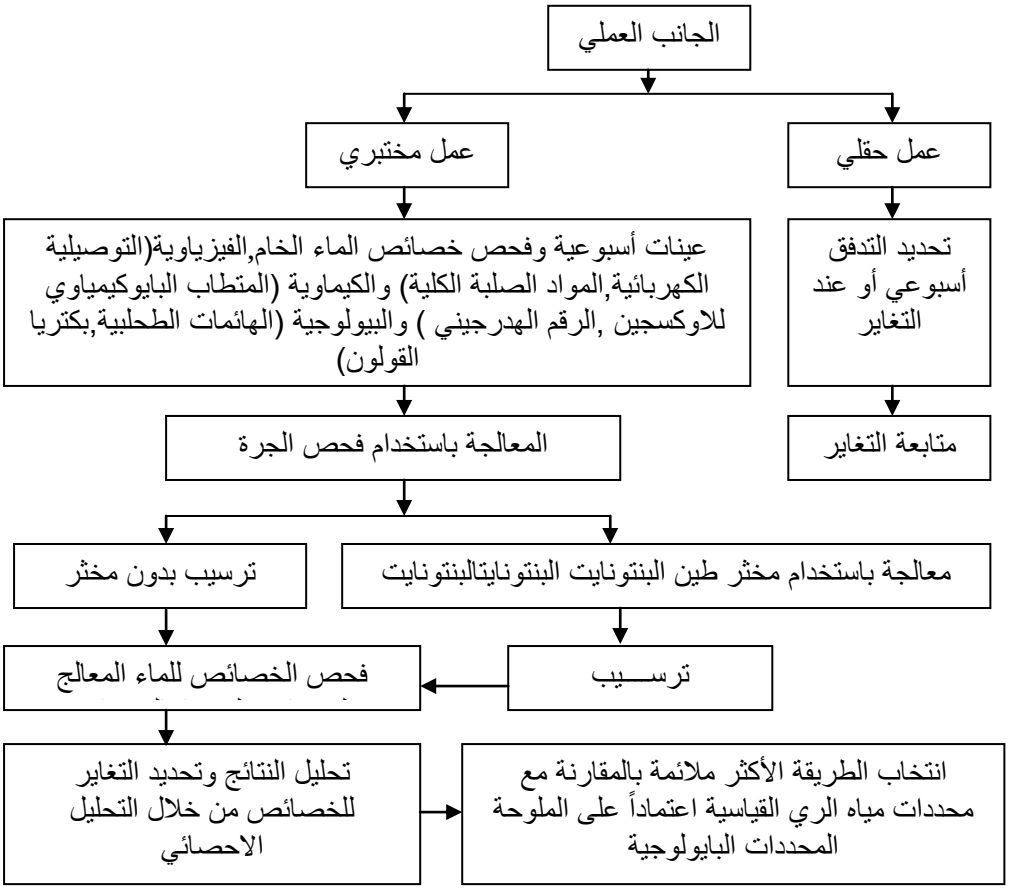
المتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين (BOD_5) ,التوصيل الكهربائي (EC) , المواد الصلبة الكلية العالقة (TSS) , بكتريا القولون (Coliform Bacteria) , الهائمات الطحلبية (Phytoplankton Algae) , الرقم الهدروجيني (pH) .

2. تحديد مدى صلاحية المياه المعالجة لاغراض الري ولنوع الزراعة الملائمة .

3. تحديد الجرعة المثلى لطين البنتونايت اعتمادا على عكورة الماء الخام.

النمذجة وطرق العمل:-

تم أخذ نماذج أسبوعية وقياس التصاريف خلال فترة الدراسة الممتدة من شهر كانون الأول/2008 لغاية تموز/ 2009 أو عند التغاير المتوقع خلال موسم الأمطار وأجراء الفحوصات المختبرية لتحديد الخصائص الفيزياوية(التوصيلية الكهربائية,المواد الصلبة الكلية) والكيماوية (المتطاب البايوكيمياوي للاوكسجين ,الرقم الهدرجيني) والبيولوجية (الهائمات الطحلبية,بكتريا القولون) للماء الخام ومتابعة التغاير النوعي في الخصائص خلال فترة الدراسة (ويتم نقل النماذج بقناني بلاستيكية إلى مختبر هندسة البيئة جامعة الموصل ومختبرات قسم البيولوجي في كلية العلوم) وتحفظ بدرجة حرارة 4 مئوية. الشكل (2) يوضع الهيكلية العامة للجانب العملي من البحث والمعالجات التي أجريت على الماء الخام باستخدام جهاز فحص الجرة (Jar Test) بعد تحديد الجرعة المثلى لكل مخثر اعتمادا على العكورة المتبقية ومن ثم أخذ عينات الماء الرائق لأجراء فحص الخصائص الفيزياوية والكيمياوية والبيولوجية.



مخطط شكل (2) الهيكلية العامة للجانب العملي من البحث

النموذج ألمختبري :-

أستخدم جهاز فحص الجرة كنموذج مختبري لتمثيل عملية المعالجة بطريقة التخثير والتلبيد إذ أستخدم طين البنتونايت كمخثر في عملية المعالجة وتم أخذ جرع متعددة وصولا للجرعة المثلى (علي, وحسن (1994)[6] ويتم إجراء تجربة فحص الجرة اعتمادا على الجرعة المثلى حيث يؤخذ الماء الرائق ويتم إعادة فحص الخصائص بعد المعالجة وبالمقارنة مع قيم الماء الخام ثم حساب كفاءة الازالة للخصائص المقاسة التالية :-

محتوى الطلب البايوكيمياوي للأوكسجين (BOD_5) , التوصيل الكهربائي (EC) , المواد الصلبة الكلية العالقة (TSS) , بكتريا القولون (Coliform Bacteria) , الهائمات الطحلبية (Phytoplankton Algae) , الرقم الهدرجيني (pH) .

1. قياس المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين (BOD_5) حسب الفقرة (507) ويدخل ضمنه قياس الاوكسجين المذاب (DOبطريقة وينكلر أو أيودومترك (Winkler or Iodonmtric Method) وبتطبيق تحوير الآزايد (Azid Modification) ((APHA, AWWA, WPCF (1985))[13].
2. قياس كل من الرقم الهيدروجيني (pH) بواسطة جهاز (pH-meter) وقياس التوصيلية الكهربائية (EC) والكدرة بأجهزة القياس الخاصة بكل منها .
3. قياس المواد الصلبة الكلية العالقة (TSS) حسب الفقرة (209c) (APHA, AWWA, WPCF (1985))[13].
4. أجريت فحوصات العدد الكلي للهائمات الطحلبية بأتباع طريقة (Macnad,1960) المحورة من (Maulood and Hinton, 1979) .
5. تم إجراء فحص بكتريا القولون البرازية بطريقة(Fecal Coliform MPN Procedure) استخدمت طريقة الأنابيب المتعددة (Multiple Tube Method) لحساب العدد الأكثر احتمالاً لبكتريا القولون البرازية لعينات المياه قيد الدراسة واعتمادا على ماورد في (Benson,2002)]14[، وبالرجوع إلى الجداول الإحصائية الخاصة بالعدد الأكثر احتمال لبكتريا القولون Most Probable Number (MPN) وتم حساب أعداد بكتريا القولون في(100) مل.

التحليل الإحصائي : -

تم تحليل النتائج باستخدام البرنامج الإحصائي (MINITAB) حيث استخدم اختبار (Paired – t – test) للمقارنة بين الخصائص النوعية لماء المجرى المعالج بالترسيب فقط وباستخدام طين البنتونايت كمخثر مع الترسيب , وأيهما أفضل من حيث تأثير المعالجة على الخصائص المقاسة وهي (التوصيل الكهربائي ، المواد الصلبة الكلية العالقة ، بكتريا القولون ، المتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين ، الهائمات الطحلبية ، الرقم الهدرجيني) وقد عدت النتائج الإحصائية معنوية عند مستوى احتمال (0.05) أو أصغر وتم تحليل نتائج الخصائص إحصائياً عند مناقشة النتائج .

النتائج والمناقشة:-

تم فحص عينات من مجرى الخرازي عند دخوله جامعة الموصل قرب بوابة الطب البيطري وقياس التصاريف للفترة من كانون الاول /2008 ولغاية تموز 2009 وبمعدل نموذج واحد أسبوعي وحددت خصائص هذة المطروحات كما في الجدول رقم (1).

جدول رقم (1) يبين الخصائص المهمة لمطروحات مجرى الخرازي في مدينة الموصل قبل المعالجة

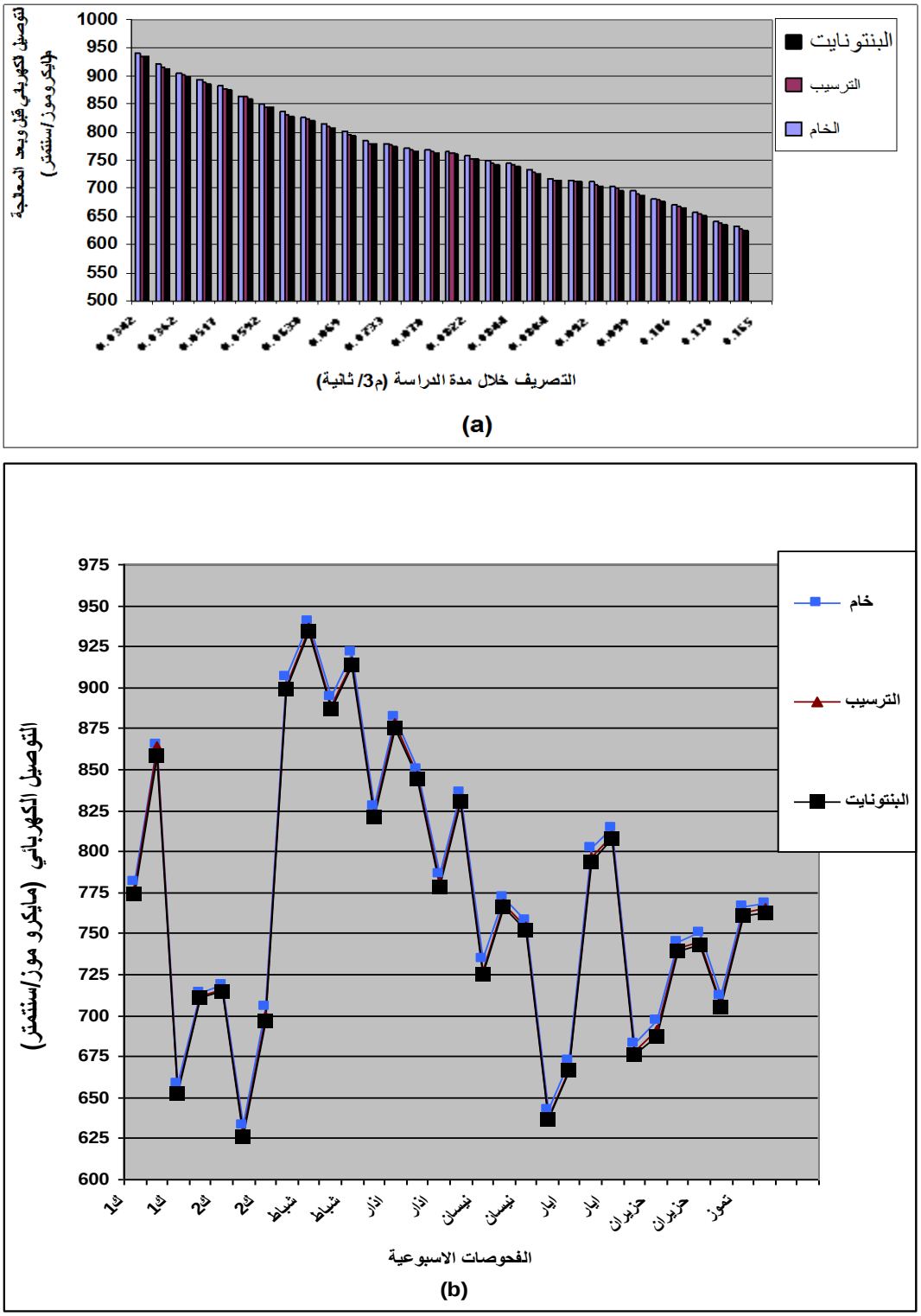
التسلسل	الخاصية للماء الخام	المدى
1	المتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين (BOD_5)	(35-78) ملغرام/ لتر
2	المواد الصلبة الكلية العالقة (TSS)	(54-118) ملغرام/ لتر
3	- التوصيل الكهربائي (EC)	(633-940) مايكروموز/ سم
4	بكتريا القولون (Coliform Bacteria)	(23-280) خلية/100مللتر
5	الهائمات الطحلبية (Phytoplanktonic) Algae	(42-160) خلية/مللتر
6	الرقم الهدروجيني (pH)	pH (7.41-7.75)

أولا:- التغـــــــــاير بالخصـــــــــائص النوعيـــــــــة خـــــــــلال مـــــــــدة الدراســـــــــة

1 . التوصيل الكهربائي EC (Electrical Conductivity)

ان قيم التوصيل الكهربائي للماء الخام تراوحت ما بين (633 - 940) مايكروموز/ سم وقد انخفضت إلى (- 936 628) مايكروموز/ سم عند المعالجة بالترسيب فقط واستمر الانخفاض باستخدام طين البنتونايت كمخثر مع الترسيب ولكن بنسب قليلة حيث تراوحت ما بين (626 - 935) مايكروموز/سم نلاحظ ان القيم متقاربة كون المعالجة كان تأثيرها قليل على قيم التوصيل الكهربائي كما يلاحظ بأن أعلى قيمة للتوصيل الكهربائي سجلت في شهر شباط بسبب انخفاض التصريف الذي أدى إلى زيادة في تركيز الأملاح بينما كانت أدنى قيمة للتوصيل الكهربائي في شهر كانون الثاني بسبب هطول الأمطار وتخفيف تركيز الأملاح في المجرى والشكل (3) يمثل التغاير الأسبوعي للتوصيل الكهربائي لماء المجرى قبل وبعد المعالجة بالمقارنة مع (a- تغير التصاريف b- مدة الدراسة) .

كما يوضح الجدول (2) ان قيم التوصيل الكهربائي للمياه المعالجة عند استخدام البنتونايت كمخثرانخفضت أكثر بعد الترسيب مما يدل على وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ($P<0.001$) ولصالح المعالجة بالبنتونايت .



الشكل (3) يمثل التغاير الأسبوعي للتوصيل الكهربائي لماء المجرى قبل وبعد المعالجة بالمقارنة مع a- تغير التصريف b- مدة الدراسة

2 . المواد الصلبة الكلية العالقة Total Suspended Solid (TSS)

إن تركيز المواد الصلبة الكلية العالقة للماء الخام تراوحت ما بين (54-118) ملغم/لتر وقد انخفضت إلى (17 - 65) ملغم /لتر عند المعالجة بالترسيب فقط وقد حقق استخدام طين البنتونايت كمخثر مع الترسيب انخفاضاً للتركيز إذ تراوح ما بين (15 - 49) ملغم /لتر ويعود السبب إلى ان المعالجة باستخدام طين البنتونايت تزيد وتعمل على تلبيد العوالق وتخثيرها مما يؤدي إلى زيادة في كفاءة عمليات خفض تراكيز المواد الصلبة الكلية العالقة وهذا يتطابق مع ما توصل إليه (Dentel and Gossett , 1988)[15] كما يلاحظ من النتائج بأن كفاءة الإزالة تراوحت مابين (- 72.22% 53.10%) و (44.90% - 68.52%) على التوالي عند المعالجة باستخدام طين البنتونايت كمخثر أو الترسيب فقط ، كما نلاحظ من النتائج ان أعلى تركيز للمواد الصلبة الكلية العالقة كان عند أعلى تصريف للمجرى بسبب سقوط الأمطار التي تعمل على جرف دقائق التربة فضلاً عن جرف الرواسب في قاع المجرى ، أما أقل تركيز فقد كان عند أوطأ تصريف وعند توقف الأمطار مما يؤدي إلى خفض سرعة جريان الماء مما يساعد على ترسيب المواد العالقة في القعر .

والشكل (4) يمثل التغاير الأسبوعي للمواد الصلبة الكلية العالقة لماء المجرى قبل وبعد المعالجة بالمقارنة مع (a- تغير التصريف b- نوع المعالجة c- مدة الدراسة).

يوضح الجدول (2) ان تركيز المواد الصلبة الكلية العالقة للمياه المعالجة عند استخدام البنتونايت كانت أكثر انخفاضاً منها بعد الترسيب مما يدل على وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ($p < 0.001$) ولصالح المعالجة بالبنتونايت .

3 . بكتريا القولون Coliform Bacteria

إن أعداد بكتريا القولون في مياه المجرى بعد الترسيب تراوحت ما بين (20 - 230) (خلية/ 100مللتر) بينما انخفض العدد عند استخدام طين بنتونايت كمخثر كفاءة أعلى حيث انخفض العدد ليكون ما بين (9 - 130) (خلية/100مللتر) ويعود السبب إلى ان كفاءة إزالة المواد العالقة باستخدام طين البنتونايت يحقق إزالة للبكتريا الملتصقة والمتواجدة بالمواد العالقة (عباوي وحسن ، 1990)[9] و(Dentel and Gossett , 1988)[15] ، كذلك ان استعمال طين البنتونايت في المحلول يوفر مساحة سطحية واسعة لامتزاز المواد العضوية(Mc chee,1991) [19]، كما يلاحظ ان نسبة إزالة بكتريا القولون تراوحت ما بين (7.69%-47.2%)و (52.27 % - 70.45 %) عند المعالجة بالترسيب فقط وباستخدام طين البنتونايت كمخثر على التوالي ، كما يلاحظ بأن أعلى قيمة لبكتريا القولون كانت عند

التصريف الأدنى للمجرى بينما كانت أقل قيمة عند التصريف الأعلى وهذا ناتج عن التخفيف.

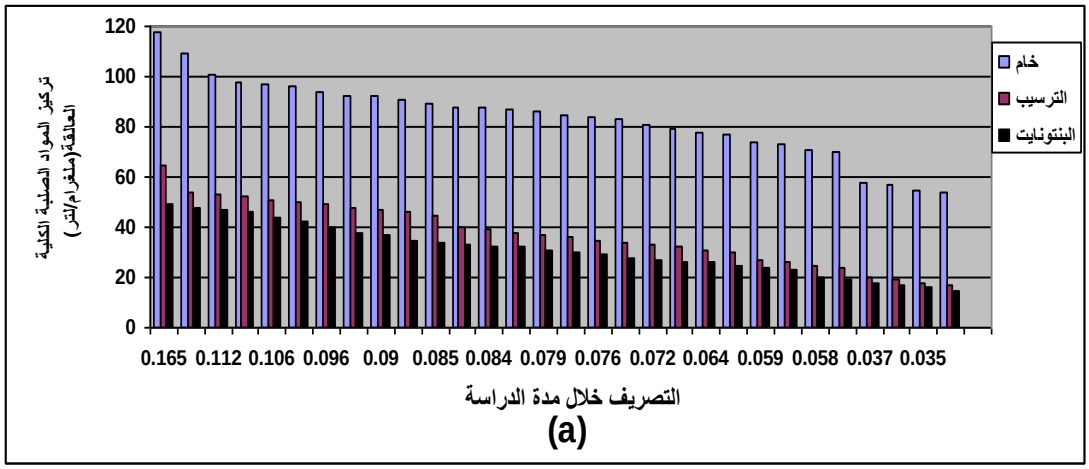
والشكل (5) يمثل التغاير الأسبوعي لبكتريا القولون لماء المجرى قبل وبعد المعالجة بالمقارنة مع (a- تغير التصريف b- نوع المعالجة c- مدة الدراسة) .

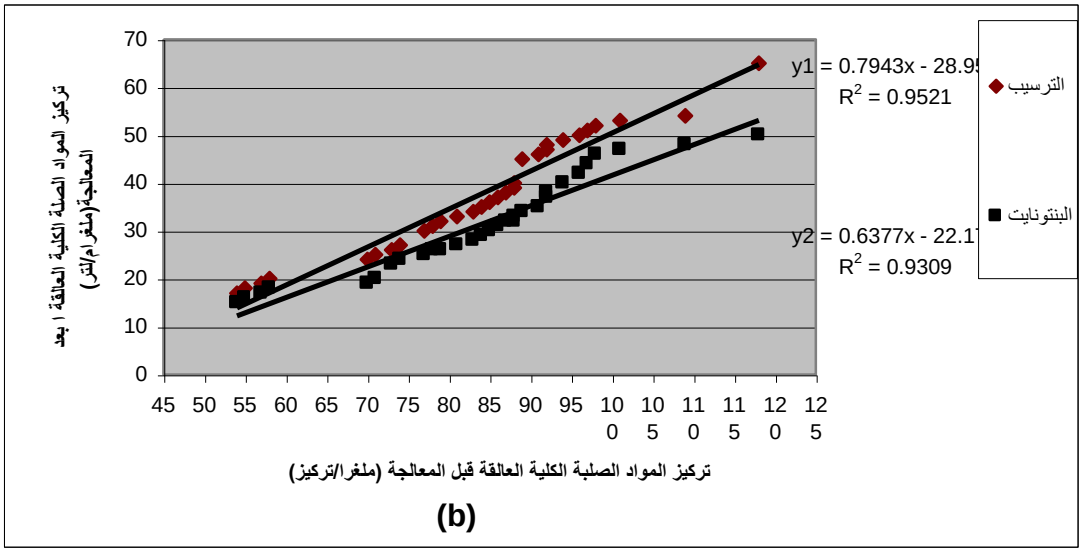
يوضح الجدول (2) ان أعداد بكتريا القولون للمياه المعالجة عند استخدام البنتونايت كانت أكثر انخفاضاً منها بعد الترسيب مما يدل على وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ($p< 0.001$) ولصالح المعالجة بالبنتونايت

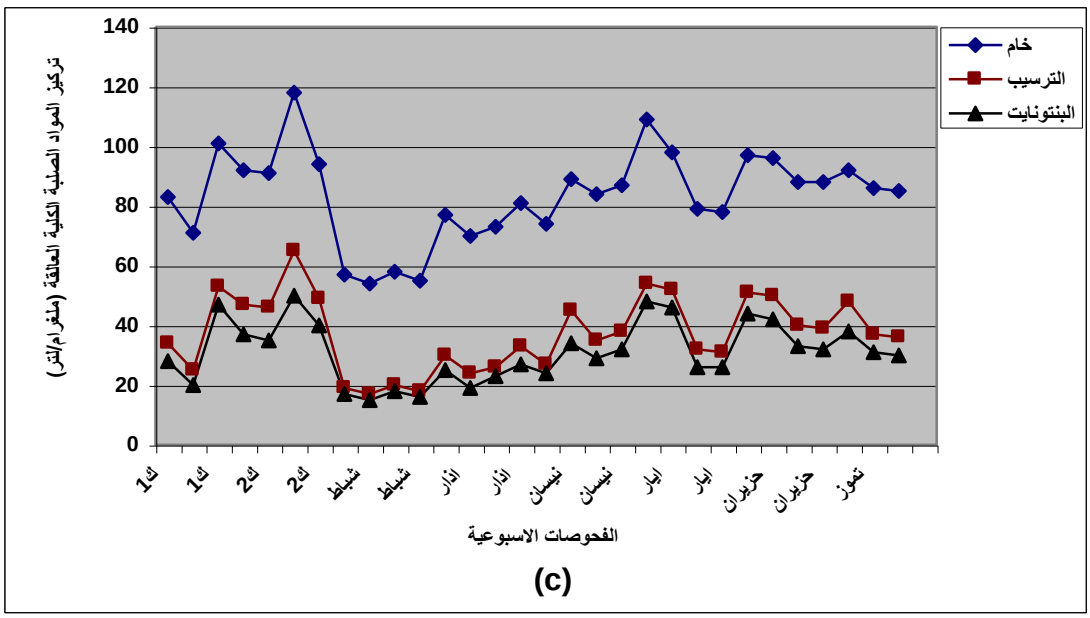
4-1-6 المتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين Biochemical Oxygen demand (BOD_5)

ان تركيز المتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين تراوح ما بين (32-70) ملغم/لتر للماء المعالج بالترسيب فقط ، بينما حقق استعمال طين البنتونايت كمخثر أنخفاضا حيث بلغ المتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين (17-47) ملغم/لتر ويعود السبب إلى ان مخثر طين البنتونايت حقق إزالة للمواد العالقة جارفاً معه البكتريا والمواد العضوية وبالتالي انخفض معه المتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين وهذا يتطابق مع ما توصل إليه (Dentel and Gossett , 1988)[15] كذلك أن استعمال استعمال طين البنتونايت في المحلول ويوفر مساحة سطحية واسعة لامتزاز المواد العضوية (Mc chee, 1991)[19] ويلاحظ في احتساب نسبة الإزالة ان نسبة إزالة المتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين تراوحت ما بين (8.33% - 14.54%) و(39.74% - 51.43%) عند المعالجة بالترسيب واستخدام طين البنتونايت كمخثر على التوالي ، كما يلاحظ ان أقل قيمة للمتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين كانت في أعلى تصريف وذلك بسبب عامل التخفيف والشكل (6) يمثل التغاير الأسبوعي للمتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين لماء المجرى قبل وبعد المعالجة بالمقارنة مع (a- تغير التصريف b- نوع المعالجة c- مدة الدراسة) .

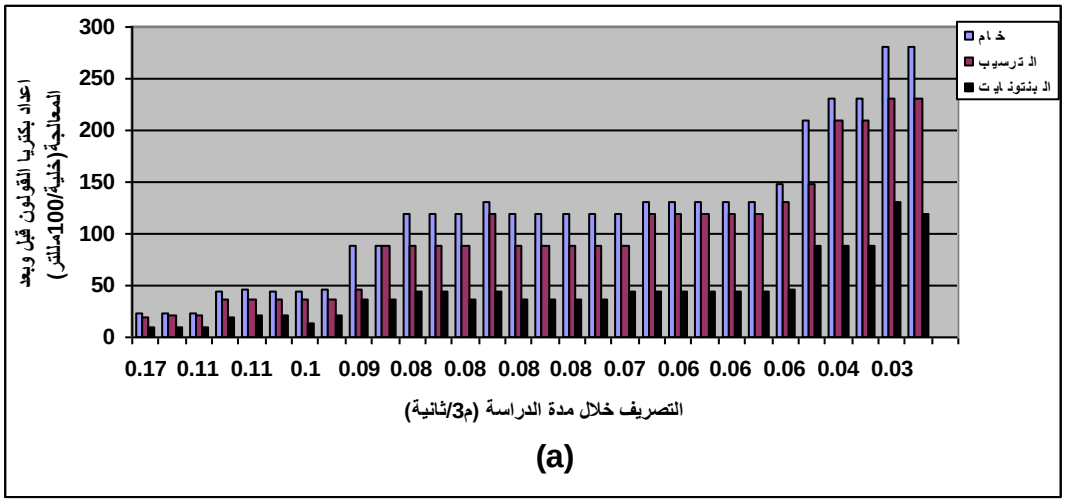
يوضح الجدول (2) ان تركيز المتطلب البايوكيمياوي للأوكجسين عند استخدام البنتونايت أكثر انخفاضاً منه بعد الترسيب مما يدل على وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ($p< 0.001$) ولصالح المعالجة .

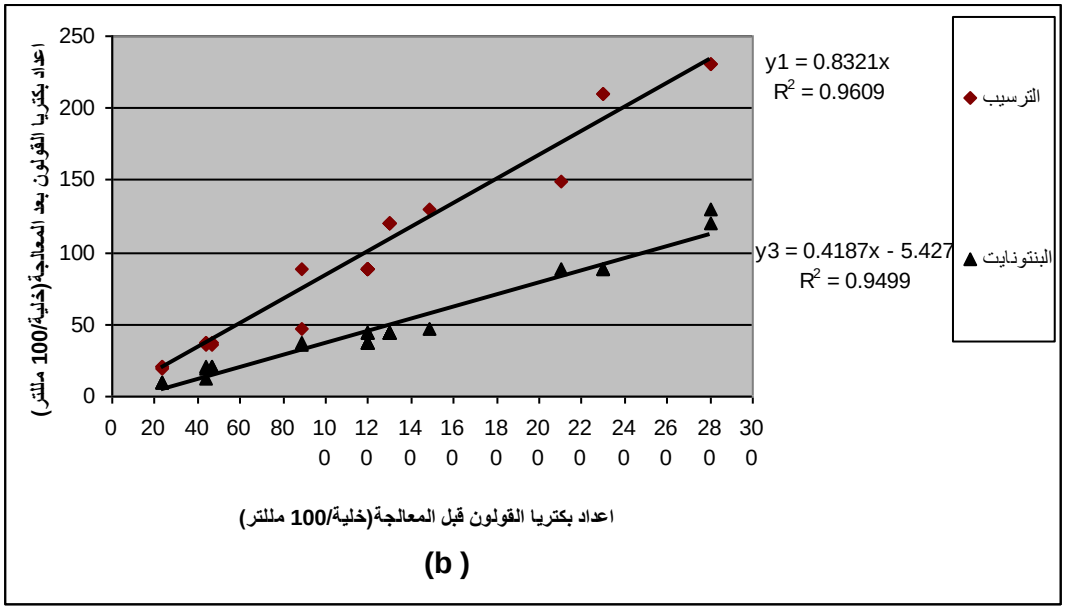


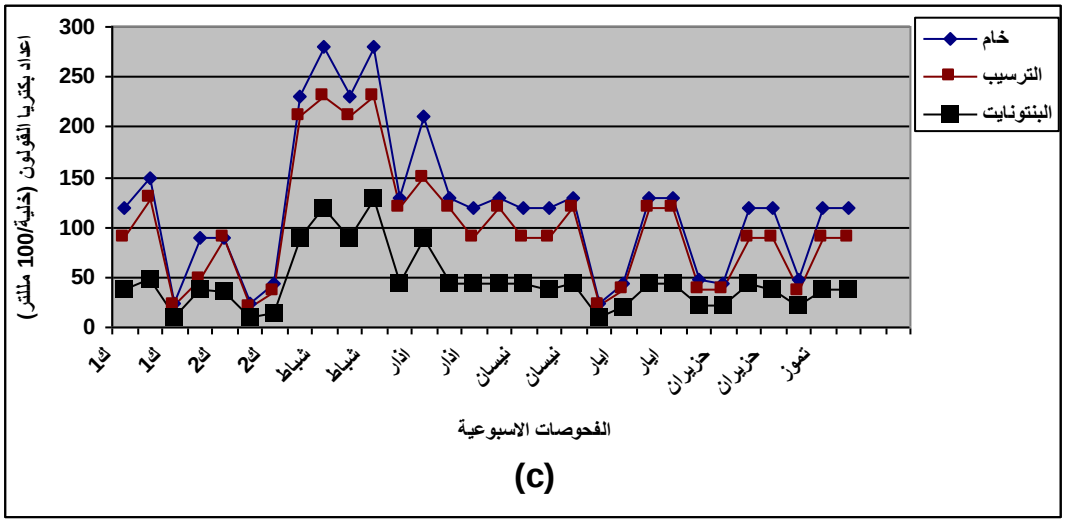




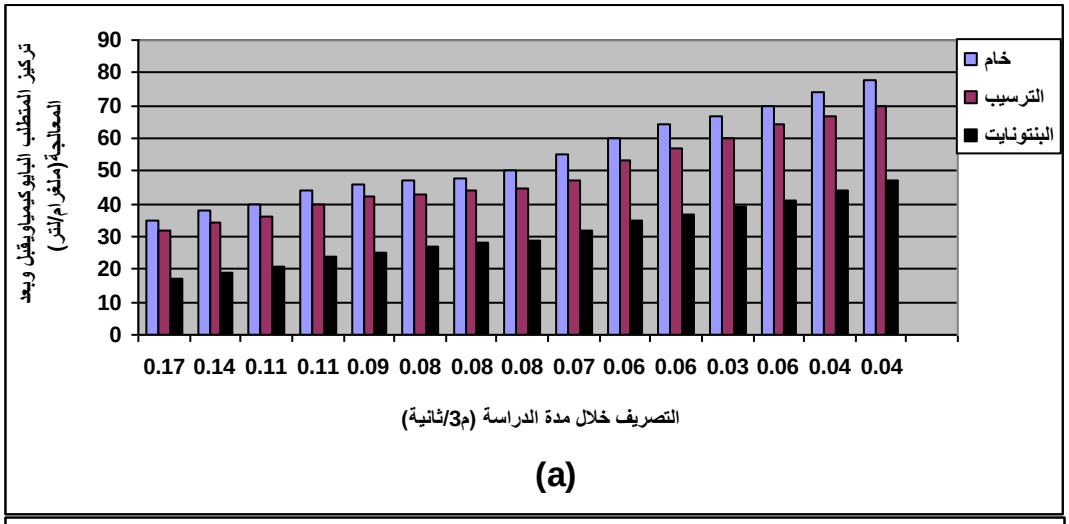
الشكل (4) يمثل التغاير الأسبوعي المواد الصلبة الكلية العالقة لماء المجرى قبل وبعد المعالجة بالمقارنة مع a- تغير التصريف b- نوع المعالجة c- مدة الدراسة

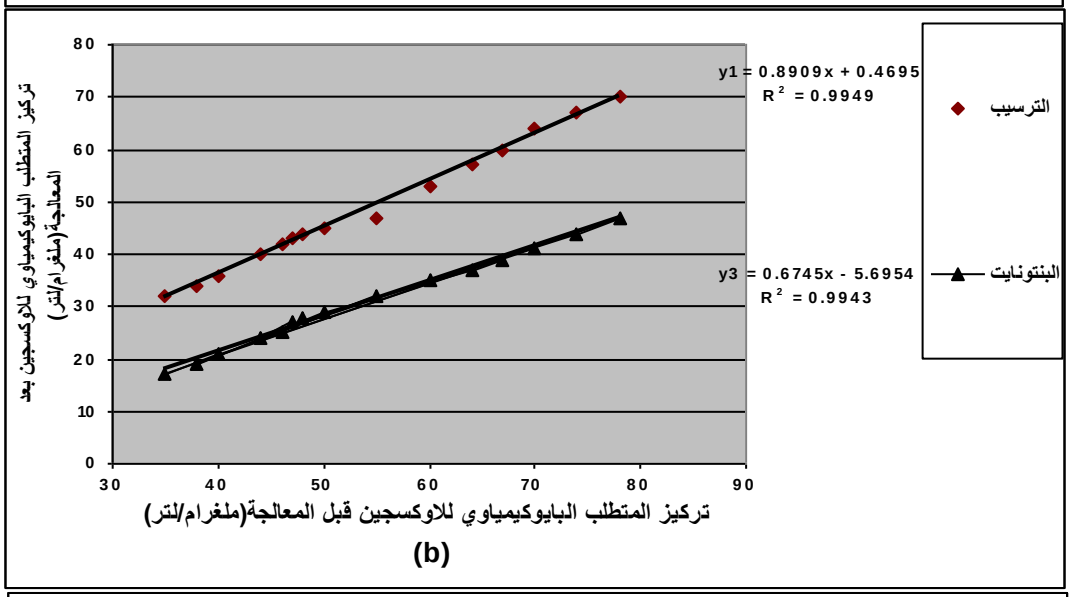


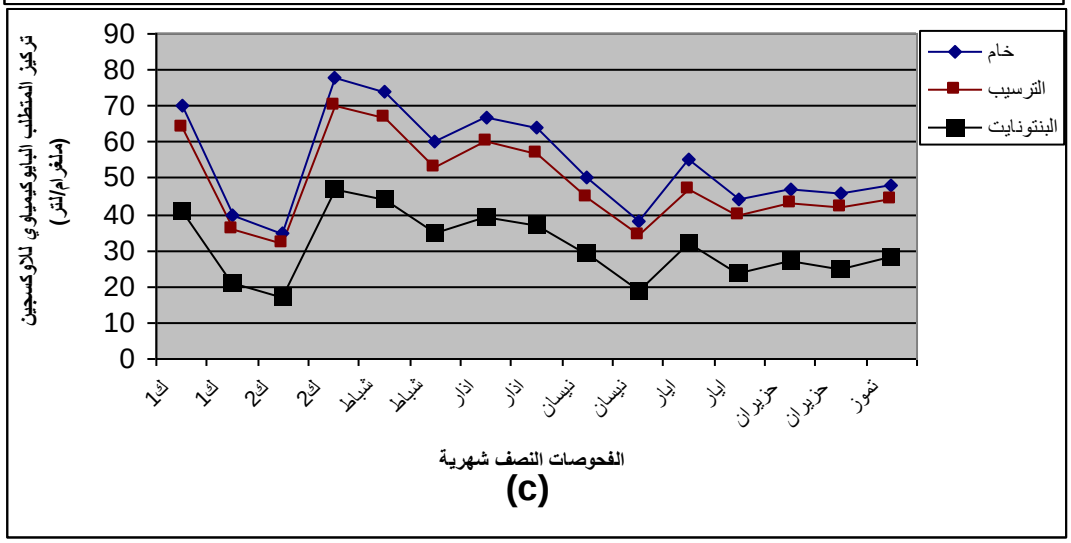




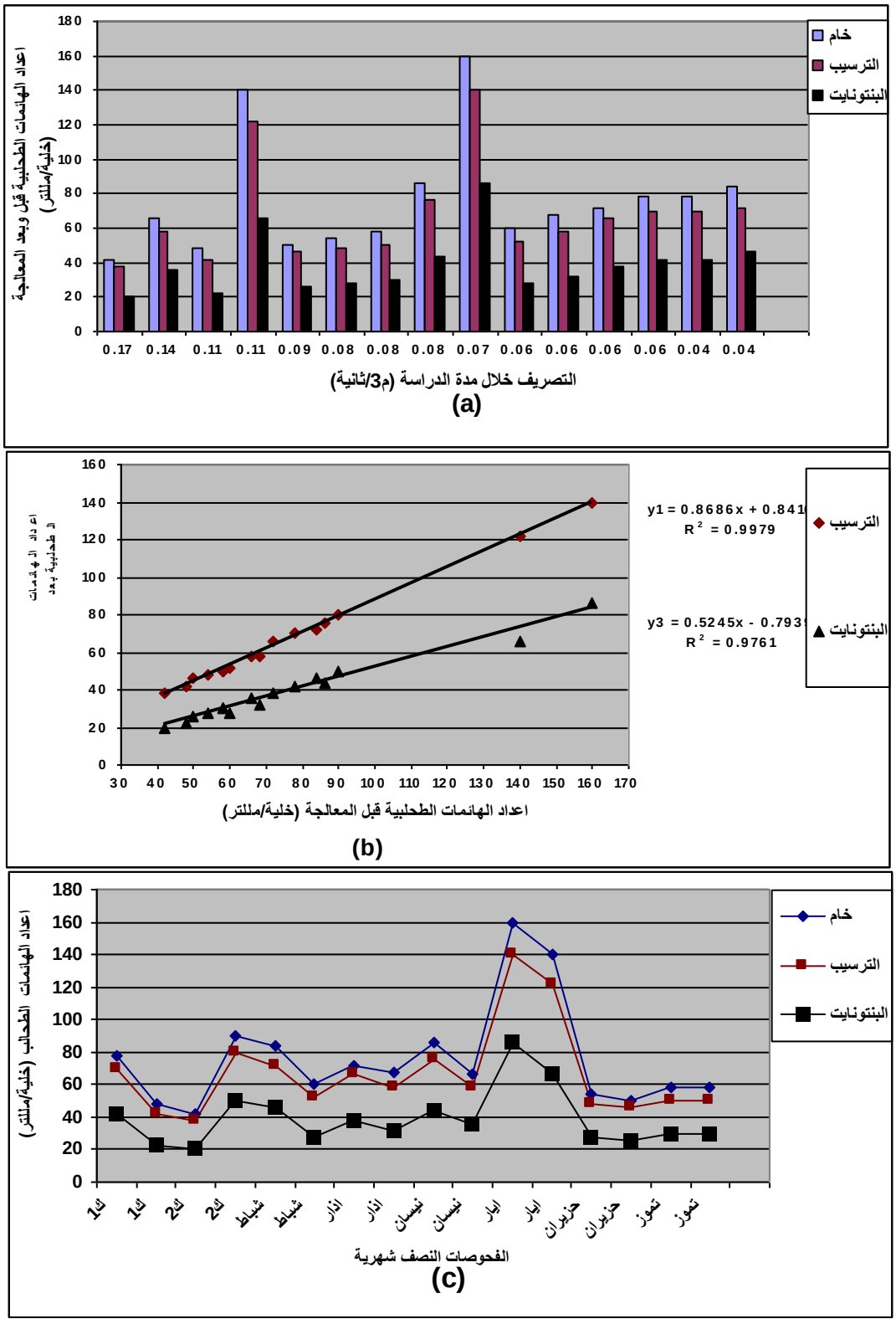
الشكل (5) يمثل التغاير الأسبوعي لبكتريا القولون لماء المجرى قبل وبعد المعالجة بالمقارنة مع a – تغير التصريفb– نوع المعالجة c– مدة الدراسة







الشكل (6) يمثل التغاير النصف شهري للمتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين لماء المجرى قبل وبعد المعالجة بالمقارنة مع a- تغير التصريف b- نوع المعالجة c-مدة الدراسة الهائمات الطحلبيةhytoplanktonic Algae



الشكل (7) يمثل التغاير النصف شهري لعدد الهائمات الطحلبية لماء المجرى قبل وبعد المعالجة بالمقارنة مع a- تغير التصريف b- نوع المعالجة c- مدة الدراسة

أن عدد الهائمات الطحلبية في ماء المجرى بالترسيب تراوح ما بين (38 -140) خلية/مللتر بينما انخفض عدد الهائمات الطحلبية في ماء المجرى عند استخدام طين البنتونايت كمخثر حيث تراوح ما بين (20– 86) خلية /مللتر بسبب تكوين طين البنتونايت لبادات تلتصق عليها الطحالب الأمر الذي يؤدي إلى ترسيبها (المياح والحميم ، 1991) [11]وهذا ما توصل إليه(Dentel and Gossett , 1988) [15]كذلك ان استخدام طين البنتونايت كمخثر يؤدي إلى إزالة الجسيمات العالقة في المحلول ويوفر مساحة سطحية واسعة لامتزاز المواد العضوية (Mc chee ,1991)]17[، وقد تحققت نسبة إزالة لعدد الهائمات الطحلبية عند المعالجة بالترسيب تراوحت ما بين (8.0% - 14.7%) بينما بلغت نسبة الإزالة باستخدام طين البنتونايت كمخثر (44.4% - 53.33%) وهي أقل مما ذكره (Sengco et al , 2001)]18[, كما يلاحظ من الجدول ان أعداد الهائمات الطحلبية تزداد عند انخفاض تصريف المجرى وأنها تنخفض عند زيادة تصريف المجرى وقد كانت أعلى زيادة في نيسان وأيار بسبب توقف سقوط الأمطار وارتفاع درجة الحرارة والشكل (7) يمثل التغاير النصف شهري لعدد الطحالب لماء المجرى قبل وبعد المعالجة بالمقارنة مع (a- تغير التصريف b- نوع المعالجة c- مدة الدراسة) .

يوضح الجدول (2) ان أعداد الهائمات الطحلبية للمياه المعالجة عند استخدام البنتونايت أكثر انخفاضاً منها بعد الترسيب مما يدل على وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ($p< 0.001$) ولصالح المعالجة بالنبتونايت .

الرقم الهدروجيني pH:

إن تركيز قيم الرقم الهدرجيني للماء الخام تراوحت ما بين (7.41-7.75) وقد انخفضت إلى (7.39-7.74) عند المعالجة بالترسيب فقط وقد حقق استخدام طين البنتونايت كمخثر مع الترسيب انخفاضاً إذ تراوح ما بين (7.38-7.74) كما يلاحظ من النتائج بأن كفاءة الإزالة تراوحت مابين (0.129%-0.27%) و(0.13 -0.4%) عند المعالجة بالترسيب فقط أوطين البنتونايت كمخثر على التوالي كما نلاحظ ان القيم متقاربة كون المعالجة كان تأثيرها قليل على قيم الرقم الهدرجيني.

الشكل (8) يمثل التغاير الأسبوعي للمواد الصلبة الكلية العالقة لماء المجرى قبل وبعد المعالجة بالمقارنة مع (a- تغير التصريف b- نوع المعالجة c- مدة الدراسة).

يوضح الجدول (2) ان قيم الرقم الهدرجيني للمياه المعالجة عند استخدام البنتونايت كانت أكثر انخفاضاً منها بعد الترسيب مما يدل على وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ($p < 0.001$) ولصالح المعالجة بالبنتونايت .

ثانيا:- تحديد مدى صلاحية المياه المعالجة للري ونوع الزراعة الملائمة

تم الاعتماد على المحددات القياسية لمنظمة الصحة العالمية الخاصة بالملوحة والدلائل البايولوجية لتحديد مدى جدوى معالجة مياه مجرى الخرازي لأغراض الري بإحدى المعالجات المقترحة التالية :

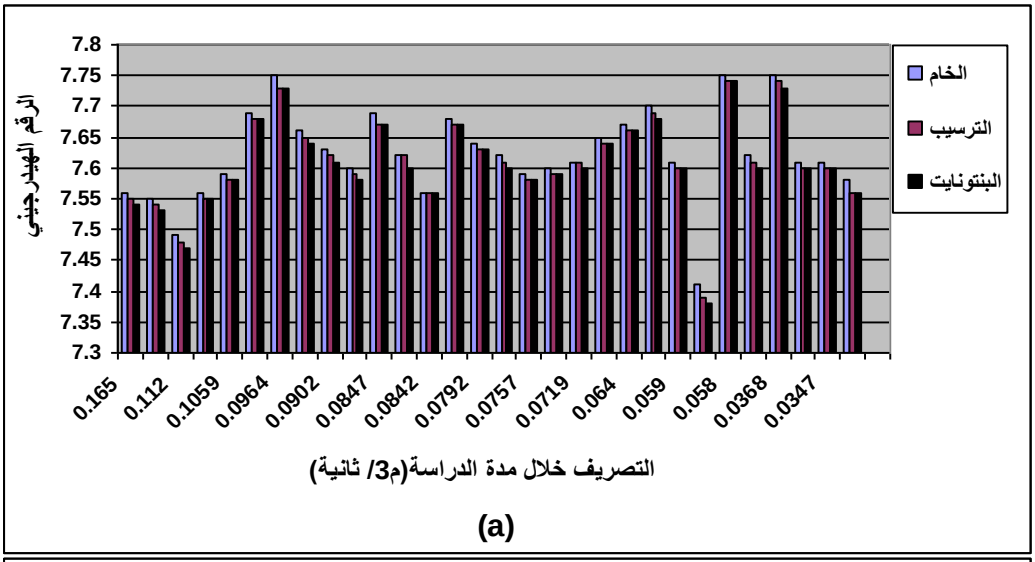
المعالجة بالترسيب فقط

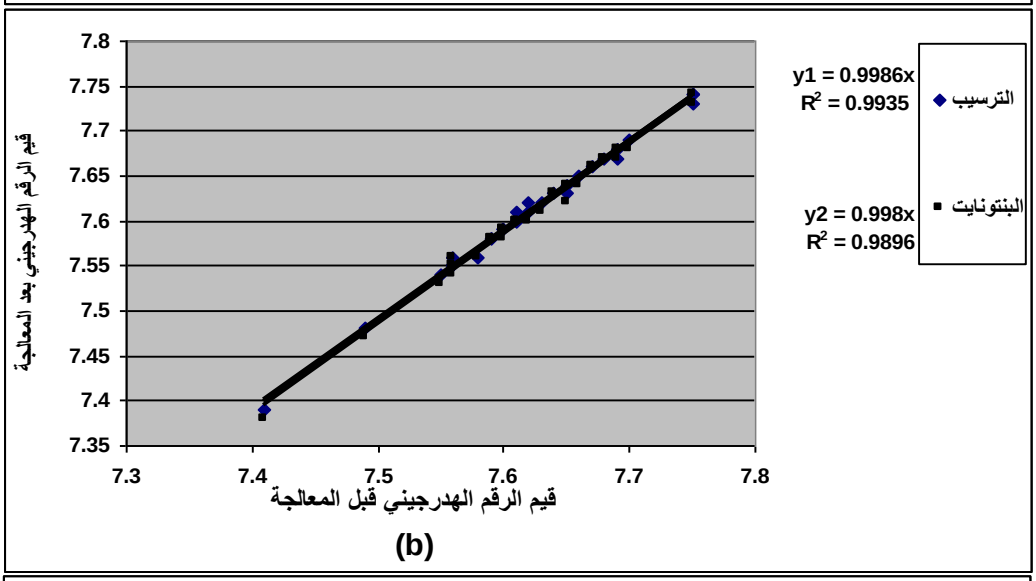
1. الخصائص الفيزياوية والكيمياوية

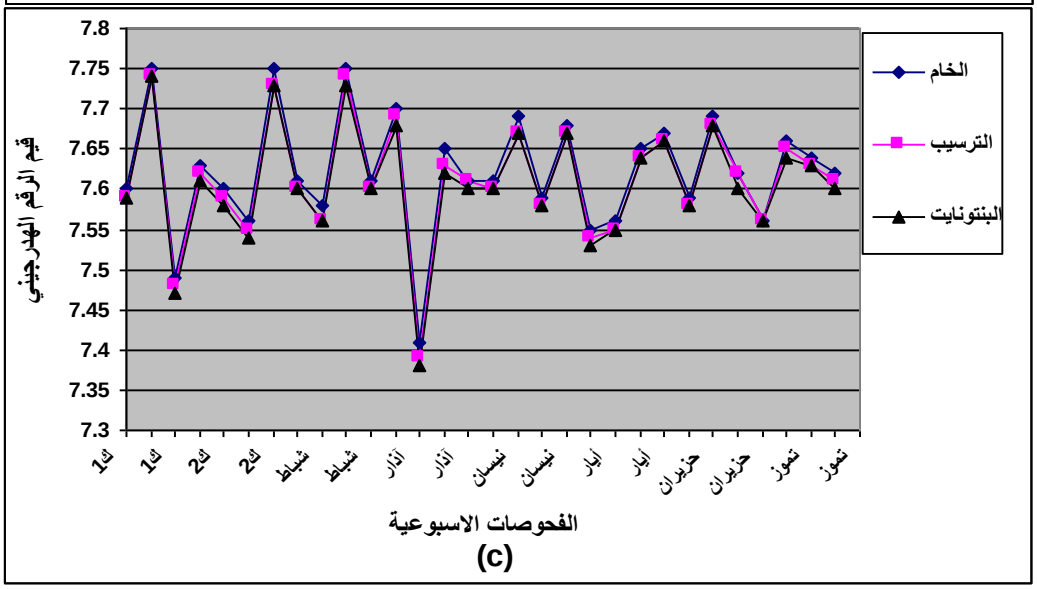
حسب التحاليل النوعية لمياه مجرى الخرازي بعد المعالجة بالترسيب فقط ، فقد تراوحت قيم التوصيل الكهربائي (EC) ما بين (628 - 936) مايكروموز/سم وتعتبر مشكلة السقي بهذا الماء خفيفة إلى متوسطة من ناحية الملوحة حسب محددات منظمة الصحة العالمية[9]بينما كانت تراكيز المواد الصلبة الكلية العالقة قد تراوحت ما بين (17 - 65) ملغم/لتر ولا يسبب مشكلة للري السطحي بينما يولد السقي بهذا الماء مشكلة قليلة إلى متوسطة في حالة استخدام نظام الري بالتنقيط اما من ناحية الرقم الهيدرجيني فقد تراوحت مابين (7.39-7.74) ولا يولد مشكلة بالسقي بهذا الماء حسب محددات منظمة الصحة العالمية[9] وهو المستخدم حالياً في معظم مواقع التشجير للجامعة وبسبب ارتفاع تراكيز المواد الصلبة الكلية العالقة عليه لا نوصي باستخدامه.

2. الدلائل البايولوجية

تراوحت بكتريا القولون لماء المجرى المعالج بالترسيب فقط ما بين (20 - 230) خلية /100مللتر والمتطلب الحيوي للأوكسجين تراوح ما بين (32 - 70) ملغم/لتر ويعتبر الماء صالح لري أشجار الزينة وأشجار الفاكهة والمحاصيل العلفية حسب محددات منظمة الصحة العالمية]10[.







الشكل (8) يمثل التغاير الاسبوعي للرقم الهدروجيني لماء المجرى قبل وبعد المعالجة بالمقارنة مع a- تغير التصريف b- نوع المعالجة c- مدة الدراسة

المعالجة باستخدام طين البنتونايت كمخثر مع الترسيب

1. الخصائص الفيزياوية والكيمياوية

أثبتت الدراسة وحسب التحاليل النوعية لمياه مجرى الخرازي بعد المعالجة باستخدام طين البنتونايت كمخثر ثم الترسيب ان قيم التوصيل الكهربائي (EC) تراوحت مابين (626 - 935) مايكروموز/سم وتعتبر مشكلة السقي بهذا الماء خفيفة إلى متوسطة من ناحية الملوحة ، أما تركيز المواد الصلبة الكلية العالقة فقد تراوحت ما بين (15 - 49) ملغم/لتر وينصح باستخدامه في كافة أنظمة الري بضمنها التنقيط أما من ناحية الرقم الهدرجيني فقد تراوحت مابين (7.38-7.74) ولايولد مشكلة بالسقي بهذا الماء وحسب محددات منظمة الصحة العالمية[9] .

2. الدلائل البايولجية

تراوحت بكتريا القولون لماء المجرى المعالج بطين البنتونايت كمخثر ثم الترسيب ما بين (9 - 130) خلية/100مللتر والمتطلب الحيوي للأوكسجين تراوح ما بين (17-47) ملغم/لترو يمكن اعتبار الماء صالح لري أشجار الزينة وأشجار الفاكهة والمحاصيل العلفية وحسب محددات منظمة الصحة العالمية[10].

جدول(2)مقارنة إحصائية لخصائص ماء مجرى الخرازي المعالجة عند استخدام البنتونايت كمخثر وبالترسيب فقط

ت	الخاصية	المعدل + الانحراف المعياري		المعنوية
		ترسيب فقط	بنتونايت (الجرعة المثلى)	
1	التوصيل الكهربائي	85.2 + 770.1	85 + 768	P< 0.001 (معنوي)
2	المواد الصلبة العالقة الكلية	12.44 + 37.37	10.04 + 31.03	P< 0.001 (معنوي)
3	بكتريا القولون	60.60 + 99.10	30.20 + 44.70	P< 0.001 (معنوي)
4	المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين	12.20 + 48.93	9.24 + 31.00	P< 0.001 (معنوي)
5	الهائمات الطحلبية	28.75 + 67.87	17.60 + 39.60	P< 0.001 (معنوي)
6	الرقم الهدرجيني	0.0738+7.6120	0.0751+7.6073	P< 0.001 (معنوي)

الاستنتاجات والتوصيات

أهم الاستنتاجات التي يمكن استخلاصها من البحث :

1. لا تصلح مياه مجرى الخرازي الخام للاستخدامات المباشرة لأغراض الري بسبب ارتفاع المواد الصلبة الكلية العالقة وبكتريا القولون والاحمال العضوية .
2. حققت المعالجة بالترسيب أو بالترسيب مع طين البنتونايت كمخثر تحسناً واضحاً في خفض تراكيز المواد الصلبة الكلية العالقة وبكتريا القولون والمتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين والهائمات الطحلبية وبنسب متباينة تعتمد بصورة رئيسة على القيم الأولية لتركيز الملوثات ومستوى العكورة الابتدائية للماء الخام والتغاير في التصريف خلال فترة الدراسة .
3. حققت المعالجة بالترسيب فقط مرة وبالجرعة المثلى لطين البنتونايت مع الترسيب مرة أخرى أعلى نسب إزالة وكانت: امتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين (14.54%,51.43%) والتوصيل الكهربائي (0.95%,1.43%) والمواد الصلبة الكلية العالقة (68.52%,72.22%) ، وبكتريا القولون (47.2% , 70.45%) والهائمات الطحلبية (14.7% 53.33%) , والرقم الهدرجيني (0.13 ,0.4%) على التوالي ,
4. ان التحسن في إزالة بكتريا القولون والمتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين والهائمات الطحلبية والمواد الصلبة الكلية العالقة كان مترافقاً مع التحسن في إزالة العكورة عند استخدام المخثرات
5. سجلت تراكيز كل من الخصائص (التوصيل الكهربائي والمتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين) وأعداد بكتريا القولون والهائمات الطحلبية تناسباً عكسياً مع التصاريف المقاسة في المجرى بينما كانت تراكيز المواد الصلبة الكلية العالقة تتناسب طردياً مع تصاريف المجرى .

6. أظهرت المقارنة الإحصائية لخصائص المياه المعالجة باستخدام طين البنتونايت كمخثر والترسيب فقط وجود فرق معنوي ولصالح المعالجة بالبنتونايت ولكافة الخصائص المقاسه.
7. ان مياه مجرى الخرازي المستخدمة للري والمعالجة بالترسيب فقط تسبب مشكلة ملوحة بين خفيفة إلى متوسطه مع وجود مشكلة متوسطة عند استخدام الري بالتنقيط حسب منظمة الصحة العالمية (WHO) وتعتبر عالية الملوحة حسب محددات مختبر الملوحة الأمريكي (USSL) ، عليه لانوصي باستخدامه لإغراض الري خاصة بالتنقيط .وكان مستوى تراكيز بكتريا القولون والمتطلب الحيوي للأوكسجين والمواد الصلبة الكلية العالقة مناسبة لسقي أشجار الفاكهة والزينة والمحاصيل العلفية حسب منظمة الصحة العالمية
8. ان استخدام طين البنتونايت كمخثر مع الترسيب حقق تحسناً في أغلب الخصائص المقاسه عما كانت عليه باستخدام الترسيب فقط وبنسب متفاوتة بحيث أصبح الماء المستصلح مناسباً لسقي أشجار الفاكهة والزينة والمحاصيل العلفية مع عدم وجود مشكلة في حالة استعمال الري بالتنقيط وحسب محددات منظمة الصحة العالمية .

المصادر العربية:

1. بلال ,عادل علي التمر ,مصعب عبد الجبار وسعيد,محمد أحمد(2007) " تقييم مطروحات مصب فضلات وادي عكاب وتأثيرها على نهر دجلة في مدينة الموصل " . مجلة هندسة الرافدين ، المجلد الخامس عشر ، العدد الأول ، ص 46-58 .
2. . حسن ، محمد سليمان والتمر ، مصعب عبد الجبار (2006) . " استخدام طين البنتونايت كمخثر أو كمساعدة للتخثير مع كبريتات الحديدوز في إزالة العكورة المصطنعة من الماء " . مجلة هندسة الرافدين ، المجلد الرابع عشر ، العدد الرابع .
3. الصفاوي ، عبد العزيز يونس طليع (2008) . " ملائمة نوعية مياه نهر دجلة في مدينة الموصل والفضلات السائلة المصروفة ألية لأغراض الري " . مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، المجلد الثالث عشر ، العد الثاني ، ص 78-84 .
4. طليع ، عبد العزيز يونس والبرهاوي ، نجوى إبراهيم (2000) . " تلوث مياه نهر دجلة بالفضلات السكنية شمال مدينة الموصل " . مجلة التربية والعلم ، العدد الواحد والأربعون ، ص 4 – 13 .
5. طليع ، عبد العزيز يونس والقزاز ، خالد لقمان وخليل ، محمد علي وسليم ، محمد مسلم (1994). " دراسة تلوث مياه نهر الخوصر وتأثيره على نوعية مياه نهر دجلة" . مجلة هندسة الرافدين ، المجلد الثاني ، العدد الثالث ، ص 45-56 .
6. علي ، علي عبد الله حسن (1994) . " تأثير الأملاح على إزالة المواد الغروية باستخدام هيدروكسيد المعدن " . رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة الموصل .
7. عباوي ، سعاد عبد وحسن ، محمود سليمان (1990) . " الهندسة العملية للبيئة- فحوصات الماء " . دار الحكمة للطباعة والنشر ، جامعة الموصل .
8. مصطفى ، معاذ حامد (2002) . " وادي المر مبزل طبيعي لمشروع ري الجزيرة الشمالي في العراق " . مجلة أبحاث البيئة والتنمية المستدامة ، المجلد الأول ، العدد الخامس ، ص 37-54 .
9. منظمة الصحة العالمية ، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط ، المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة (2003) . " إعادة استعمال مياه الفضلات في الزراعة " . عمان ، الأردن .
10. منظمة الصحة العالمية ، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط ، المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة (2004) . " مراجعة شاملة للآثار الصحة الناجمة عن إعادة استخدام المياه الرمادية " . عمان ، الأردن .
11. المياح ، عبد الرضا أكبر علوان والحميم ، فريال إبراهيم (1991) . " النباتات المائية والطحالب " . الجزء الأول والثاني ، مطبعة دار الحكمة ، البصرة .

المصادر الإنكليزية :

12. Anderson, D.M. (1997). " Turning back the harmful red tide ", Journal of Nature, Vol. 388, PP.513-514 .
13. APHA, AWWA, WPCF (1985). "Standard methods for the examination of water and waste water". 16th ed, Am. Public Healthy Assoc, Washington, D.C, USA .
14. BENSON, H.J (2002). " Microbiological Applications, Laboratory Manual in Genel Microbiology ". Published by McGraw-Hill, New York , Eighth Edition .
15. Dentel, S.K, and Gossett, J.M (1988). "Mechanisms of Coagulation with aluminum Salts" .Jour of AWWA, Vol. 80, No.9, P. 187 .
16. Lund, E. and Nissen, B. (1986) . " Low Technology water Purification By Bentonite clay flocculation as performed in Sadanese villages verological Examination ". water Reasearch, Vol. 20, No. 1, P.37 .

17 . McCheet, T.J.and E.Steel (1991). " water Supply and Sewaga " . 6th ed, Mc Graw-Hill, Inc .

18 . Sengco, M.R., Li, A., Tugend, K., Kulis, D. and Anderson, D.M. (2001) . " Removal of red-and brown- tide Cells using clay flocculation", I.laboratory experiments with Gymnodinium breve and Aureococus anophage fferens. Mar. Ecol. Prog-Ser . Vol. 210, PP. 41-53.

تم اجراء البحث في كلية ألهندسة = جامعة ألموصل