معالجة مياه مطروحات مستشفى الخنساء باستخدام بعض الأطيان

سعاد عبد عباوي
استاذ مساعد

حلا نبيل ايليا
مدرس مساعد

قسم الهندسة المدنية/كلية الهندسة/جامعة الموصل

الخلاصة

تم في هذا البحث إجراء معالجة مياه مطروحات مستشفى الخنساء في الموصل وذلك باستخدام جرع مختلفة من الأطيان التالية(البنتونايت، النينافايت، والكاؤلين) واعتماد فحص الجرة كنموذج مختبري. تم التعرف على كفاءة الإزالة بمتابعة التغير الحاصل في الخصائص الأتية:-

(المتطلب الكيمياوي للأوكسجين (COD)، المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين(BOD_5)، الدهون والشحوم، الكلوريدات، الكبريتات، الكدرة، العسرة الكلية، الكالسيوم، المغنيسيوم، الفوسفات، النترات، التوصيل الكهربائي (Ec)، الرقم الهيدروجيني (pH)). حققت الأطيان كفاءة إزالة عالية للخصائص المشار لها في البحث عند الجرع المثلى وأظهر طين البنتونايت كفاءة تفوق النوعين الأخرين يليه طين النينافايت ومن ثم طين الكاؤلين في الكفاءة، إذ بلغت الجرع المثلى للأطيان(البنتونايت، النينافايت، الكاؤلين) القيم (60,50,40) ملغرام/لتر على التوالي. حيث حققت الجرع المثلى للاطيان ازالة للحمل العضوي المقاس على شكل COD كالاتي (62%،58%،51%) على التوالي للاطيان (البنتونايت ، النينافايت ، الكاؤلين)،و حققت الجرع المثلى ازالة للمتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين (BOD_5) كالأتي (55%,50%,45%) على التوالي،وازيلت الدهون و الشحوم عند الجرع المثلى بكفاءة (56%,51%,44%) و الفوسفات ازيلت بالقيم التالية (48%,42%,39%) اما بالنسبة للكبريتات فقد كانت كفاءات الازالة كالاتي (46%,41.6%,38%) و للكلوريدات (22%,20%,17.2%) .

الكلمات الدالة : طين البنتونايت ، طين الكاؤلين ، طين النينافايت ، التخثير ، معالجة مياه فضلات المستشفيات .

Wastewater Treatment of Khanssa Hospital by Using Some Types of Muds

Soad Abid Abawee
Assist.prof

Halla Nabeel Elea
Assist.lecturer

Dept of Civil Eng./college of Engineering/University of Mosul

Abstract

This study aimed to treat the wastewater of Khansaa Hospital in Mosul city by using mud of (Bentonite , Ninavite & Kaoline) the experiments were conducted by using the Jar-Test as laboratory scale .The efficiency had been calculated by the following characteristics :-(Chemical Oxygen Demand (COD) , Biochemical Oxygen Demand (BOD_5) , Oil and grease , Chloride , Sulphate ,Turbidity ,Total Hardness , Calcium , magnesium , Phosphate , Nitrate, Electrical conductivity (Ec) & (pH)) . Bentonite showed the best removal efficiency , followed by Ninavite and Kaoline respectively . The removal efficiency was shown at the optimum doses for Bentonite then Ninavite and Kaoline at doses (40 , 50 & 60) mg/l respectively .Removal of COD give (62%,58%,51%) and (55%,50%,45%) for BOD_5 at optimum doses , while oil and grease removal efficiency was (56%,51%&44%).Phosphate removal was (48%,42% & 39%) and efficiency of sulphate removal (46%,41.6% & 38) , while chloride removal efficiency (22%,20% & 17.2%).

Key Words: Bentonite Clay, Ninavite Clay, Kaoline Clay, Coagulation,Hospital Wastewater Treatment.

أستلم في 2008/5/20 **قبل في 2009/12/23**

المقدمة:

تعد المياه الصادرة من المستشفيات واحدة من أهم مصادر التلوث وذلك لما تحتويه هذه المطروحات من ملوثات عضوية و لا عضوية فضلا عن احتوائها على مسببات مرضية و معادن ثقيلة .

تنتشر المستشفيات في مدينة الموصل وتفتقر غالبيتها إلى محطات كفوءة لمعالجة مياه المطروحات فيها، حيث يكون مصير هذه المياه إلى مجرى النهرالذي تعتمد عليه المدينة كمصدر للمياه المستخدمة للأغراض البشرية والأنشطة الأخرى.

لذلك كان اللجوء في هذا البحث إلى إستخدام طريقة سهلة واقتصادية نسبياً لمعالجة مياه مطروحات مستشفى الخنساء وهي إستخدام ثلاثة أنواع مختلفة من الأطيان كمخثرات في عملية المعالجة بطريقة التخثير والتلبيد وهذه الأطيان هي (طين البنتونايت، طين النينافايت، وطين الكاؤلين).

أهداف البحث:

(1) دراسة تأثير استخدام الأطيان(البنتونايت، النينافايت، والكاؤلين) على كفاءة إزالة الملوثات المختلفة من مياه مطروحات مستشفى الخنساء في مدينة الموصل ، من خلال متابعة التغير في الخصائص التالية :- (المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD)، المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين(BOD_5)، الدهون والشحوم، العسرة الكلية، العكورة ، الكبريتات، الكلوريدات، النترات، الفوسفات، التوصيل الكهربائي (Ec)، الرقم الهيدروجيني (pH)، الكالسيوم، المغنيسيوم).

(2) التعرف على الجرع المثلى للأطيان المستخدمة في المعالجة.

الدراسات السابقة:-

بين (Lund and Nessen) [13] أن إضافة طين البنتونايت إلى المياه الخام يزيل معظم الشوائب ضمن مدى درجة حرارة (20-37) درجة مئوية وأن قيمة ال(pH) (<8) هي القيمة المثلى للإزالة.

أما (Gersberg et al.) [8] فقد قاموا بمعالجة مياه الفضلات المدنية بإضافة طين البنتونايت بوصفه مادة ممتزة حيث وجدوا أن قيمة (COD) للمياه المعالجة هي أقل من (20) ملغرام/لتر.

وكذلك أشار (Masschelein) [14] بأن هنالك فرصة لازالة المواد العضوية من السوائل في محطات معالجة مياه الشرب بأستخدام الطين .

وقد أشار (Hobson and Pohl) [10] أن الجزيئات العضوية الموجودة في السوائل يمكن أن تمتز بواسطة المعادن الطينية وبهذا ممكن أن نستخدم الأطيان كمواد معالجة للمطروحات السائلة.

أستخدم الباحثان (Dilek and Bese) [7] الطين كعامل مساعد مع الشب في إزالة اللون من مياه فضلات تصنيع الورق ولوحظ زيادة كفاءة إزالة اللون عندما أستخدم الطين كعامل مساعد مع الشب عما هي عليه في حالة إستخدام الشب لوحده.

وقد قام (Mustafa) [18] بعمل مزيج من طين الكاؤلين والنينافايت بنسب متساوية واستخدام هذا المزيج في عملية إزالة العناصر الثقيلة . وبينت الدراسة أن المزيج أظهر كفاءة تزيد عن 80% في إزالة الكادميوم وأكثر من 95% لكل من الرصاص والزئبق في درجة حرارة الغرفة وحدود pH مختلفة عند المعالجة وكما أشارت الدراسة على توفر هذه الأطيان محلياً مما يؤدي إلى توفير مردود اقتصادي مهم.

قام الراوي [2] بدراسة تضمنت تقييم كفاءة أداء محطتي معالجة مستشفى الخنساء ومستشفى السلام وأظهرت الدراسة أن كلتا المحطتين تتجاوز الملوثات المطروحة منها الحدود المسموح بها محلياً.

أشار الدليمي [1] من خلال الدراسة التي أجراها حول تقييم كفاءة المعالجة البايولوجية لمحطة معالجة مياه الفضلات لثلاثة مستشفيات تضمنت مجمع المستشفيات و مستشفى الخنساء ومستشفى السلام بأن خصائص مطروحات هذه المستشفيات تشابه غالبية خصائص مياه الفضلات البلدية.

أستخدم الصائغ [4] نماذج من اطيان طبيعية غنية بالحديد جمعت من مدينة الموصل لأزالة مركبات الكبريت العضوية من الكيروسين وقد تم نزع أكثر من (60%) من هذه المركبات.وأكدت الدراسة على أمكانية إعادة تنشيط الأطيان بعد إستخدامها في المعالجة وذلك بحرق الطين في درجات حرارة عالية.

المباديء النظرية :

تضمن العمل في هذا البحث معالجة مطروحات مستشفى الخنساء في مدينة الموصل التي تقع في الجهة الشرقية لنهر دجلة وتحوي المستشفى على محطة للمعالجة تعمل باسلوب الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة .

أستخدمت طريقة التخثير والتلبيد في عملية معالجة مطروحات هذه المستشفى بأستخدام الأطيان كمخثرات في عملية المعالجة والأطيان المستخدمة هي (طين البنتونايت، طين النينافايت، وطين الكاؤلين).وفيما يأتي نبذة مختصرة عن كل نوع من هذه الاطيان :-

طين البنتونايت:-

البنتونايت عبارة عن تربة معدنية مرنة وجدت عام (1890) في القشرة الأرضية في منطقة بنتون.ويعتبر طين البنتونايت من الأطيان ذات الأصل البركاني من ضمن مجموعة المونتموريلينات، يتصف بحبيباته الناعمة ولونه الرمادي المائل إلى الصفرة يتكون بصورة أساسية من السيليكا بنسبة (60-70) %، ألالمنيوم (15-20)% ونسبة قليلة من الحديد[5].

تتألف كل جسيمة من هذا الطين من صفيحة من الألمنيوم ثمانية الوجوه محصورة بين صفيحتين من السيليكا رباعية الوجوه. إن طبيعة الترابط بين جزيئات البنتونايت تكون ضعيفة جداً مما يتيح الفرصة أمام الماء للدخول بسهولة بين هذه الجزيئات مما يؤدي إلى تباعدها عن بعضها ومن هنا تأتي قابلية البنتونايت العالية للإنتفاخ التي تصل إلى (8) أضعاف حجمه الأصلي.

طين النينافايت:-

أشتق أسم النينافايت من أسم المملكة الأشورية (Nineveh) وهذا الطين الغني بالسيليكا أكتشف في شمال العراق عام (1987) [11]. يتركز موقع هذا الطين في منطقة شمال قرية الحميرة في الساحل الأيسر من نهر دجلة في مدينة الموصل. أهم مكونات النينافايت هي الكوارتز و الجبس و يحتوي النينافايت بشكل رئيسي على أوكسيد السيليكون SiO2 وأوكسيد الكالسيوم CaO وكذلك أوكسيد الكبريت، ان زيادة محتوى النينافايت من السيليكا، وقلة كثافته مع زيادة مساميته تجعله صالح لظاهرة الأمتزاز في المجال الصناعي.يكون لون طين النينافايت أبيض وهو جاف ويتحول إلى رمادي عند غمره بالماء ويعطي رائحة كبريتيد الهيدروجين عند ترطيبه.

طين الكاؤلين:-

أشتق أسم هذا الطين من تل في الصين اكتشف فيه الطين يدعى كاؤلين. ويعتبر الكاؤلين ($Al_2O_3.2SiO_2$) أساس المعادن الطينية فمثلاً المونتموريلونايت والايلايت تحتوي على الكاؤلين بصيغ مختلفة. يتكون تركيب الكاؤلين الداخلي من طبقة أساسية فيه هي صفيحة من السيليكا ترتبط مع صفيحة من أوكسيد الألمنيوم المائي ويدعى هذا التركيب (التطبيق المزدوج) وقد تحتوي الأشكال الضعيفة من الطين على طبقة من الماء بين صفيحتي السيليكا والالومينا، ويتكون الطين من تراكم الطبقات المزدوجة والتي قد تنزلق على بعضها وهذه الخاصية سبب اللدانة التي يمتاز بها الطين [4].

المواد و طرق العمل :

النموذج المختبري :

أستخدم جهاز فحص الجرة كنموذج مختبري لتمثيل عملية المعالجة بطريقة التخثير والتلبيد، إذا أستخدمت الأطيان (البنتونايت، النينافايت،و الكاؤلين) كمخثرات في عملية المعالجة، و قد تم أخذ جرع متعددة لكل نوعية من الطين وصولاً للجرعة المثلى.

إذ بعد وضع مياه فضلات مستشفى الخنساء في بيكرات جهاز فحص الجرة، تمت عملية المزج السريع بسرعة (180) دورةادقيقة ولمدة (5) دقائق مع إضافة المخثر خلال هذه المرحلة،و ثم اجريت عملية المزج البطيء وبسرعة (60) دورةادقيقة ولمدة (30) دقيقة. ومن ثم اوقف المزج ورفعت المازجات، وترك المحلول لكي يترسب لمدة (30) دقيقة بحيث ان قيمة الانحدار السرعي مضروب في الزمن (G.T) تقع ضمن الحدود ، و قد تم اختبار هذه القيم بالاعتماد على المصدر [16] , وبعدها يؤخذ المحلول الرائق (Supernatant) وتجري عليه الدراسة لمعرفة الجرعة التي تمت فيها أفضل إزالة، أي معرفة الجرعة المثلى (Optimum dose) في الحصول على احسن كفاءة ازالة للملوثات الاتية :-

(المتطلب الكيمياوي للأوكسجين (COD) ، المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين(BOD_5)، الدهون والشحوم/الكبريتات/الكلوريدات/العسرة الكلية/الكالسيوم/ المغنيسيوم/الرقم الهيدروجيني (pH)/ التوصيل الكهربائي (EC)/ الكدرة/ الفوسفات/ النترات).

الفحوصات المختبرية:-

1_ قياس المتطلب الكيمياوي للأوكسجين(COD) بطريقة التسحيح بالأرجاع المغلق (Closed Reflux, Titrimetric Method) [19].

2_ قياس المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين (BOD_5)حسب الفقرة(507) ويدخل ضمنه قياس الاوكسجين المذاب (DO) بطريقة وينكلر او ايودومترك (Winkler or Iodometric Method) ، وبتطبيق تحوير الازايد (Azid Modification) [19].

3- قياس الفوسفات بطريقة كلوريد القصديروز(Stannous Chloride Method) [19].

4_ قياس النترات بطريقة(Ultraviolet Spectrophotometer Screening Method) [19].

5_ الدهون والشحوم بالطريقة الوزنية [6].

6_ قياس الكبريتات بطريقة حرق الراسب الوزنية [6].

7_ قياس العسرة الكلية بطريقة التسحيح باستخدام EDTA [6].

8_ قياس الكالسيوم والمغنيسسيوم بطريقة التسحيح مع EDTA [6].

9_ قياس الكلوريدات بطريقة التسحيح باستخدام نترات الفضة [6].

10_ قياس كل من الرقم الهيدروجيني (pH) بوساطة جهاز (pH-meter) و قياس التوصيلية الكهربائية (EC) و الكدرة بأجهزة القياس الخاصة بكل منها .

النتائج والمناقشة:

خصائص مطروحات مستشفى الخنساء:-

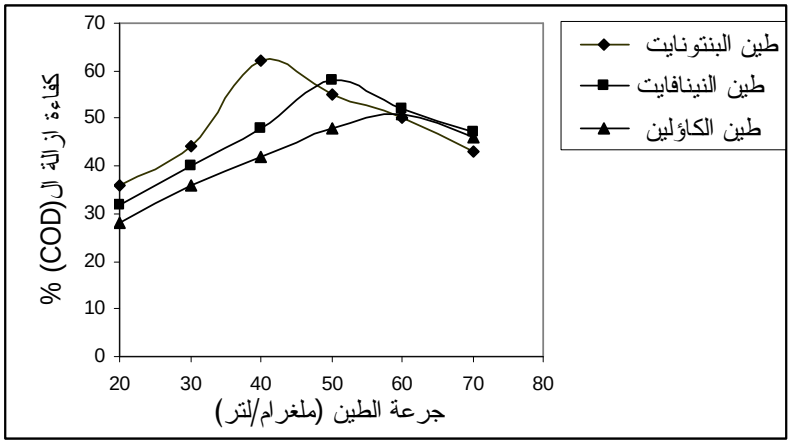
تم جمع عينات من المطروحات السائلة للمستشفى من حوض التجميع مباشرة اثناء عملية الضخ منه الى حوض التهوية ، اذ تم اخذ العينات ابتداء من شهر ايلول 2007 لغاية نهاية شهر كانون الاول 2007 بمعدل نموذج واحد اسبوعيا ،و باعتماد طريقة النماذج المركبة (Composite Samples) للفترة الصباحية الممتدة من الساعة الثامنة صباحا حتى الساعة الثانية ظهرا اذ تم اخذ نموذج لكل ساعة و عمل النموذج المركب . و حددت خصائص هذه المطروحات كما في الجدول رقم (1):-

جدول رقم (1) يبين الخصائص المهمة لمطروحات مستشفى الخنساء في مدينة الموصل

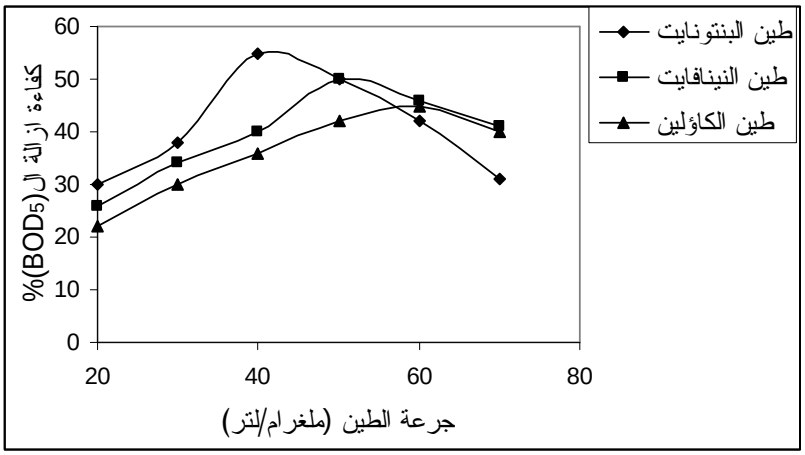
التسلسل	الخاصية	المدى
1	المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD)	760-320 ملغرام/لتر
2	المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين (BOD_5)	500-200 ملغرام/لتر
3	الرقم الهيدروجيني (pH)	8.2-7.0
4	التوصيل الكهربائي (Ec)	875-530 مايكروموز/سم
5	النترات (NO_3^{-1})	0.83-0.3 ملغرام/لتر
6	الفوسفات (PO_4^{-2})	9.7-2.0 ملغرام/لتر
7	الدهون و الشحوم	64-31 ملغرام/لتر
8	العسرة الكلية	280-240 ملغرام/لتر
9	الكالسيوم (Ca^{+2})	160-55 ملغرام/لتر
10	المغنيسيوم (Mg^{+2})	32.6-11.4 ملغرام/لتر
11	الكلوريدات (Cl^{-1})	58-35 ملغرام/لتر
12	الكبريتات (SO_4^{-2})	280-150 ملغرام/لتر
13	الكدرة	NTU 72-48

خصائص المطروحات بعد المعالجة باستخدام الاطيان :-

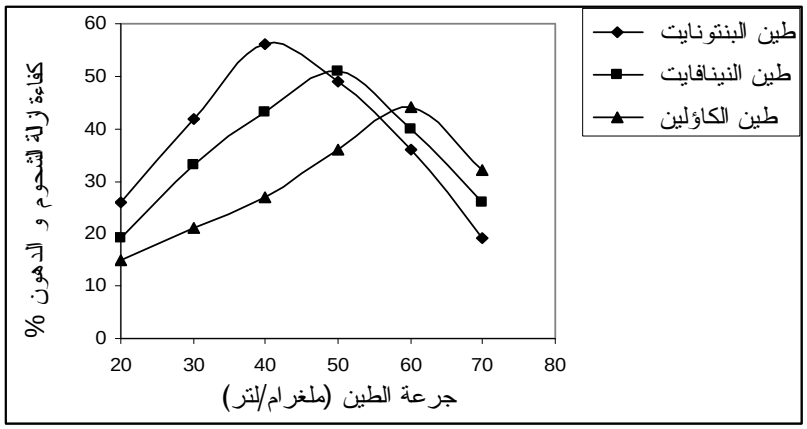
يلاحظ في الشكل رقم (1) تأثير إستخدام الأطيان الثلاثة على كفاءة إزالة ال (COD) للماء الخام.
ويبين الشكل رقم (2) تأثير استخدام الاطيان على كفاءة ازالة المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين (BOD_5) .
ويبين الشكل رقم(3) تأثير إستخدام الأطيان على كفاءة إزالة الشحوم والدهون .



شكل رقم (1) يوضح تأثير استخدام الاطيان على كفاءة ازالة المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD) من مياه فضلات مستشفى الخنساء

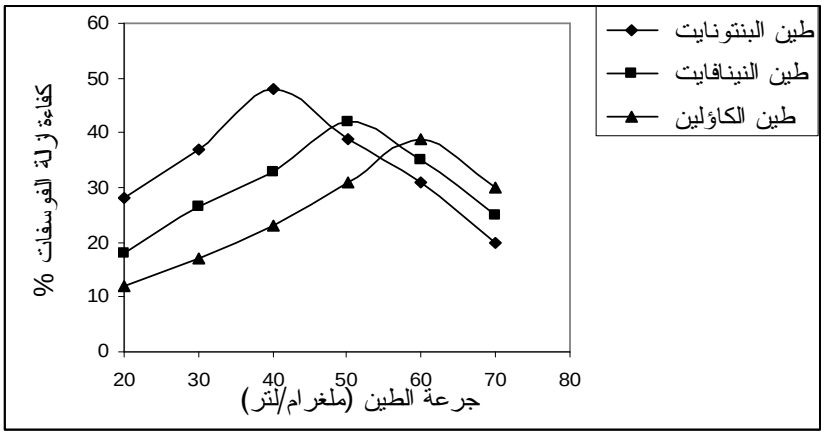


شكل رقم (2) يوضح تأثير استخدام الاطيان على كفاءة ازالة المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين (BOD_5) من مياه فضلات مستشفى الخنساء

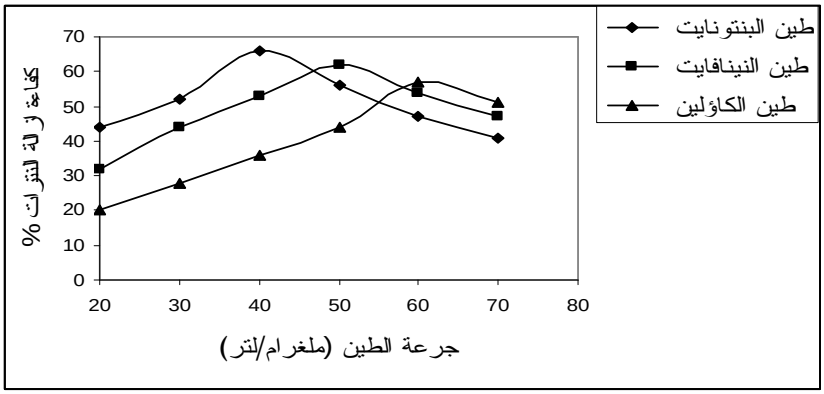


شكل رقم (3) يوضح تأثير استخدام الاطيان على كفاءة ازالة الشحوم و الدهون من مياه فضلات مستشفى الخنساء

يوضح الشكل رقم(4) كفاءة ازالة الفوسفات نتيجة إستخدام الأطيان الثلاثة في المعالجة . أما الشكل رقم (5)ين كفاءة الأطيان في إزالة النترات .

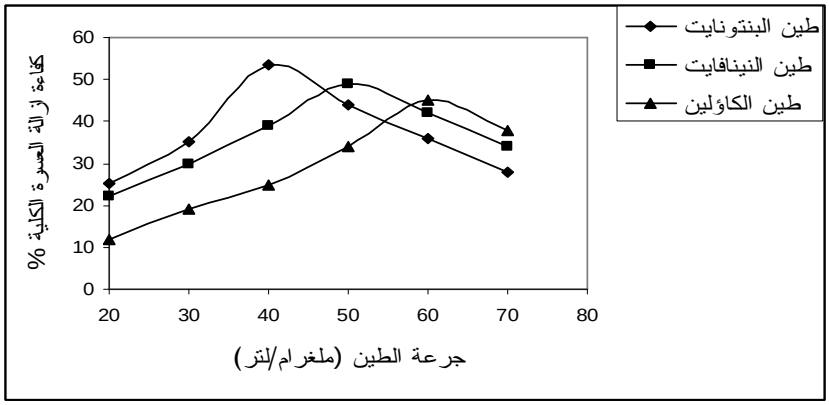


شكل رقم (4) يوضح تأثير استخدام الاطيان على كفاءة إزالة الفوسفات من مياه فضلات مستشفى الخنساء

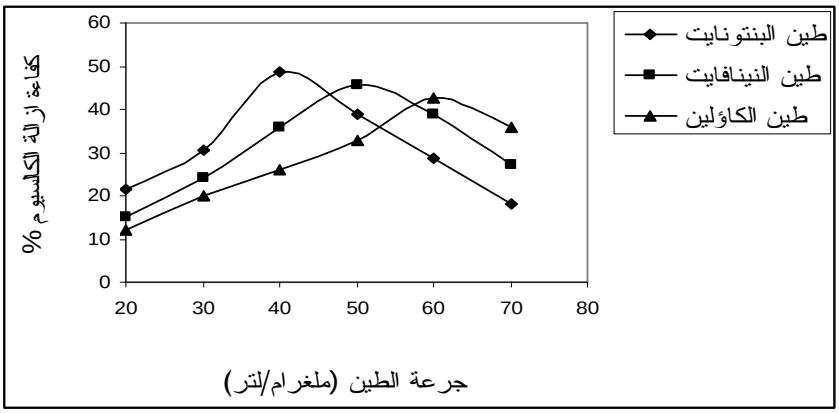


شكل رقم (5) يوضح تأثير استخدام الاطيان على كفاءة إزالة النترات من مياه فضلات مستشفى الخنساء

أما بالنسبة للعسرة الكلية فان الشكل رقم (6) يبين كفاءة ازالتها نتيجة استخدام الاطيان . يوضح الشكل رقم (7)الكفاءة في ازالة الكالسيوم .

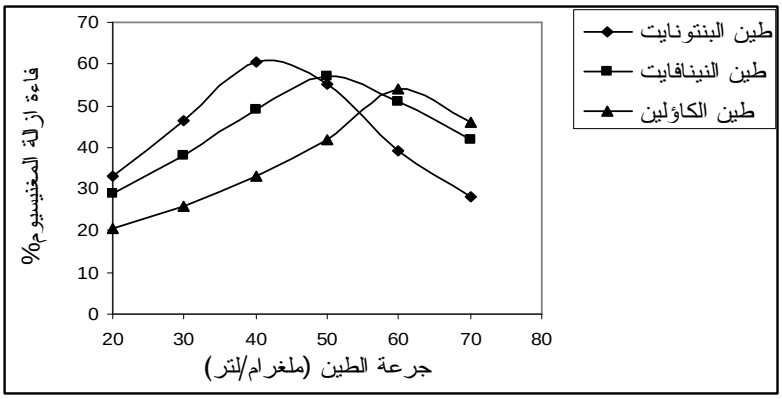


شكل رقم (6) يوضح تأثير استخدام الاطيان على كفاءة ازالة العسرة الكلية من مياه فضلات مستشفى الخنساء

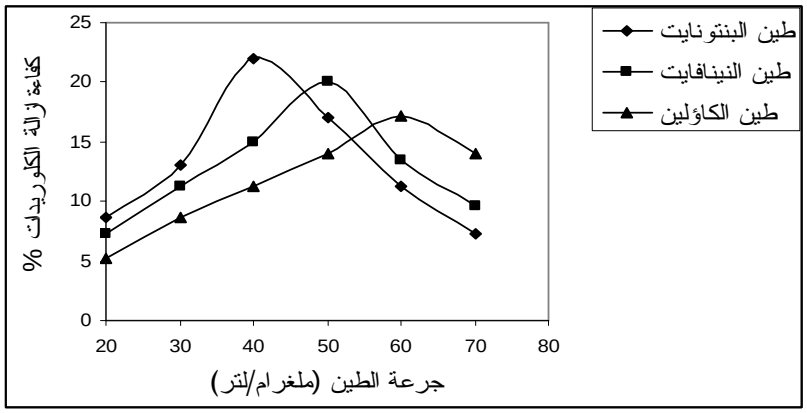


شكل رقم (7) يوضح تأثير استخدام الاطيان على كفاءة ازالة الكالسيوم من مياه فضلات مستشفى الخنساء

ويبين الشكل رقم (8) الكفاءة في ازالة المغنيسيوم . أما الشكل رقم (9)يبين كفاءة ازالة الكلوريدات .



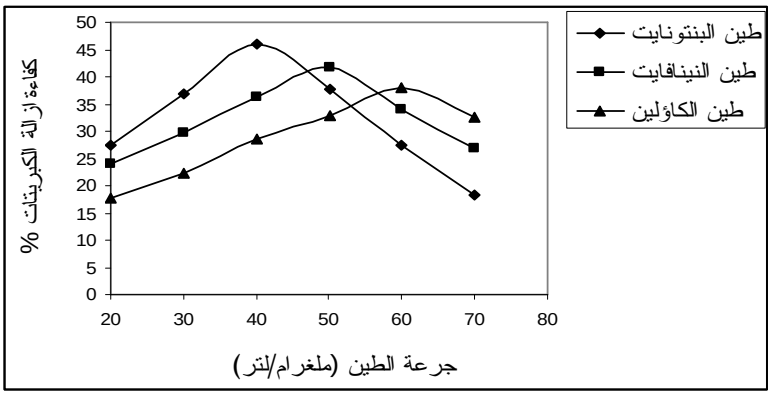
شكل رقم (8) يوضح تأثير استخدام الاطيان على كفاءة ازالة المغنيسيوم من مياه فضلات مستشفى الخنساء



شكل رقم (9) يوضح تأثير استخدام الاطيان على كفاءة ازالة الكلوريدات من مياه فضلات مستشفى الخنساء

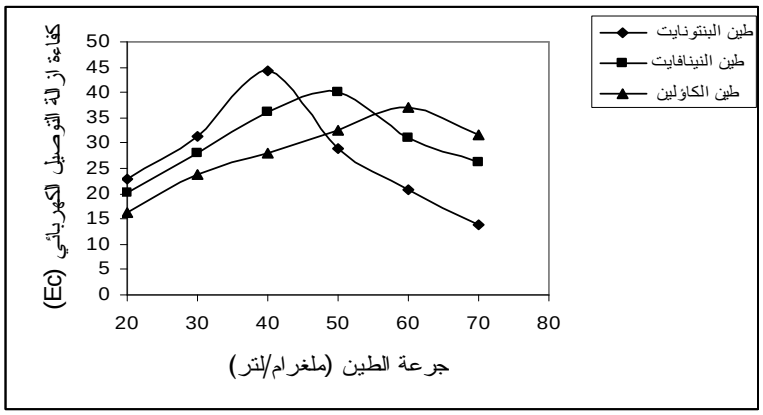
أما كفاءة ازالة الكبريتات نراها بوضوح في الشكل رقم (10) .

يبين الشكل رقم (11)كفاءة الاطيان الثلاثة في ازالة الاملاح عن طريق قياس التغير في التوصيل الكهربائي .



شكل رقم (10) يوضح تأثير استخدام الاطيان على كفاءة ازالة الكبريتات من مياه فضلات مستشفى الخنساء

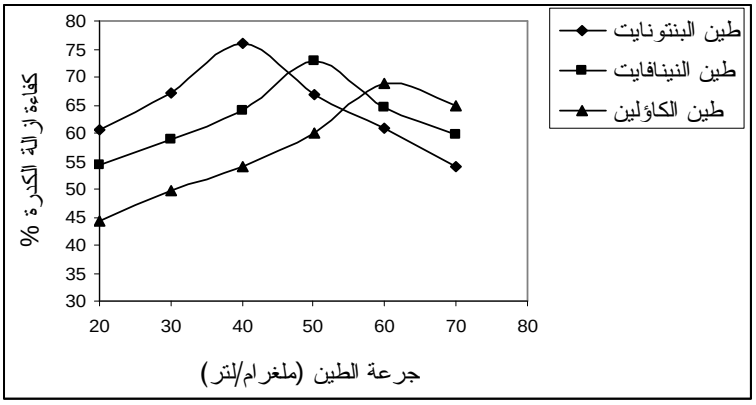
يبين الشكل رقم (11)كفاءة الاطيان الثلاثة في ازالة الاملاح عن طريق قياس التغير في التوصيل الكهربائي .



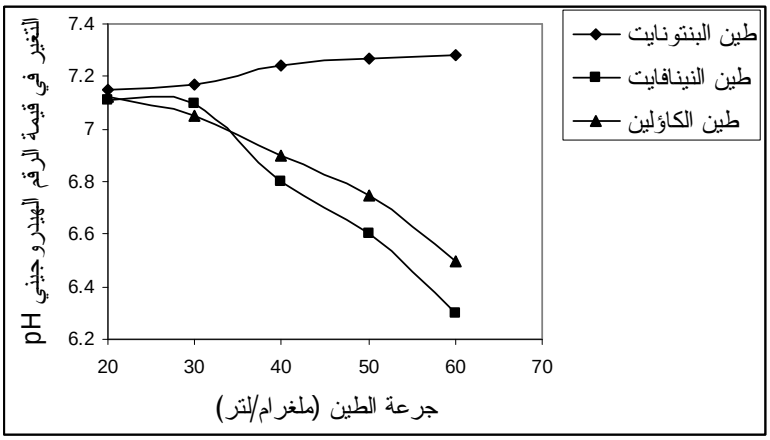
شكل رقم (11) يوضح تأثير استخدام الاطيان على كفاءة تقليل التوصيل الكهربائي (Ec) لمياه فضلات مستشفى الخنساء

أما الكدرة يوضح الشكل رقم (12) الكفاءة في ازالتها من الماء اذ يلاحظ كفاءة عالية في التخلص من كدرة الماء ، بالرغم من استخدام الاطيان في عملية المعالجة و خاصة عند جرعة الاطيان المثلى ، اذ حقق البنتونايت اعلى كفاءة عند جرعته المثلى اذ بلغت (76) % ، يليه النينافايت اذ بلغت الكفاءة (73) % ، و اخيرا الكاؤلين بمقدار (69) % .

يلاحظ من الشكل رقم (13) تغاير قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) مع استخدام الاطيان في المعالجة ، اذ كانت القيمة الاولى للرقم الهيدروجيني (7.13) للماء الخام ، نتيجة استخدام البنتونايت يلاحظ ارتفاع بسيط في قيمة ال (pH) ، أما بالنسبة للنينافايت و الكاؤلين فيلاحظ انخفاض بسيط و متدرج في قيمة ال (pH) .



شكل رقم (12) يوضح تأثير استخدام الاطيان على كفاءة ازالة الكدرة من مياه فضلات مستشفى الخنساء



شكل رقم (13) يوضح تأثير استخدام الاطيان على تغير قيمة الرقم الهيدروجيني ال (pH) لمياه فضلات مستشفى الخنساء

أشارت النتائج كافة الى ان افضل الجرع في الازالة هي (40) ملغرام/لتر بالنسبة لطين البنتونايت و (50) ملغرام/لتر بالنسبة لطين النينافايت و (60) ملغرام/لتر بالنسبة لطين الكاؤلين.

نلاحظ كفاءة جيدة في ازالة الملوثات نتيجة استخدام الاطيان في المعالجة، بينما وضح الباحث [1] خلال دراسته لكفاءة محطة معالجة مياه مطروحات مستشفى الخنساء و التي تعتمد على اسلوب الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة ، ان المحطة تعاني من جملة من المشاكل ادى الى زيادة قيمة ال (COD) في الفضلات المعالجة اذ تراوحت نسبة الزيادة ما بين (5-27)% .

تعود قابلية الاطيان في ازالة الملوثات المختلفة بسبب قدرتها على امتزاز الملوثات المختلفة على سطوح دقائقها.

وتعود كفاءة طين البنتونايت العالية في ازالة الملوثات المختلفة الى الاسباب التالية:-

(1) زيادة نسبة الازالة بسبب الحافات ذات الشحنة الموجبة الموجودة على سطح جسيم طين البنتونايت و التي سببها بعض الاواصر المتكسرة في التركيب الشبكي للبلورة الطينية و التي تحوي على ايون السيليكون الموجب كما تتجاذب و تتكتل الجسيمات مع بعضها عند تصادم الاوجه سالبة الشحنة مع الحافات الموجبة الشحنة .
(2) زيادة كثافة الجسيمات العالقة يؤدي الى زيادة عدد التصادمات بين الجسيمات مما يزيد من كفاءة عملية التلبيد و تظهر هذه الحالة بوضوح عند المستويات الواطئة من العكورة الابتدائية [13,12].

أما كفاءة الازالة للنينافايت تعود الى المساحة السطحية الواسعة لطين النينافايت التي تتناسب مع قابلية هذا الطين على امتزاز الملوثات اذ قد تصل الى (800) متر مربع/غرام (وهذا ما يعادل قابلية الكاربون المنشط الذي تبلغ مساحته السطحية حوالي (900) متر مربع/غرام [10].

أما طين الكاؤلين يعتبر ذات قابلية ضعيفة على التبادل الايوني تقدر ب (15-5) مليمكافيء/100 غرام [9] ، اذا ما قورنت مع قابلية التبادل الايوني للبنتونايت التي قد\ تصل الى (60-100) مليمكافيء/100 غرام. و كذلك تعتبر عملية الامتزاز في الكاؤلين اقل من بقية الاطيان بسبب قوة الترابط بين طبقاته ، اذ تعمل هذه القوة على منع دخول الملوثات بين السطوح و يمكن التغلب على هذه الحالة بحرق الطين بدرجة (550) درجة مئوية لغرض تفتيت البلورات [10] .

الاستنتاجات :-

(1) اظهر طين البنتونايت كفاءة عالية في ازالة الملوثات من مياه مطروحات مستشفى الخنساء عند جرعته المثلى البالغة (40) ملغرام/لتر.
(2) اظهر طين النينافايت كفاءة جيدة في التخلص من الملوثات عند جرعته المثلى البالغة (50) ملغرام/لتر، ولكنه كان اقل كفاءة من طين البنتونايت .
(3) حقق طين الكاؤلين كفاءة جيدة عند استخدامه كمخثر عند جرعته المثلى البالغة (60) ملغرام/لتر ، و لكنه كان ذات كفاءة واطئة اذا ما قورن مع طين البنتونايت وطين النينافايت .
(4) حقق طين البنتونايت عند جرعته المثلى ازالة في الحمل العضوي المتمثل بقياس ال (COD) ازالة مقدارها (62)% وال(BOD_5) مقدارها (55)% و بالنسبةلازالةالشحوم و الدهون فقد حقق ازالةمقدارها (56)% ، اما عن ازالة الفوسفات و النترات فقد بلغت الازالة (48)% و (66)% على التوالي.وحقق البنتونايت ازالة للعسرة الكلية مقدارها(53.5)%وبلغت كفاءة ازالةالكالسيوم ازالة(48.5)% والمغنيسيوم (60.5)% اما عن كفاءة ازالة الكلوريدات فقد بلغت(22)% و حققت جرعة البنتونايت المثلى كفاءة ازالةللكبريتاتمقدارها(46)%،وحققت الجرعة المثلى كفاءة ازالة للكدرة مقدارها (76)%.
(5) حقق طين النينافايت عند جرعته المثلى ازالة تقدر ب(58)% من ال(COD) و (50)% من ال(BOD_5) و (51)% من الشحوم والدهون ،وقد حقق طين النينافايت كفاءة ازالة للفوسفات مقدارها (42)% و للنترات (62)% . اما عن كفاءة ازالة العسرة الكلية فقد بلغت (49)% ، اما عن كفاءة ازالة الكالسيوم و المغنيسيوم فقد بلغت (45.5)% و(57)% على التوالي . وقد ازيلت الكلوريدات بكفاءة (20)% ،و حققت الجرعة المثلى ازالة في الكبريتات مقدارها (41.6)% و للكدرة مقدارها (73)% .
(6) اظهر طين الكاؤلين كفاءة ازالة تقل عن النوعين الاخرين اذ حقق كفاءة ازالة لل(COD) مقدارها (51)% ولل(BOD_5) مقدارها (45)%و للشحوم و الدهون مقدارها (44)% و بالنسبة للفوسفات و النترات فقد حقق كفاءة ازالة مقدارها (39)% و (57)% على التوالي. و بالنسبة للعسرة الكلية فقد زال (45)%، وقد بلغت كفاءة ازالة الكالسيوم (42.5)% و المغنيسيوم (54)% . وقد حقق طين الكاؤلين ازالة مقدارها (17.2)% للكلوريدات و (38)% للكبريتات ، اما الكدرة فقد ازيلت بكفاءة (69)% عند جرعة الكاؤلين المثلى .

التوصيات :-

1- استخدام طين البنتونايت في معالجة مياه فضلات المستشفيات و ذلك لما اظهره هذا الطين من كفاءة عالية في ازالة الملوثات العضوية و اللاعضوية التي اشير لها في البحث .
2- دراسة كفاءة ازالة الملوثات باستخدام الاطيان الثلاثة (البنتونايت ، النينافايت و الكاؤلين) لمياه فضلات ذات خصائص تختلف عن مياه فضلات المستشفيات .

المصادر :-

1. الدليمي ، سفيان محمد سعيد ، " تقييم كفاءة المعالجة البايولوجية لبعض المستشفيات في مدينة الموصل " ، اطروحة ماجستير ، كلية الهندسة ،جامعة الموصل (2002) .
2. الراوي ، ساطع محمود و حنا ، غيداء خضر ، " تقييم اداء محطتين لمعالجة الفضلات في ازالة مختلف الملوثات " ، مجلة هندسة الرافدين (1995) .
3. الصائغ ، محمد منيب ، " المعالجة الطينية للكيروسين " ، اطروحة ماجستير ، كلية العلوم ، جامعة الموصل (1982) .
4. العشو ، د. محمد عمر و ثابت ، كنانة محمد ، " اسس الجيولوجيا للمهندسين " ،(1993) .
5. المصري ، محمد علي و عبد الرحمن ، نعيم السيد ، " البنتونايت خواصه ووجوده و استعمالاته المنتظرة في العالم العربي " ، اتحاد المهندسين العرب ، المؤتمر الهندسي العربي التاسع ، بغداد (1964) .
6. عباوي ، سعاد عبد و حسن ، محمد سليمان ، " الهندسة العملية للبيئة_فحوصات الماء " ، دار الحكمة للطباعة و النشر ، جامعة الموصل (1990) .

7- Dilek , FB. and Bese , S. , " Treatment of Pulping Effluents by Using Alum and Clay-Colour Removal and Sludge Characteristics " , Water SA , 27 , 3 (2001) .

8- Gersberg , R.M. ; Lyon , S.R. ; Brenner , R. and Elkin , B.V. , " Performance of Clay-Alum Flocculation (CCBA) Process for Virus Removal From Municipal Wastewater " , Water Research , Vol. 22 , No.11 , 1988 , P.1449 .

9- Ham , R. K. and Christman , R. F. , " Agglomerate Size Changes in Coagulation " , Jour. Of Sanitary Engineering Division , ASCE , VOL. 95, NO. SA3, 1969 , P.481 .

10- Hobson , G.D. and Pohl , W. , Modern Pef. Tech., Applied Science Publishers , England P.310 (1973) .

11- Jassim , S.Z. , Al-Naqib , S.Q. and Dawood , Y. , "Occurrences Porocelenite in Nineveh Governorate " Salania Area , S.O.M. Library, Baghdad (1987) .

12- Kawamura , S. , " Effectiveness of Natural Polyelectrolytes in Water Treatment " , Jour. Of AWWA , VOL.83 , NO.10 , 1991 , P.88 .

13- Lund , E. and Nissen , B. , " Low Technology Water Purification By Bentonite Clay Flocculation as Performed in Saoanese Villages Verological Examination",Water Reasearch,VOL.20,NO.1,1986,P.37

14- Masschelein , W.J. , " Unit Processes in Drinking Water Treatment " , Marcel Dekker , Inc. New York (1992) P.453-454 , 426-427 and 495-461 .

15- McCooke , N.J. and West , J.R. , " The Coagulation of a Kaolinite Suspension With Aluminum Sulfate " , Water Research , VOL.12 , NO. 10 , 1978 , P.793 .

16- Metcalf and Eddy , Inc. , " Wastewater Engineering Treatment , Disposal And Reuse " , 2nd edition , McGraw-Hill , New York (1979) .

17- Montgomery , C.W. , " Fundamentals of Geology " , 3rd edition , WCB Mc Graw-Hill , (1997) , P(28-29) , 31, 35 .

18- Mustafa , M.H. , "The Used of Mixed Ninavite and Kaoline for the Removal of Some Heavy Metals (Cd , Hg , and pb) From Their Effluent " , Ph.D.Sc. thesis , University of Mosul ,college of science(2005) .

19- Standard Method For The Examination of Water and Wastewater 16th edition , APHA , AWWA , WPCF , New York (1985) .

تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل