المعالجة الفيزيوكيمياوية لمياه فضلات مجمع المستشفيات بالموصل

حلا نبيل ايليا
مدرس مساعد
قسم الهندسة المدنية / كلية الهندسة / جامعة الموصل

الخلاصة

تم في هذا البحث معالجة مياه الفضلات المطروحة من مجمع المستشفيات (مستشفى الجمهوري ، مستشفى ابن سينا ، مستشفى حازم الحافظ ، مستشفى البتول) في الموصل باستخدام طريقة التخثير و التلبيد و اعتماد فحص الجرة كنموذج مختبري في عملية المعالجة . اذ استخدم الجير و الشب كمخثرات في عملية المعالجة و تم متابعة التغير الحاصل في الخصائص الاتية :-(المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD) ، المواد الصلبة الكلية (T.S) , النترات , الفوسفات , التوصيل الكهربائي (Ec) , الرقم الهيدروجيني (pH) , الكلوريدات , الكدرة) .حقق كل من الجير و الشب كفاءة ازالة جيدةل للملوثات المذكورة اعلاه , لكن الشب كان افضل من الجير في تحقيق كفاءة ازالة اعلى للملوثات ، حيث زال الشب عند جرعة الازالة المثلى (80) ملغرام/لتر ، (66%) من ال (COD) و (73%) من ال (T.S) و (87%) من الكدرة ، بينما زال الجير عند جرعته المثلى البالغة (400)ملغرام/لتر ، (58%) من ال (COD) و (67%) من ال(T.S) و (50%) من النترات. حققت الجرع المثلى لكل من الجير و الشب كفاءة ازالة جيدة جدا للمعادن الثقيلة (الرصاص ، الكادميوم ، النحاس ، الخارصين) حيث تراوحت كفاءة الازالة بين (89.28-97.8) .

الكلمات الدالة:- المعالجة الفيزيوكيمياوية ، التخثير، الجير ، الشب ، المعادن الثقيلة ، مياه فضلات المستشفيات.

PHYSIOCHEMICAL TREATMENT OF SEVERAL HOSPITALS WASTEWATER IN MOSUL CITY

HALLA NABEEL ELEA

DEPT OF CIVIL ENGINEERING/COLLEGE OF ENGINEERING/UNIVERCITY OF MOSUL

ABSTRACT

This study aimed to treat the wastewater of several hospitals (Jamhory Hospital , Ibn-Sina Hospital , Batool Hospital , Hazem Al-Hafez Hospital) in Mosul city, by using the method of coagulation and flocculation and by using the Jar_Test as a laboratory scale. Alum and Lime were used as coagulants in wastewater treatment. The efficiency had been calculated by the following characteristics :- (Chemical Oxygen Demand (COD), Total Solids Matter (T.S), Nitrate (NO3) , Phosphate (PO4) , (pH) , Electrical Conductivity (Ec) , Chloride , Turbidity) . At the optimum dose of alum (80) mg/l removal efficiencies were (66%) for (COD), (73%) for (T.S) and (87%) for Turbidity . the Nitrate removal efficiency was (65%) at the optimum dose (60) mg/l .The optimum dose of Lime was (400) mg/l for removal (COD) , (T.S) and Nitrate , the removal efficiency of (COD) was (58%) , (67%) for (T.S) and (50%) for Nitrate . The Alum was better than Lime in removal efficiencies of pollutants from hospitals wastewater. The heavy metals removal efficiency at the optimum doses were ranged from (89.28-97.8)% .

Key words:- Physiochemical Treatment, Hospitals Wastewater , Heavy Metals , Alum, Lime, Coagulation.

المقدمة :-

ان من اهم اشكال التلوث هو تلوث المياه اذ يعتبر الماء عصب الحياة للكائنات الحية و ان اختلاف استعمالاته في الحياة اليومية يؤدي الى اكتساب الشوائب مما يؤدي الى تردي نوعيته .

في العقود الاخيرة و بعد الانفجار السكاني و الصناعي الحاصل ، زادت الحاجة الى مصادر مياه و بنقاوة عالية و في الوقت نفسه زادت المطروحات الملوثة الناتجة لتشكل عبئاً على المصادر المائية بحيث لم تعد سعتها على التنقية الذاتية قادرة على تحمل هذه المطروحات .

تعد المستشفيات المنتشرة في مدينة الموصل من المصادر المهمة التي تسهم بشكل كبير في تلويث مياه نهر دجلة و من هنا كان التوجه نحو دراسة استخدام المعالجة الفيزيوكيمياوية بطريقة التخثير و التلبيد باستخدام الجير و الشب كمخثرات في عملية المعالجة و كفاءتها في ازالة الملوثات من مياه الفضلات .

أهداف البحث :-

1- دراسة تأثير استخدام الجير و الشب على كفاءة ازالة الملوثات المختلفة المطروحة من مياه فضلات مجمع المستشفيات في الموصل , و كذلك التعرف على جرعة الجير و الشب المثلى التي تحقق افضل ازالة للملوثات من مياه الفضلات.

2- التعرف على فاعلية كل من الجير و الشب عن طريق متابعة التغير في الخصائص الاتية:-

(المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD) ، المواد الصلبة الكلية (T.S) ، النترات ، الفوسفات ، التوصيل الكهربائي (Ec)، الكدرة ، الكلوريدات ، الرقم الهيدروجيني (pH)) .

3-دراسة تأثير الجرع المثلى للجير و الشب على التغير في قيم المعادن الثقيلة التالية :-

(الرصاص , الكادميوم , الخارصين ، النحاس) .

4- مقارنة كفاءة الازالة المتحققة بفعل الجرع المثلى للجير و الشب مع كفاءة الازالة المتحققة في محطة المعالجة الموجودة في مجمع المستشفيات .

الدراسات السابقة :-

اوضح الدليمي [1] من خلال الدراسة التي اجراها حول تقييم كفاءة محطات المعالجة لثلاثة مستشفيات تضمنت مجمع المستشفيات و مستشفى الخنساء و مستشفى السلام بان خصائص مياه مطروحات هذه المستشفيات تشابه خصائص مياه المطروحات البلدية ، و اظهرت الدراسة انخفاض كبير في كفاءة الازالة لمحطة معالجة مياه فضلات مستشفى الخنساء التي تعتمد على اسلوب الحماءة المنشطة و يعود سبب هذا الانخفاض الى جملة من المشاكل التي تعاني منها المحطة فضلا عن طبيعة مياه الفضلات الواصلة للمحطة .

قامت الباحثة الهاشمي [2] بعمل دراسة حول تأثير مختبرات المستشفيات (الخنساء , البتول , ابن سينا)على سير العملية البايولوجية , و بينت ان مياه فضلات المختبرات تحتوي على المواد السمية و المعادن الثقيلة مما يؤدي الى تثبيط الفعالية البايولوجية و كذلك يسبب الصدمات للمنظومات البايولوجية حتى بعد ان تم اقلمة الحمأة لمدة شهر كامل على مطروحات المستشفى , اذ استخدمت حوضين للمعالجة البايولوجية الاول يستقبل مياه فضلات المستشفى غير ممزوجة بمياه فضلات المختبر و الحوض الثاني يستقبل مياه فضلات المستشفى ممزوجة مع مياه فضلات المختبرات و لوحظ كفاءة بايولوجية عالية للحوض الاول بينما انخفضت كفاءة الازالة في الحوض الثاني بسبب احتواء مياه المختبرات على المواد الكيمياوية و المعادن الثقيلة .

استخدم الباحثون (Gautam,et al.) [8] الطرق الفيزيوكيمياوية في معالجة مياه الفضلات المطروحة من المستشفيات ، بواسطة استخدام طريقة التخثير باعتماد مخثرات متعددة ، و بعد هذا تجرى عملية الفلترة و من ثم عملية التعقيم و اوصى الباحث بضرورة اللجوء الى المعالجة الفيزيوكيمياوية كبديل عن المعالجة البايولوجية بسبب ما تتعرض له المنظومة البايولوجية من مشاكل تشغيلية .

و قد قام الباحثون (Adam , et al.) [5] بدراسة حول ازالة المضادات الحيوية من مياه مصنعة مختبريا باستخدام العديد من طرق المعالجة الفيزيوكيمياوية (التخثير – الترشيح – الترسيب) ، و باستخدام الجير و الشب و املاح الحديد كمخثرات في عملية المعالجة . لوحظ كفاءة جيدة في ازالة المضادات الحيوية و قورنت الكفاءة مع تلك المتحققة نتيجة استخدام تقنيات المعالجة بواسطة الاشعة فوق البنفسجية و تقنية التبادل الايوني ووجد ان استخدام طرق المعالجة الفيزيوكيمياوية التقليدية كان اعلى كفاءة في ازالة المضادات الحيوية من استخدام طرق المعالجة المتقدمة .

و قد بين الباحث (Kugelman et. al.) [10] تأثير المعادن الثقيلة على عملية المعالجة البايولوجية و وجوب ان تجرى معاملة اولية على مياه الفضلات الحاوية على نسبة عالية من المعادن الثقيلة قبل وصولها الى وحدة المعالجة البايولوجية لضمان عمل المحطة بكفاءة عالية .

اوضح الباحثان(مصطفى و حنا) [4] من خلال بحث تحليلي لمطروحات ثلاثة مستشفيات(المستشفى العام و المستشفى الجمهوري و مستشفى الولادة) بان تراكيز الحمل العضوي و المايكروبي تزيد عن ما هو موجود في حمل فضلات المياه التقليدية ، و قد بينت نتائج الفحوصات ان مطروحات هذه المستشفيات تسهم في زيادة الملوثات في النهر كما قام (Al-Rawi et al.) [7] بدراسة تضمنت تقييم كفاءة الاداء لمحطتي معالجة مياه الفضلات في مدينة الموصل ، الاولى محطة معالجة مياه الفضلات لمستشفى السلام و الثانية محطة المعالجة لمياه فضلات مستشفى الخنساء للولادة و اظهرت نتائج الدراسة ان مطروحات كلتا المحطتين تتجاوز في مقاديرها الحدود المسموح بها محليا مما يؤدي الى التأثير سلبا على خصائص الجسم المائي المستلم و اوضحوا بان سبب ذلك يعود الى عوامل تشغيلية و بيئية عديدة .

لقد اشار (Randtke) [12] ان عملية ازالة المواد العضوية من مياه الفضلات باستخدام الجير تعود الى تكون جسيمات كاربونات الكالسيوم التي تعمل على امتزاز شوائب المواد العضوية على سطوحها و بالتالي ازالتها .

مياه فضلات المستشفيات :-

هنالك تشابه بين مياه مطروحات المستشفيات و مياه الفضلات المنزلية الا انها تتميز عنها بخصوصية احتوائها على العديد من المركبات و الاحياء الخطرة و تضم البكتريا و الفايروسات و الديدان و المواد الكيمياوية الخطيرة و المواد الصيدلانية فضلا عن النظائر المشعة مع كميات كبيرة من المواد المعقمة ، بالاضافة الى فضلات مختبر التصوير الاشعاعي و التي تتميز بوجود مواد كيمياوية سامة لذا فان المستشفيات تطرح كميات كبيرة من المطروحات السائلة التي تتغاير تصاريفها كما و نوعا من ساعة الى اخرى و من فصل الى اخر ، حيث يبلغ التصريف (1000-300) L/patient/day) [9] .من هنا جاءت الحاجة الملحة لمعالجة مياه الفضلات الصادرة عن المستشفيات للحد من الاخطار التي قد يسببها طرح هذه الملوثات الى المصادر المائية بدون معالجة [14] .

طريقة العمل :-

تضمن العمل في هذا البحث معالجة مياه مطروحات مجمع المستشفيات (مستشفى الجمهوري ، مستشفى البتول،مستشفى ابن سينا،مستشفى حازم الحافظ) في الموصل علما ان المياه المطروحة من مجمع المستشفيات تخضع للمعالجة البايولوجية بطريقة التهوية المطولة حيث توجد محطة معالجة خاصة بها تبلغ مساحتها (4066) متر مربع ، تعمل المحطة بمعدل جريان يبلغ (15) متر مكعب/ساعة ، اما اقصى تصريف لها يصل (30) متر مكعب/ساعة.

تمت عملية النمذجة باخذ النماذج من حوض التجميع قبل دخول مياه الفضلات الى محطة المعالجة، وتم اخذ عينات من المياه الخارجة من محطة المعالجة لغرض مقارنة كفاءة محطة المعالجة الحالية مع المعالجة الفيزيوكيمياوية المعتمدة في البحث،حيث تم اخذ نموذج لكل ساعة للحصول على نموذج مركب (composite sample) خلال الفترة الممتدة من الساعة (8.5 صباحا – 2.5 ظهرا) للحصول على نموذج يكون اقرب ما يكون من الواقع.استمرت عملية النمذجة من شهر (ايلول 2008 – كانون الاول 2008) و بمعدل مرة واحدة اسبوعيا ، حيث بلغ عدد النماذج الكلي (12) نموذج خلال فترة البحث .

حيث تم معالجة مياه الفضلات باستخدام المعالجة الفيزيوكيمياوية باعتماد طريقة التخثير و التلبيد في المعالجة ، و قد تم استخدام جهاز فحص الجرة كنموذج مختبري لتمثيل عملية المعالجة ، يحتوي على ست مازجات (Mixers) تتألف كل مازجة من اثنين من المجاذيف (Paddles) ، ذات شكل مربع ابعادها (2×2) سم ، و البيكرات التي استخدمت قياسية ذات حجم لتر واحد .

اذ بعد وضع الماء الخام في البيكرات تجري عملية المزج السريع بسرعة (180) دورة / دقيقة و لمدة (5) دقائق حيث نضيف جرع المخثر في بداية الدقيقة الاولى و بعد هذا تجري عملية المزج البطيء لمدة (30) دقيقة و بسرعة (60) دورة / دقيقة . تم اعتماد السرع و فترات المزج بحيث ان قيمة الانحدار السرعي مضروب في الزمن (G×T) تقع ضمن المحددات (30000-60000) للمزج السريع و(10000-100000) للمزج البطيء[11] .بعد هذا يتم اطفاء الجهاز ورفع المازجات و يترك المحلول لكي يترسب لمدة(30) دقيقة ، و من ثم نأخذ المحلول الرائق و تجرى عليه الفحوصات اللازمة لمعرفة افضل ازالة عند اي جرعة حدثت فيتم بهذا الحصول على الجرعة المثلى .

الفحوصات المختبرية :-

1- قياس المواد الصلبة الكلية (T.S) :-

تم قياس المواد الصلبة الكلية باعتماد الطريقة الوزنية القياسية و باستخدام ميزان الكتروني حساس [3] .

2- قياس المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD) بطريقة التسحيح بالارجاع المغلق(Closed Reflux,Titrimetric Method) [13].

3- قياس النترات بطريقة (Ultraviolet Spectrophotometer Screening Method) [13].
4- قياس الفوسفات بطريقة كلوريد القصديروز (Stannous Chloride Method) [131].
5- قياس الكلوريدات بطريقة التسحيح مع نترات الفضة [3] .
6- قياس الكدرة و الرقم الهيدروجيني (pH) و التوصيل الكهربائي (Ec) باجهزة القياس الخاصة بكل منها.
7- قياس تركيز المعادن الثقيلة باستخدام جهاز الامتصاص الذري للمعادن
(Atomic Absorption Spectrophotometer) .

النتائج و المناقشة :-

خصائص مطروحات مجمع المستشفيات في مدينة الموصل :-

تمتاز المياه الخارجة من المستشفيات بتغير خصائصها ، و من المهم دراسة هذه الخصائص تمهيدا لاخضاعها للمعالجة ، و يبين الجدول رقم (1) الخصائص المهمة لمطروحات مجمع المستشفيات في مدينة الموصل .

جدول رقم (1) يوضح الخصائص و مديات تراكيزها للمطروحات الخام التي تم قياسها خلال فترة البحث لمطروحات مجمع المستشفيات في مدينة الموصل

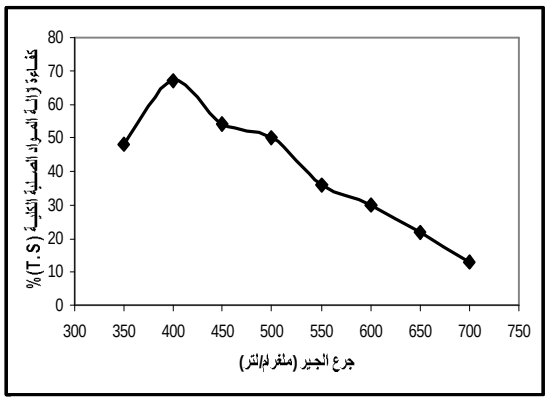
ت	الخاصية	المدى	المحددات البيئية[3]
1	المواد الصلبة الكلية (T.S)	530-980(ملغرام/لتر)	- - -
2	المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD)	200-835(ملغرام/لتر)	100
3	الفوسفات (PO4)	6.2-11.4(ملغرام/لتر)	3
4	النترات (NO3)	0.41-7.8(ملغرام/لتر)	50
5	الكلوريدات (Cl)	38-53 (ملغرام/لتر)	200
6	التوصيل الكهربائي (Ec)	640-1200 (مايكروموز/سم)	-----
7	الرقم الهيدروجيني (pH)	6.6-7.9	9.5-6
8	الكدرة	37-68 (NTU)	- - -
9	الرصاص (pb)	0.1-0.33 (ملغرام/لتر)	0.1
10	الكادميوم (cd)	0.04-0.24 (ملغرام/لتر)	0.01
11	الخارصين (Zn)	1.2-4.5 (ملغرام/لتر)	2
12	النحاس (Cu)	0.36-1.87(ملغرام/لتر)	0.2

تأثير جرع الجير على كفاءة الازالة :-

تم استخدام العديد من الجرع للتعرف على الجرعة المثلى التي تحقق افضل ازالة للملوثات .

حيث يلاحظ من الشكل (1) تأثير جرع الجير(350,400,450,500,550,600,650,700) ملغرام / لتر على كفاءة ازالة المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD) حيث وجد ان جرعة الازالة المثلى لل (COD) كانت (400) ملغرام/لتر، اذ حققت ازالة مقدارها (58%) .

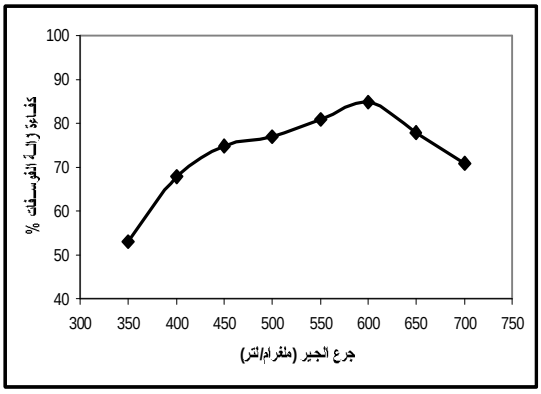
الشكل رقم (1) يوضح تاثير جرع الجير على كفاءة ازاله المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD) من مياه فضلات مجمع المستشفيات



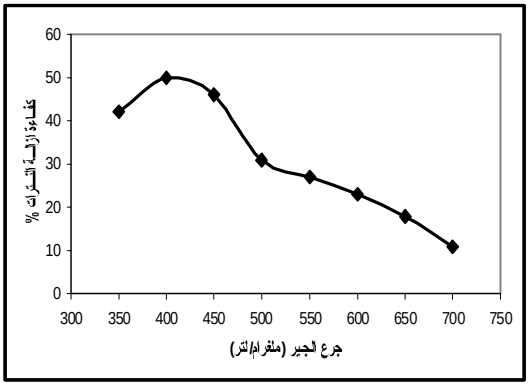
الشكل رقم (2) يوضح تأثير جرع الجير على كفاءة ازالة المواد الصلبة الكلية (T.S) من مياه فضلات مجمع المستشفيات

وبالنسبة للمواد الصلبة الكلية فقد بلغت كفاءة الازالة (67%) عند الجرعة المثلى البالغة (400) ملغرام/لتر كما يلاحظ في الشكل رقم (2) .

و قد زالت الجرعة المثلى لازالة الفوسفات (85%) و التي بلغ مقدارها (600) ملغرام/لتر كما مبين في الشكل رقم (3).
اما بالنسبة للنترات الموضحة في الشكل(4) فقد كانت اعلى كفاءة ازالة (50%) عند الجرعة (400) ملغرام/لتر .

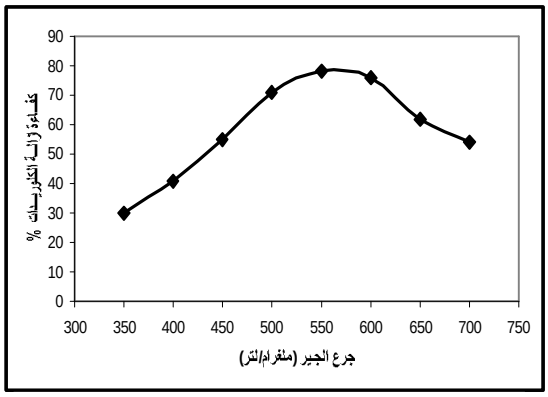


الشكل رقم (3) يوضح تأثير جرع الجير على كفاءة ازالة الفوسفات (PO_4) من مياه فضلات مجمع المستشفيات



الشكل رقم (4) يوضح تأثير جرع الجير على كفاءة ازالة النترات (NO_3) من مياه فضلات مجمع المستشفيات

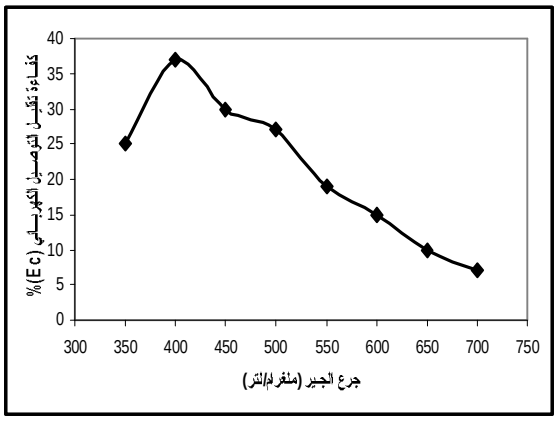
و يبين الشكل رقم (5) كفاءة الجير في ازالة الكلوريدات حيث حقق كفاءة ازالة مقدارها (78%) عند جرعة ازالة الكلوريدات المثلى البالغة (550)ملغرام/لتر ، اما الكدرة فقد كانت كفاءة ازالتها (76%) عند جرعة الازالة المثلى للكدرة البالغة (450) ملغرام/لتر كما مبين في الشكل (6) .



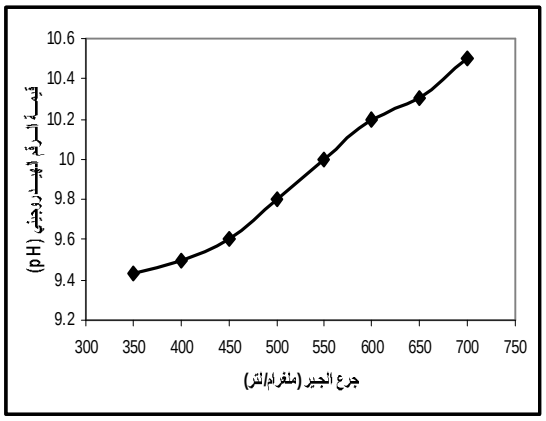
الشكل رقم (5) يوضح تأثير جرع الجير على كفاءة ازالة الكلوريدات من مياه فضلات مجمع المستشفيات

الشكل رقم (6) يوضح تأثير جرع الجير على كفاءة ازالة الكدرة من مياه فضلات مجمع المستشفيات

و قد ازيل (37%) من الاملاح الموجودة في الماء الممثلة بقياس التوصيل الكهربائي (Ec) عند الجرعة (400) ملغرام/لتر كما ملاحظ في الشكل رقم (7)



الشكل رقم (7) يوضح تأثير جرع الجير على كفاءة تقليل التوصيل الكهربائي (Ec)



الشكل رقم (8) يوضح تأثير جرع الجير على قيم الرقم الهيدروجيني (pH)

اما الشكل رقم (8) فيلاحظ فيه التغير في قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) حيث كانت القيمة الاولية للماء الخام مقدارها (7.62) نلاحظ ارتفاع الرقم الهيدروجيني عند اول جرعة مضافة (350) ملغرام/لتر حيث بلغ (9.43) وتستمر بالارتفاع الى ان يصل لقراءة(10.5)عند جرعة(700)ملغرام/لتر.

تعود الازالة المتحققة من استخدام الجير نتيجة لتكوين كاربونات الكالسيوم عند تفاعل بيكاربونات الكالسيوم الموجودة في الماء ، تعمل جسيمات كاربونات الكالسيوم المتكونة كمادة تمتز الملوثات على سطوحها و بالتالي تزيلها عند ترسيبها و تخلص الجسم المائي منها و بهذا تتحقق عملية ازالة الملوثات من الماء .كما موضح في المعادلة الاتية [6] .

$$Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

الجدول ادناه يوضح كفاءة ازالة الجير للخصائص المختلفة لمياه الفضلات ، علما ان النموذج يمثل واحد من النماذج الاثنى عشر التي تم دراستها خلال البحث و اخضاعها للمعالجة الفيزيوكيمياوية .

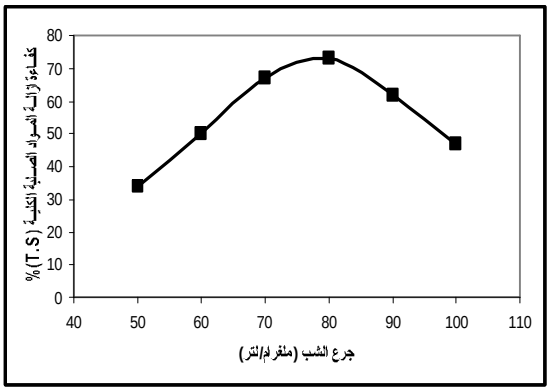
جدول رقم (2) يوضح كفاءة ازالة الجير للخصائص المختلفة لمياه الفضلات المطروحة من مجمع المستشفيات

الخاصية	خصائص نموذج الماء الخام	جير 350 ملغرام/ لتر	جير 400 ملغرام/ لتر	جير 450 ملغرام/ لتر	جير 500 ملغرام/ لتر	جير 550 ملغرام/ لتر	جير 600 ملغرام/ لتر	جير 650 ملغرام/ لتر	جير 700 ملغرام/ لتر
COD ملغرام/لتر	220	112	92.4	127.6	136.4	167	178	187	204.6
T.S ملغرام/لتر	540	281	178	248	270	345.6	378	421	470
فوسفات ملغرام/لتر	7.5	3.5	2.4	1.87	1.7	1.4	1.1	1.65	2
نترات ملغرام/لتر	0.7	0.4	0.35	0.378	0.48	0.5	0.54	0.57	0.6
كلوريدات ملغرام/لتر	42	29.4	24.7	19	12	9	10	16	19
كدرة NTU	55	26	17.6	13	16	20	23	24.7	33
Ec مايكروموز/سم	730	547	460	511	533	591	620	657	679
pH	7.62	9.43	9.5	9.6	9.8	10	10.2	10.3	10.5

تأثير جرع الشب على كفاءة الازالة :-

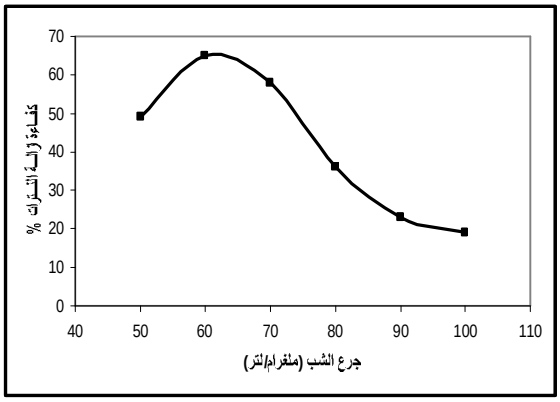
تم استخدام العديد من الجرع للتعرف على جرعة الازالة المثلى للملوثات ، حيث يلاحظ من الشكل رقم (9) تأثير جرع الشب على كفاءة ازالة ال (COD) حيث بلغت (66%) عند جرعة الازالة المثلى (80)ملغرام/لتر ، و (73%) عند نفس الجرعة بالنسبة لازالة ال(T.S) كما مبين في الشكل رقم (10)

شكل رقم(9) يوضح تأثير جرع الشب على كفاءة ازالةال(COD) من مياه فضلات مجمع المستشفيات

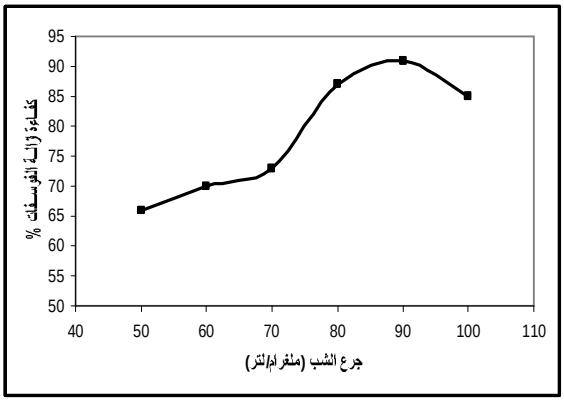


شكل رقم(10) يوضح تأثير جرع الشب على كفاءة ازالة ال(T.S) من مياه فضلات مجمع المستشفيات

و تبين الاشكال (11) ، (12) ، (13) تأثير جرع الشب على كفاءة ازالة الفوسفات و النترات و الكلوريدات على التوالي حيث زالت الجرعة المثلى البالغة (90) ملغرام/لتر (91%) للفوسفات و (81%) للكلوريدات،اما النترات ازيلت بكفاءة مقدارها(65%)عند الجرعة المثلى(60)ملغرام/لتر.



شكل رقم(11)يوضح تأثير جرع الشب على كفاءة ازالة الفوسفات من مياه فضلات مجمع المستشفيات

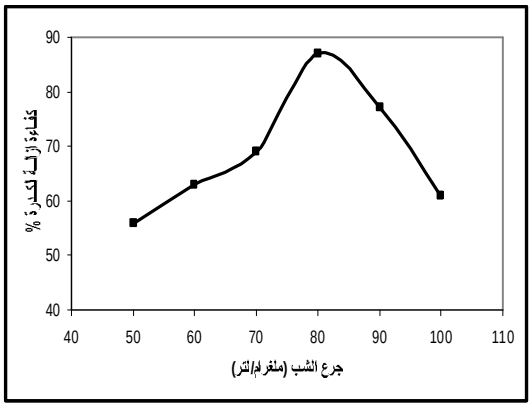


الشكل رقم (12) يوضح تأثير جرع الشب على كفاءة ازالة النترات (NO_3) من مياه فضلات مجمع المستشفيات

و يبين الشكل رقم (14) نتائج تأثير جرع الشب على ازالة الكدرة حيث وصلت اعلى ازالة عند الجرعة المثلى (80)ملغرام/لتر مقدارها (87%) .

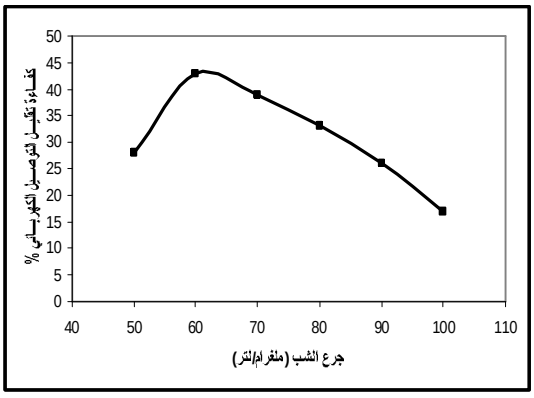
اما الشكل رقم (15) فيوضح تأثير جرع الشب على ازالة الاملاح الممثلة بقياس التوصيل الكهربائي (Ec) حيث يلاحظ ان الجرعة المثلى كانت (60)ملغرام/لتر و قد زالت (43%) من قيمة ال (Ec) .

و يبين الشكل رقم (16) التغير في قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) حيث يلاحظ انخفاض في قيمة الرقم الهيدروجيني اذ كانت القيمة الاولية للماء الخام (7.62) و نلاحظ عند الجرعة الاولى اصبحت قيمة الرقم الهيدروجيني (7.55) وتستمر بالانخفاض الى ان تصل (7.2) عند الجرعة (100) ملغرام/لتر .

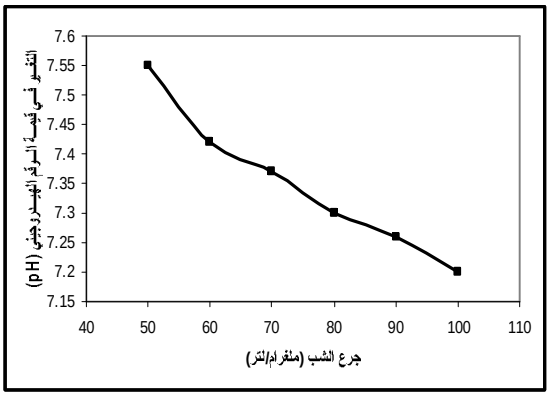


الشكل رقم (13) يوضح تأثير جرع الشب على كفاءة ازالة الكلوريدات من مياه فضلات مجمع المستشفيات

الشكل رقم (14) يوضح تأثير جرع الشب على كفاءة ازالة الكدرة من مياه فضلات مجمع المستشفيات



الشكل رقم (15) يوضح تأثير جرع الشب على كفاءة تقليل التوصيل الكهربائي (Ec) من مياه فضلات مجمع المستشفيات



الشكل رقم (16) يوضح تأثير جرع الشب على قيم الرقم الهيدروجيني (pH) لمياه فضلات مجمع المستشفيات

تعود كفاءة الشب العالية في ازالة الملوثات الى تكون ملبدات هيدروكسيد الالمنيوم $Al(OH)_3$ التي تعمل على امتزاز الملوثات على سطحها والتي تتكون نتيجة لتفاعل الشب مع بيكاربونات الكالسيوم الموجودة في الماء و تزداد بالحجم و الكثافة ، مما يؤدي الى ترسيبها و بهذا تتحقق الازالة الحاصلة للملوثات بفعل استخدام الشب كمخثر [9] .

الجدول رقم (3) يوضح كفاءة ازالة الشب للملوثات المطروحة من مجمع المستشفيات علما ان النموذج هو واحد من النماذج الاثنى عشر التي تم اخضاعها للمعالجة الفيزيوكيمياوية

جدول رقم (3) يوضح كفاءة ازالة الشب للخصائص المختلفة لمياه فضلات مجمع المستشفيات

الخاصية	خصائص نموذج الماء الخام	شب 50 ملغرام/لتر	شب 60 ملغرام/لتر	شب 70 ملغرام/لتر	شب 80 ملغرام/لتر	شب 90 ملغرام/لتر	شب 100 ملغرام/لتر
COD ملغرام/لتر	220	158.4	121	92.4	74.8	121	154
T.S ملغرام/لتر	540	356.4	270	178.2	145.8	205.2	286
فوسفات ملغرام/لتر	7.5	2.55	2.25	2.02	0.975	0.675	1.125
نترات ملغرام/لتر	0.7	0.357	0.245	0.294	0.448	0.539	0.567
كلوريدات ملغرام/لتر	42	29.8	23.94	18	11	8	13.8
كدرة NTU	55	24	20	17	7	12.65	21.45
Ec مايكروموز/سم	730	709	416	445	489	540	606
pH	7.62	7.55	7.42	7.37	7.3	7.26	7.2

دراسة تأثير جرع الجير و الشب المثلى على ازالة المعادن الثقيلة من مياه مطروحات مجمع المستشفيات :-
يبين الجدول رقم (4) كفاءة الجرع المثلى للجير و الشب في ازالة المعادن الثقيلة من مياه فضلات مجمع المستشفيات في مدينة الموصل

الجدول رقم (4)

المعدن	المياه الخام	المياه المعالجة بجرعة (400) ملغرام/لتر جير	كفاءة الازالة المتحققة بجرعة (400) ملغرام/لتر جير	المياه المعالجة بجرعة (80) ملغرام/لتر شب	كفاءة الازالة المتحققة بجرعة (80) ملغرام/لتر شب
الرصاص pb (ملغرام/لتر)	0.28	0.03	% 89.28	0.008	% 97
الكادميوم Cd (ملغرام/لتر)	0.157	0.008	% 95	0.0033	% 97.8
الخارصين Zn (ملغرام/لتر)	3.1413	0.19	% 94	0.083	% 97.35
النحاس Cu (ملغرام/لتر)	1.274	0.105	% 91.75	0.044	% 96.54

كفاءة محطة المعالجة الحالية في ازالة الملوثات المختلفة :-

يوضح الجدول رقم (5) قيم تراكيز الملوثات المدروسة في المياه الخام بالاضافة الى المياه الخارجة من المحطة التي تعمل باسلوب الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة . علما ان النموذج مركب و قد اخذ في يوم تشغيلي مثالي للمحطة و لاقسام المستشفيات المختلفة .

الجدول رقم (5)

الخصائص	المياه الخام	المياه الخارجة من محطة المعالجة	كفاءة الازالة لمحطة المعالجة%
المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD) (ملغرام/لتر)	352	184	47.7
المواد الصلبة الكلية (T.S) (ملغرام/لتر)	960	712	25.8
فوسفات (PO4) (ملغرام/لتر)	6.5	6.1	6.15
نترات (NO3) (ملغرام/لتر)	3.2	2.9	9.37
كلوريدات (ملغرام/لتر)	47	33.4	29
كدرة (NTU)	62	39.3	36.6
التوصيل الكهربائي (Ec) (مايكروموز/سم)	1138	789	30.66
الرقم الهيدروجيني (pH)	7.84	7.9	---
الرصاص (pb) (ملغرام/لتر)	0.28	0.17	39
الكادميوم (Cd) (ملغرام/لتر)	0.157	0.097	38
الخارصين (Zn) (ملغرام/لتر)	3.1413	1.887	40
النحاس (Cu) (ملغرام/لتر)	1.274	0.683	46.4

مقارنة كفاءة الازالة المتحققة من المعالجة الفيزيوكيمياوية باستخدام جرع الجير و الشب المثلى مع كفاءة الازالة المتحققة في محطة المعالجة البايولوجية القائمة حاليا:-

يوضح الجدول رقم (6) مقارنة بين كفاءة الازالة المتحققة من جرع المخثرات المثلى مع كفاءة محطة المعالجة الحالية في ازالة الملوثات المدروسة :-

الجدول رقم (6)

الخاصية	كفاءة جرعة الجير المثلى (400)ملغرام/لتر	كفاءة جرعة الشب المثلى (80)ملغرام/لتر	كفاءة محطة المعالجة الحالية [1]	كفاءة محطة المعالجة الحالية
المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD)	%58	%66	%(50-89)	%47.7
المواد الصلبة الكلية (T.S)	%67	%73	---	%25.8
الفوسفات (PO4)	%68	%87	%25	%6.15
النترات (NO3)	%50	%36	---	%9.37
الكلوريدات	%41	%73.8	---	%29
الكدرة	%68	%87.27	---	%36.6
التوصيل الكهربائي (Ec)	%37	%33	---	%30.6
الرصاص (pb)	%89.28	%97	---	%39
الكادميوم (Cd)	%95	%97.8	---	%38
الخارصين (Zn)	%94	%97.35	---	%40
النحاس (Cu)	%91.75	%96.54	---	%46.4

يلاحظ من الجدول اعلاه تفوق الجير و الشب عند الجرع المثلى في تحقيق كفاءات ازالة للملوثات اعلى بكثير من كفاءة الازالة المتحققة في محطة المعالجة الحالية و خاصة فيما يتعلق بازالة المعادن الثقيلة .

حساب كميات الجير و الشب اللازمة للمعالجة يوميا :-

بعد ان توصلنا الى الجرع المثلى التي حققت افضل ازالة بالنسبة لاغلب الملوثات التي تم قياسها خلال البحث ، فمن الممكن حساب كميات جرع الجير و الشب اللازمة يوميا للمعالجة و باستخدام اعلى تصريف تم قياسه خلال مدة البحث و الذي بلغ (30) متر مكعب/ساعة .

حساب كمية الجير اللازمة يوميا لمعالجة المياه الخارجة من مجمع المستشفيات :-

اقصى تصريف يدخل الى محطة معالجة مجمع المستشفيات = 30 متر مكعب /ساعة .

و بما ان جرعة الجير المثلى التي حققت افضل ازالة لاغلب الملوثات المدروسة = 400 ملغرام/لتر .

اذا كمية الجير اللازم اضافتها يوميا = 400 ملغرام/لتر × 30 متر مكعب / ساعة .

= (400 × 1000 × 30) \ (1000 × 1000)

= 12 كيلوغرام \ ساعة .

و الكمية اللازمة لكل يوم = 12 × 24 ساعة = 288 كيلو غرام \ يوم .

اما بالنسبة لحساب كمية الشب اللازم اضافتها يوميا

تبلغ قيمة الجرعة المثلى للشب التي حققت افضل ازالة للملوثات المدروسة = (80) ملغرام/لتر

اذا الكمية المطلوبة من الشب لكل ساعة = (80 × 1000 × 30) \ (1000 × 1000)

= 2.4 كيلو غرام \ ساعة .

و الكمية المطلوبة من الشب لكل يوم = 2.4 × 24 ساعة

= 57.6 كيلو غرام/يوم .

الاستنتاجات :-

1- حقق الشب كفاءة اعلى مما حققه الجير في ازالة الملوثات من مياه فضلات مجمع المستشفيات في الموصل .

2- ازيل الحمل العضوي المقاس على شكل (COD) بكفاءة ازالة بلغت (66%) عند جرعة الشب المثلى البالغة (80) ملغرام/لتر ، و عند استخدام الجير كانت الجرعة المثلى (400) ملغرام/لتر

و كفاءة الازالة (58%) .
3- حقق الشب عند جرعته المثلى (80) ملغرام/لتر كفاءة ازالة للمواد الصلبة الكلية (T.S) مقدارها (73%) وحقق الجير ازالة مقدارها (67%) عند جرعته المثلى البالغة (400) ملغرام/لتر.
4- بالنسبة للنترات فقد حقق الشب كفاءة (65%) عند الجرعة المثلى (60) ملغرام/لتر اما بالنسبة للفوسفات فقد حقق الشب كفاءة بلغت (91%) عند الجرعة المثلى (90) على التوالي. وحقق الجير كفاءة مقدارها (50%) للنترات عند الجرعة المثلى (400) ملغرام/لتر ، و(85%) عند الجرعة المثلى البالغة (600) ملغرام/لتر.
5- ازال الشب (87%) من الكدرة عند جرعته المثلى (80) ملغرام/لتر ، بينما حقق الجير كفاءة ازالة مقدارها (76%) عند جرعة ازالة الكدرة المثلى البالغة (450) ملغرام/لتر .
6- بلغت كفاءة الازالة للكلوريدات عند جرعة الشب المثلى البالغة (90) ملغرام/لتر (81%) وبلغت عند جرعة الجير المثلى (550) ملغرام/لتر (78%) .
7- حققت الجرع المثلى للمخثرات (80) ملغرام/لتر للشب و (400) ملغرام/لتر للجير ، ازالة جيدة جدا في ازالة المعادن الثقيلة (الرصاص ، الكادميوم ، النحاس و الخارصين) اذ تراوحت كفاءة الازالة بين (97.8 – 89) % .
8- عند مقارنة كفاءة الازالة المتحققة من استخدام الجرع المثلى للشب و الجير مع كفاءة الازالة المتحققة في محطة المعالجة الحالية لوحظ تفوق المعالجة الفيزيوكيمياوية على المعالجة المتبعة حاليا في مجمع المستشفيات التي تتبع الاسلوب البايولوجي في المعاملة .

التوصيات :-

1- دراسة استخدام مساعدات التخثير مع المخثرات المستخدمة (الجير و الشب) و تأثيرها في تحسين كفاءة الازالة و تقليل قيمة الجرعة المثلى.
2- دراسة استخدام المعالجة الفيزيوكيمياوية كمعالجة مسبقة على المياه الخارجة من المختبرات فقط و تاثيرها على تحسين كفاءة المعالجة البايولوجية .

المصادر :-

الدليمي ، سفيان محمد سعيد ، "تقييم كفاءة المعالجة البايولوجية لبعض المستشفيات في مدينة الموصل" ، اطروحة ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة الموصل (2002).

الهاشمي ، زينة فخري اسماعيل ، " تأثير كيمياويات مطروحات بعض المستشفيات في مدينة الموصل على المعالجة البايولوجية لمياه الفضلات " ، اطروحة ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة الموصل (2005).

عباوي ، سعاد عبد و حسن ، محمد سليمان ، "الهندسة العملية للبيئة – فحوصات الماء" ، دار الحكمة للطباعة و النشر ، الموصل (1990).

مصطفى ، معاذ حامد و حنا ، غيداء خضر ، "دراسة تحليلية لمخلفات المستشفى العام والجمهوري و الولادة"،مجلة علوم الرافدين 8(1):33-41 (1997) .

Adams,C. ; ASCE,M. ; Wang, Y. ; Loftin,K. and Meyer, M. ; "Removal of Antibiotics from Surface and Distilled Water in Conventional Water Treatment Processes " , J. Envir. Eng. , Vol. 128 , 3 , pp. 253-260 (March 2002) .

Al-Layla, M.A. ; Ahmad, Sh. And Middlebrooks, E.J., "Handbook of wastewater collection and treatment ", Garland STPM Press, New York and London (1980).

Al-Rawi, S.M.; Hana, G.Kh. and Ali, A.R., "Performance of Two Hospital Wastewater Treatment Plants in Removing Various Pollutants ", Al-Muhandis , 123: 17-24 (1997)

Gautam, AJAY K. ; Sunsil , Kumar ; P.C. , Sabumon ; "Preliminary Study of Physio-Chemical Treatment Options for Hospital Wastewater " , J. Environment Management , Vol. 83 , No.3 , pp.(298-306) , (2007) .

Kiley, G., "Environmental Engineering ", McGraw- Hill Published Company, England (1997).

Kugelman, I.J. and Carty, P.L. , " Cation toxicity and simulation in anaerobic waste treatment " , 19th , Industrial Waste Conference , USA , 667 (1974) .

Metcalf and Eddy, "Wastewater Engineering", 2nd ed., Mc Graw-Hill, Inc. New York, USA. (1979).

Randtke, J.S., " Organic contaminant Removal by Coagulation and Related Process Compination", J.American Water Works Association, 80, 5, 40(1988).

Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 16th ed., APHA, AWWA, WPCF, New York (1985).

World Health Organization, "Mangment of Wastes from Health Care Activities, Geneva (1998).

تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل