doi.org/10.52866/esj.2020.07.16.10

فعالية مادة الزيولايت في معالجة بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف Sewage water المطروحة من مستشفى صلاح الدين العام

م.مريم عدنان ابراهيم[1] ا.د.شاكر مهدي صالح[2] ا.م.د.موفق نهاب صالح[3]

الخلاصة :

أجريت الدراسة بهدف تقييم المياه المطروحة ومعالجتها في مستشفى صلاح الدين العام في محافظة صلاح الدين- تكريت من التشرين الاول لسنة 2018 الى شهر ايار من سنة 2019 وتضمنت الدراسة تحليل وقياس بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية المحددة لهذه المياه بهدف معالجتها بمادة صديقة للبيئة وطبيعية ورخيصة الثمن وتقليل الاضرار والتلوث لمياه نهر دجلة التي تعتبر المصب الرئيسي لهذه المياه. أما نوع المعالجة فقد تكونت من مسحوق صخر الزيولايت أظهرت نتائج الدراسة إن التوصيل الكهربائي والعكورة والعسرة الكلية لمياه صرف المستشفى قل بشكل واضح من 1597 مايكروسمنز/ سم إلى 727 مايكروسمنز / سم ، 345 إلى 17 NUT 630 إلى 499 ml /l على التوالي ، كما ارتفع تركيز معظم العوامل كالأوكسجين المذاب BOD والمواد الصلبة العالقة T.S.S والمواد الذائبة T.D.S والنترات قبل المعالجة 104 ، 0.53 ، 966 ، 25.2 ppm وتباينت بشكل معنوي مع النتائج بعد المعالجة 52 ، 0.03، 361 ، 12.0 ppm على التوالي ، كما تم اجراء الفحوصات على ماء الإسالة قبل وبعد المعالجة وكانت الإستجابة ايجابية للمعالجة وتبين إن مسحوق صخور الزيولايت ذات كفاءة عالية في معالجة المياه الملوثة.

الكلمات المفتاحية key words: معالجة Treatment ، مياه الصرف Wastewater ، الزيولايت Zeolit .

Effectiveness of zeolite in treating some physical and chemical properties of wastewater discharged from Salah al deen hospital

Lec.Mariam Adnan Ibrahim[1] , Ph.D.Shaker Mahdi saleh[2] , Ph.D.Muofak nhab saleh[3]

Abstract:

The current study where done to evaluation of sewage water and processing it in Salah al deen governorate -Tikrit -Iraq on 20182019-. the study include analysis and measurment some physical and chemical properties to processing with natural, cheep and have no side effect to reduced harmful of water pollution of Tigris river which considered as downstream of the river. The results of present study showed conductivity and turbidity of sewage water was decreases from (1597) msc/cm to (727) msc/cm rom (345) to (17) Nut , (630) to (499) ml/L respectively , and has risen concentration of dissolved oxygen (BOD5) (T.S.S) (T.D.S) and nitrates preprocessing (104 , 0.53 , 966 and 25.2) which varied significautly with results post processing (52, 0.03 , 361 and 12.0) respectively . The results showed efficient processing of sewage water in station when treated with zeolite rocks powder .

المقدمة

إن عملية التجميع والتخلص من الفضلات السائلة من مصادر إنتاجها من مياه الصرف الصحي وملوثات المستشفيات والمصانع وإلقائها في نهر دجلة له تأثير كبير على الصحة العامة للإنسان وتأثير كبير على بقية الأحياء (1) .تنتج المستشفيات كميات كبيرة نسبيًا من مياه الصرف الصحي التي قد تحتوي على مواد خطرة مختلفة (2) يؤثر على جميع الصفات وعلى تركيز آيونات الهيدروجين الموجودة في أي وسط بالأُس الهيدروجيني والذي يعتبر مؤشر لى طبيعة الوسط من إذ القاعدية او الحامضية (3). وكذلك المواد الذائبة TDS و TSS إذ إن احتواء المياه الخارجة من اقسام المستشفيات بهذه الإنواع من المواد وكذلك كميتها هي احدى الملوثات الاساسية لهذه المياه وقد تحتوي قسماً منها على مواد ذات سمية عالية التي بدورها تطرح من المستشفى إلى نهر دجلة بالنسبة لموقع الدراسة الحالية. وجائت قيم هذه الدراسة بعد المعالجة اقل من (4) في دراستها لمياه الصرف الصحي لمدينة حلب، ويعود السبب بذلك إلى كفاءة تلك المعالجات اما النترات تتكون في المياه عند توفر الاوكسجين الذائب مما يؤدي إلى اكسدة النترات إلى نترات(5). ولأن النتريت ايون غير مستقر لذا يتحول إلى الشكل الأكثر استقراراً وهو النترات(6)، إن القيم الواطئة للنتريت هي نتيجة لقلة اختزال النترات إلى نتريت في فصل الشتاء، ويزداد وجود النتريت مع نقصان الأوكسجين الذائب(7).

وبالتالي فإن الإدارة السليمة لمياه الصرف الصحي في المستشفيات أمر ضروري ومهم . مياه الصرف الصحي بالمستشفيات من اكثر المصادر المهمة لمخلفات الأدوية في جميع محطات معالجة مياه الصرف الصحي وعدم فعاليتها في إزالة تلك الملوثات بصورة نهائية. الملوثات الكيميائية والمواد الثقيلة والمطهرات والمنظفات النوعية الناتجة عن التشخيص والمختبر والأنشطة البحثية وإفراز الدواء من قبل المرضى يجعل مياه الصرف الصحي في المستشفيات تأثير سلبي على صحة الإنسان والبيئة(8). إن امتصاص المعادن في النباتات يقدم فرصة كبيرة لاستخدام أنواع نباتية مناسبة لتنظيف البيئة.

على الرغم من إن الدراسات المتزايدة تدرس هذه المسألة الآن ، إلا إن القليل من الدراسات قد أبلغت عن الإزالة المتزامنة للنيتروجين والفوسفور في مياه الصرف الصحي الحقيقية باستخدام مواد متناهية الصغر (9).

أهداف الدراسة

1 . تسليط الضوء على الوضع الحالي والاستفادة من مياه الصرف في الاستخدامات المختلفة سواء كانت زراعية او للاستخدامات البشرية في ظروف شحة المياه الذي يمر بها بلدنا الحبيب.

2 . إيجاد بدائل طبيعية صديقة للبيئة في تنقية المياه وبكلف اقتصادية (مادية) قليلة.

المواد وطرق العمل

Materials & methods

جمع العينات شملت عينات التجربة مسحوق مادة الزيولايت ، اذ تم الحصول على الزيولايت تم الحصول عليها من شركة عمإن – تلاع العلي- شارع وصفي التل / عمإن . بعدها طُحنت بطاحونة كهربائية مختبرية لحين الحصول على مسحوق ناعم ثم مُرر المسحوق من خلال منخل أقطار فتحاته عند 0.5 ملم. ثم وضع المسحوق في أكياس

بلاستيكية محكمة الغلق وحُفظت لحين الاستعمال.

طريقة استخدام المعالج

تم استخدام نسب معينة بواقع (2,4,8) من مسحوق صخور الزيولايت لكل 100 مللتر من الماء الملوث ثم اختيار التركيز الأكثر كفاءة كنتيجة في المعالجة.

الخصائص الفيزيائية والكيميائية

physical & chemical characteristics

قابلية التوصيل الكهربائي :

Electrical Conductivity

استخدم جهاز Multi parameter analyzer نوع (Lovibond) موديل(con 200) لقياس قابلية التوصيل الكهربائي للعينات بعد معايرة الجهاز، وعبر عن النتائج بـ (مايكروسيمنز/ سم) µc /cm.

درجة الاس الهيدروجيني pH

استخدم جهاز قياس درجة الاس الهيدروجيني pH meter نوع (C830) (Consort) بعد معايرة الجهاز بالمحاليل الدارئة (Buffer solution) ذات الاس الهيدروجيني (4 ، 7 ، 9) .

المتطلب الحيوي للاوكسجين :

Biological Oxygen Demand

استخدمت نفس طريقة قياس الاوكسجين المذاب،وقد تم ملئ قنإني الـ BoD حجم (250) مل من العينة، ثم نقلت إلى المختبر، وحفظت لمدة خمسة ايام في حمام مائي بدرجة حرارة (25 مº)،وعبر عن النتائج بملي غرام/ لتر وذلك اعتماداً على (10).

الكدرة Turbidity

تمَ قياس كدرة الماء بوساطة جهاز Turbidity meter نوع HANNA–LP2000 إذ يُعبر الجهاز عن المحاليل القياسية بوحدة (N . T. U) نفثالين وحدة كدرة وذلك بعد تصفير الجهاز.

تقدير المواد الذائبة الكلية :

Total dissolved solid (T.D.S)

تم قياس المواد الذائبة اعتماداً على الطريقة المذكورة في (11) وذلك بترشيح (100) مل من العينة على ورقة ترشيح (0,45) مايكروميتر وجمع الراشح في جفنة معلومة الوزن (B) ثم تبخير الراشح في فرن درجة حرارته (103–105)م ولمدة (24) ساعة وبعد ذلك تم وزنها (A) :

$$T.D.S(L) = \frac{mg}{(A - B) \times 10^3 / Volume\ of\ Sample\ (ml)}$$

تقدير المواد العالقة الصلبة الكلية :

Total solid suspended (T.S.S)

تم قياس المواد الصلبة العالقة بترشيح (100) مل من العينة على ورقة ترشيح (0,45) مايكروميتر معلومة الوزن (B) ثم تبخير الراشح في فرن درجة حرارته (103–105)م ولمدة (24) ساعة وبعد ذلك تم وزنها (A) :

$$T.S.S(L) = \frac{mg}{(A - B) \times 103 / Volume\ of\ Sample\ (ml)}$$

(A.O.A.C , 1980).

قياس النترات :Nitrate

تم قياس النترات بطريقة (12) Ultraviolet Spectrophotometer Screening Method وذلك باستخدام جهاز الطيف

الضوئي , Ultraviolet Visible Biochromic LKB نوع Spectrophotometer إذ تم قياس الامتصاصية لكل عينة عند الطول الموجي 220 nm و 275nm ومن خلال المحاليل القياسية تم ايجاد تركيز النترات من المعادلة الخاصة لكل منحني ويعبر عنها بالملغم/ لتر.

اختيار المعالجة بالزيولايت

الزيولايت Zeolite هو منتج طبيعي 100٪ نشأ نتيجة عمليات جيولوجية منذ ملايين السنين بفعل تحلل الزجاج البركاني وتفاعله مع المياه القلوية (13) . يتكون الزيولايت بشكل اساسي من معادن سيليكات الالمنيوم وتتميز بصفات عديدة بسبب تركيبها البنائي الفريد (14). وهي من بعض المبادلات الأيونية الطبيعية الأكثر شعبية ومتاحة على نطاق واسع، والتي تتكون من هيكل جزيئي ألومينوسيليك مع مواقع الترابط الضعيف الموجب (15).

تم استخدام الزيولايت كخطوة رئيسية في هذا النوع من المعالجة في التخلص وتقليل من بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية المسببة للتلوث اذ تم طحن الزيولايت واستخدامه على العينات المأخوذة من محطات مياه الصرف الصحي للمستشفى صلاح الدين العام وتركه لمدة تمتد بمراحل زمنية للوصول إلى اقصى درجات المعالجة.

الشكل(1) يبين المظهر الخارجي للزيولايت الطبيعي

النتائج والمناقشة

الأس الهيدروجيني pH

اشارت نتائج الدراسة المبينة في جدول (1) الخاص بصفة pH إلى وجود اختلافات معنوية في قيم هذه الصفة فيما يخص المخلفات المائية المطروحة من المستشفى قيد الدراسة إذ يلاحظ إن نوع المعالجة كان له تأثير معنوي في خفض PH ، وقد اتفق (16) مع هذه الدراسة في كفاءة الزيولايت اذ تم العثور على أقصى كفاءة تصل إلى إزالة 85 ٪ في درجة الحموضة.

التوصيلية الكهربائية EC

تمثل التوصيلية الكهربائية الأيونات الموجبة والسالبة الموجودة في المياه المطروحة من المواقع التي شملتها الدراسة ويلاحظ من نتائج الدراسة الحالية إن المياه المطروحة من المواقع المختلفة قيد البحث قد اختلفت في قيم التوصيلية الكهربائية بشكل عالي المعنوية جدول(1). فقد ارتفعت قيمة التوصيلية الكهربائية بالمياه المطروحة من

المستشفى واعطت قيمة 1597مايكروسمنز/ سم بينما كانت قيمة هذه الصفة في مياه الإسالة التي سجلت 276 مايكروسمنز / سم . يرجع سبب هذا الارتفاع إلى إن المياه الخارجة من اقسام المستشفيات تكون حاوية على مواد مذابة متنوعة نتيجة فعالية العمل في هذه المواقع وإن وجود هذه المواد المذابة يؤدي إلى رفع درجة المحلول وبالتالي زيادة قيم التوصيلية. اما تأثير طرق المعالجة فقد اشارت النتائج المدروسة في الجدول (1) إلى فعالية المعالجة بمسحوق الزيولايت في خفض هذه القيم، اذ وصلت قيمة التوصيلية في هذه الطريقة إلى 727 مايكروسمنز/ سم لمياه المستشفى ومياه الإسالة التي اعطت قيمة 168 مايكروسمنز/ سم.

تقدير المواد الذائبة الكلية

Total dissolved solid (T.D.S)

تعتبر المواد الذائبة الكلية من المكونات الرئيسية للمياه المطروحة من اقسام المستشفيات . اذ إنها تمثل الفضلات للمواد النبيذة خلال اجراء العمليات او التحاليل المختبرية او الردهات الخاصة بالمرضى.

اذ اشارت النتائج الخاصة بهذه الصفة والمبينة في جدول(1) إلى وجود فروقات معنوية عالية بمستوى 0.01 في قيم المواد الذائبة الكلية في موقع الدراسة مستشفى صلاح الدين . اذا وجد إن اعلى قيمة في المواد الذائبة الكلية كانت في المياه المطروحة من صلاح الدين بلغت 966ملغم/ لتر وبعد المعالجة كانت 361 ملغم / لتر. بينما كانت قيمة هذه المواد في عينة مياه محطة اسالة الماء بلغت 182 ملغم/ لتر إن ارتفاع تركيز المواد الذائبة ممكن إن يكون سببه كثرة المخلفات الناتجة اثناء اجراء العمليات وكذلك المخلفات بعد انتهاء العمليات وتنظيف الصالة الملوثة اما تأثير طرق المعالجة لهذه المواد فقد اوضحت النتائج في جدول (1) إن معالجة المياه بمسحوق الزيولايت قد حققت نتائج ايجابية في خفض تركيز المواد الصلبة الكلية. فقد إنخفض تركيز هذه المواد إلى 361 ملغم / لتر لمسحوق الزيولايت . إن تركيز الأملاح الذائبة في مياه مواقع الدراسة الحالية المعالجة متفقة مع (17). وهو مماثل للنتائج التي تم الحصول عليها ل (18).

تقدير المواد العالقة الصلبة الكلية

Total solid suspended (T.S.S)

إن هذه الصفة في الدراسات البيئية تمثل كمية العوالق الصلبة في المياه سواء كانت مياه شرب ام مياه مخلفات ووجود هذه العوالق بنسبة كبيرة بالمياه يؤدي إلى إن يكون غير صالح للاستخدامات البشرية. اذا إن زيادتها تكون بسبب كثرة استخدام الفورمالديهايد إذ يعتبر اكثر الملوثات لمياه الصرف الصحي خطورة بحكم استخدامه في معامل الباثولوجية واقسام الجراحة لحفظ العينات وتعقيم الاجهزة والادوات الطبية. لذلك اهتمت البحوث البيئية بقياس تركيز هذه المواد وكيفية معالجتها للتخلص منها او تقليلها في المياه. نلاحظ من نتائج هذه الصفة الموضحة في جدول (1) إلى عدم وجود اختلافات معنوية بمستوى 0.05 في تركيز هذه المياه المطروحة من المستشفى. الا إن طرق المعالجة للمياه اظهرت اختلافات معنوية بمستوى معنوية 0.05 في تقليل تركيز هذه المواد من المياه المطروحة. فقد اظهرت المعالجة بمسحوق الزيولايت كفاءة عالية في تقليل الكمية لهذه المواد الموجودة بالماء الخارج من المستشفى. فقد اتضح إن طرق المعالجة بهذه المواد قلل من تركيزه من 0.53 ملغم / لتر إلى 0.03 ملغم/ . إن تقليل تركيز هذه المواد من المياه الخارجة من المستشفى والتي يكون مصيرها في مياه نهر دجلة سيؤدي إلى تلوث تلك المياه ووصول المواد العالقة إلى محطات اسالة الماء التي تضخ

المياه إلى الدور والمرافق الحيوية. فتقليلها يعني منع وصول هذه المواد إلى مياه الشرب.

المتطلب الحيوي للأوكسجين

(BOD) Biological Oxygen Demand

اوضحت النتائج المبينة في جدول (1) إن الاوكسجين الحيوي اختلفت كميته اختلافا معنويا بمستوى احتمالية ($P \geq 0.01$) للمستشفى. اذ كان اعلى تركيز له في مستشفى صلاح الدين وبلغت 104ملغم / لتر بينما بلغ تركيزه بعد المعالجة 52 ملغم / لتر . إن سبب هذا الارتفاع في المتطلب الحيوي للأوكسجين ربما يعود إلى ارتفاع الفضلات العضوية نتيجة الفعاليات الحيوية للمرضى. وإن زيادة قيمة BOD في المياه الخارجة من مياه الصرف الصحي يُعدّ دلالة على التلوث (1). اما معاملات المعالجة للمياه فقد بين جدول (1) إن المعالجة بمسحوق الزيولايت قد حقق افضل النتائج في خفض هذا المتطلب فقد انخفض تركيز المتطلب الحيوي للأوكسجين بعد المعالجة للاسالة (5) ملغم/ لتر مقارنة مع المياه قبل المعالجة. وقد يرجع سبب هذا الإنخفاض إلى نوع المواد الكيميائية الموجودة فيها والتي لها القابلية على الارتباط بالأوكسجين الحيوي مما يؤدي إلى تقليل تركيزه بالوسط المائي او بسبب زيادة نسبة المذيبات التي تستخدمها المستشفيات والمعامل الطبية وكذلك زيادة المخلفات الطبية من الزئبق التي تكون شديدة السمية والتي تستخدم في العيادات الطبية ويتم تصريفها إلى شبكة الصرف الصحي. تطابق نتائج المتطلب الحيوي للأوكسجين للعينات المعالجة مع (19) ، وكذلك لم تتوافق مع(17).

العسرة الكلية Total Hardness

إن قيم العسرة الكلية الموضحة في جدول (1) تشير إلى إنها كانت اعلى القيم في المياه المطروحة لمستشفى صلاح الدين اذ اعطت قيم 630 ملغم/ لتر. بينما قلت قيمة العسرة بعد المعالجة إلى 499 ملغم / لتر. قد يرجع سبب ارتفاع العسرة إلى طبيعة المواد الكيميائية المطروحة في هذه المياه والمستخدمة في العمليات الجراحية. والسبب يعود إلى ما يضاف إلى النهر من المخلفات (20).ويتفق ايضا مع العديد من الدراسات التي اشارت إلى ارتفاع العسرة الكلية في المياه العراقية(21). وتعد هذه المياه بعد المعالجة صالحة للاستخدام البشري وفقا للمواصفات القياسية العراقية رقم (417) وكذلك لمواصفات منظمة الصحة العالمية (22).

الكدرة Turbidty

تعرف مياه الصرف الصحي بشدة عكورتها لاحتوائها على كميات كبيرة من المواد العالقة والتي تعمل على خفض درجة حرارة المياه من خلال تشتيتها للضوء وامتصاصه (23).

الا إن طرق المعالجة للمياه المطروحة كان لها فعالية معنوية في تقليل قيم الكدرة ويلاحظ من جدول النتائج (1) لهذه الصفة إن مسحوق الزيولايت كانت ذات تأثير قوي في خفض الكدرة وبشكل معنوي اذ اعطت قيمة 17 NTU للزيولايت بينما كإنت القيمة قبل المعالجة 345 NTU. إن قابلية مسحوق الزيولايت في خفض قيم الكدرة يرجع إلى احتواء هذا المسحوق الذي يتكون من حبيبات من الصخور الجيرية والكلسية وهذه لها القابلية في مسك العوالق ورفع الاوزإن الجزيئية لها مما يؤدي إلى ترسيبها في القعر وجعل الماء صافي . وقد اتفقت نتائج قيم الكدرة مع دراسة (24).

النترات No3

نتائج هذه الصفة الموضحة في الجدول يشير إلى إن قيم النترات قيد الدراسة قبل المعالجة بمسحوق الزيولايت بلغت 25.2 ملغم / لتر . واختلفت

بشكل عالي المعنوية عن جميع المكررات بعد المعالجة بمسحوق الزيولايت والتي بلغت 12.0 ملغم / لتر. إن ارتفاع النترات في المياه المطروحة من ربما يرجع سببه إلى الفحوصات والتحاليل التي تجري في المستشفيات والتي يكون المكون الرئيسي لها النتروجين وهذا العنصر عند اتحاد بالأوكسجين الذائب بالماء يتحول إلى نترات .اما نوع المعالجة وتأثيرها في تركيز النترات يرجع سببه إلى مكونات مسحوق الزيولايت الكيمائية.

الجدول (1) يبين التغيرات في تقدير بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف لمستشفى صلاح الدين

نوع المعالجة	ZEOLIT		ماء الإسالة	
الاختبارات	TR.After	TR.Befor	قبل	بعد
pH	8.5	7.5	8	7.5
cm /µc EC	727	1597	276	168
L /ml TSS	0.03	0.53	0.06	0.03
L /ml TDS	361	966	182	168
L /ml BOD	52	104	10	5
NUT Turbidity	17	345	325	8
L /ml Hardness Total	499	630	138	121
L /ml No_3	12.0	25.2	10.2	6.3

المصادر

1. برهم، وفاء كريم (2006). تقييم فني لاستعمال المياه العادمة الناتجة عن محطة تنقية البيرة، رسالة ماجستير، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية نابلس- فلسطين.
2. Stirliny , H.B.(1985) . Chemical and Biological methods of water analysis for aquaculmra lists Stirliny University , Scotland , 199 pp.
3. Clean Technology Consultant (1994). Design criteria of wastewater treatment plant. Ratchwithi hospital. Bangkok. Thailand.
4. الميلاجي، أحلام وصغير، عبدالله (2006). تحديد ودراسة خصائص مياه الصرف الصحي المنزلي الخام لمدينة حلب لصيف عام 2006.
5. Mosiscl , T.D.S.E. Bunn, P.M. Davies and C.J.Marshall (1999).Effects of shade and nutrient manipulation on periphyton growth in the subtropical steam Aquatic Botany , 64:167 -177.
6. Hutchinson, G.E. (1975). A treatise on limnology, Vol.3, Limnological botany. Wiley, New York, U.S.A.
7. Maulood, B.K.; Al-Saadi, H.A. and Hadi, R.A. (1993). A limnological

studies on Tigris and Euphrates Shatt Al-Arab rivers, Iraq. Mutha J. of research & studies, 8(3): 5368-.

8. Farag A. EL Mabrouk.(2015).Evaluation of Wastewater Discharge from Hospitals in Northeastern Part of Libya. Engineering, Benghazi University, Libya.Email: faraj.elmabrouk@uob.edu.ly.
9. Ting Wang a, Xiaoying Jin a, Zuliang Chen a,b,c , Mallavarapu Megharaj b,c, Ravendra Naidu b,c. Green synthesis of Fe nanoparticles using eucalyptus leaf extracts for treatment of eutrophic wastewater. Science of the Total Environment 466–467 (2014) 210–213.
10. Ameriran Public Health Association (APHA)(1989). Standard methods for the examination of water and wastewater ,17th ed. Washington,DC,American public Health Association.
11. American Public Health Association (A.P.H.A.) (2003).Standard Methods for the Examination of water and wastewater,(20th ed). 1015 fifteenth Street , NW. Washington. DC,USA.
12. A.O.A.C.(1980).Official Method of Analysis of Association of Agriculture Chemist,Washington,D.C.,pp.1015.
13. American publicheath Association (APHA) (1985). Standard Methods for examination of water & wastewater. 16th. Ed. Washington DC, U.S.A.
14. Hegger K.J., 2010. Wastewater Treatment by Novel Hybrid Biological - Ion Exchange Processes. M.Sc thesis, Graduate College, University of Illinois at Urbana-Champaign.
15. Johir, M.A.H., J. George, S. Vigneswaran, J. Kandasamy and A. Grasmick, 2011. Removal and recovery of nutrients by ion exchange from high rate membrane bio-reactor (MBR) effluent. Desalination, 275: 197 - 202.
16. Guisnet, M. and J. Gilson, 2002. Zeolites for cleaner technologies London, U.K.: Imperial College Press.
17. Ali M Abdullah,2014. Aluminum Pollution Removal from Water Using a Natural Zeolite. J Pollut Eff Cont.
18. هيئة حماية البيئة الامريكية (2006). الحدود العليا المسموح بها لمياه الصرف الصحي المراد استخدامها لأغراض الري – هيئة حماية البيئة الامريكية.
19. هيئة المواصفات والمقاييس السعودية (2000). الحدود العليا المسموح بها لمياه الصرف الصحي المراد استخدامها لأغراض الري – هيئة المواصفات والمقاييس السعودية.
20. علكم، فؤاد منحر، فكرت مجيد حسن، حسن عبي السعدي. (2002). التغيرات الفصلية للخواص الفيزيائية والكيميائية لبحيرة ساوة، العراق. ابحاث البيئة والتنمية المستدامة، 5(2): ص 55-56.
21. Environmental General Authority (EGA). (2012). Libya." Guidelines for wastewater disposal".
22. سعد الله ، حسن علي اكبر ، صباح فرج باصات، عماد الدين عبد المهدي المختار .2000. دراسة تأثير خزإن حمرين على بعض خصائص المياه في نهر دجلة. مجلة ديالى للبحوث العلمية والتربوية، عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث ،1(3):ص272-298.
23. World Health Organization (WHO). (2004).Guidelines for Drinking- water quality 3rd ed. Geneva.
24. US - EPA (2002). Office in spector general status Report land Application of biolsoilds No. 2002 - s - 000004. Retrived May 15. 200PP.
25. الربيعي ، علي عبد الحمزة هلال (2007) . دراسة مشكلة التلوث العضوي وتأثيراته البايولوجيه على بعض الاحياء المائية في منطقة بغداد . أطروحة دكتوراه ، كلية تربية ابن الهيثم - جامعة بغداد.