Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

دراسة التلوث بالعناصر الثقيلة وبعض المتغيرات الفيزيوكيميائية للمياه المطروحة من مستشفيات مدينة كركوك

ذياب غانم حسين[1]، كامران شكر حسين[2]، عبدالله سليم خزعل[3]، سرحان علي سلمان[4]
[4،3،1] قسم علوم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت، العراق.
[2] كلية التمريض، جامعة كركوك، كركوك، العراق.
[1]theiab.92@yahoo.com, [2]kameranshukur@yahoo.com, [3]abdslem@gmail .com ،
[4]sarhanalii@yahoo.com

الملخص

تضمنت الدراسة على نوعية المياه المطروحة من المستشفيات في مدينة كركوك ، فأخذت عينات المياه العامة قبل وبعد المعالجة من ثلاث مستشفيات ، والتي شملت مستشفى كركوك العام ، ومستشفى آزادي التعليمي، ومستشفى الأطفال العام، إذْ جمعت العينات في فترات منتظمة شهرياً، ولمدة ستة أشهر ابتداءً من شهر أيلول من عام (2016)م، وحتى شهر شباط من عام (2017)م. وتركزت الدراسة على إجراء مجموعة من القياسات وعلى مرحلتين ، المرحلة الأولى قياس بعض المتغيرات الفيزيائية والمتغيرات الكيميائية ، إذْ شملت القياسات الفيزيائية ، قياس درجات الحرارة ، والتوصيلية الكهربائية (EC)، ومجموع المواد الصلبة الذائبة (T.D.S)، ومجموع المواد العالقة (T.S.S)، ووجد جميعها أعلى من الحد المسموح بهِ للمواصفات العراقية، باستثناء درجة الحرارة ، أمّاعن القياسات الكيميائية فشملت قياس الرقم الهيدروجيني(pH)، والمتطلب الحيوي والكيميائي للأوكسجين (COD)، BOD_5، وأيضاً قياس الأيونات السالبة نحو الكبريتات (SO_4^{-2})، والفوسفات (PO_4^{-3})، والنترات (NO_3^-)، وأشارت نتائج الدراسة إلى أنّ المطروحات تميزت بارتفاع معظم المعايير الكيميائية ، وأغلبها قد تجاوزت المحددات البيئية ما عدا ال (SO_4^{-2})، و(pH)، ضمن الحد المسموح بهِ للمواصفات العراقية، أما المرحلة الثانية تضمن تبيان مدى التلوث بالعناصر الثقيلة (Fe،Cd، Cr)، وتبين بان عنصري الكادميوم والكروم ، وجدت بتراكيز عالية اعلى من الحد المسموح بهِ ، في حين أنّ تركيز عنصر الحديد كان أقل من الحد المسموح بهِ عالمياً ومحلياً، واستعملت أيضاً في هذه الدراسة أسلوب البحث والتحليل الاحصائي للبيانات الناتجة من نماذج المياه العادمة .

الكلمات المفتاحية : تلوث المياه ، العناصر الثقيلة ، المتغيرات الفيزيوكيميائية ، مستشفيات مدينة كركوك.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

Study of Pollution in Heavy Metals and Some Physico-Chemical Variables of Wastes Water from Kirkuk City Hospitals

Theiab.G. Hussein[1], Kameran.Sh.Hussein[2], Abdullah.S.Kazael[3], Sarhan. A.salman[4]
[1,3,4] Department of Chemistry, College of Science, University of Tikrit , Tikrit, Iraq
[2] College of Nursing, University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq
[1]theiab.92@yahoo.com ,[2]kameranshukur@yahoo.com ,3abdslem@gmail .com,
[4]sarhanalii@yahoo.com

Abstract

The selection was made on a number of hospitals to conduct a study on the quality of the water. The samples were taken before and after treatment from three hospitals in the city of Kirkuk, Kirkuk General Hospital, Azadi Educational Hospital and Children's Hospital. The samples were collected at regular intervals Six months from September (2016) to February (2017) . The first phase, which included the measurement of some physical variables and chemical variables, included physical measurements, temperature measurement, electrical conductivity (EC), total dissolved solids (T.D.S), (T.S.S), all of which were above the permissible limit, except for the temperature. Chemical analyzes included (pH), (BOD) and (COD),(SO_4^{-2}), (PO_4^{-3}) and(NO3). The results of the study indicated that the applications were characterized by the rise of most chemical standards, most of which exceeded environmental determinants except (SO_4^{-2}) , and (pH), within the limits allowed for Iraqi specifications, and the second phase of the study, to demonstrate the extent of contamination of heavy elements, and included the measurement of the study of heavy elements: (Fe, Cd, Cr) The availability of cadmium and chromium, at concentrations higher than is permitted, while the concentration of iron elements was less than the limit allowed globally and locally, and the study used the research method And statistical analysis of data from wastewater models studied.

Keywords: Water pollution, Heavy metals, Physico-chemical variables, Kirkuk city hospitals.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

1. المقدمة

أن تلوث مصادر المياه له مخاطر صحية تهدد حياة الكائنات الحية والنظام البيئي ، مما دفع العالم إلى العناية المتزايدة والاهتمام به [1]، وتعرّف الملوثات حسب برنامج الأمم المتحدة (بأنها أيه مادة كيميائية أو فيزيائية تتوافر في المياه وتؤثر على نوعية المياه وتمنع الاستفادة منها) ، وفي سنة (1961) م أصدرت منظمة الصحة العالمية (WHO) التعريف الآتي لتلوث المياه العذبة (يعدّ الماء ملوثاً عندما يتغير تركيب عناصره أو تتغير حالته نتيجة نشاط الأنسان) ، أذْ تصبح المياه أقل صلاحية للاستعمالات المخصصة لها [2] ، إذْ تعدّ مخلفات المستشفيات أكثر خطورة على البيئة المائية أذا طرحت بأسلوب غير علمي لاحتمالية احتوائها على مكونات خطرة نحو مسببات الأمراض المعوية والمواد الكيميائية مثل مواد التعقيم والتنظيف والمستحضرات الصيدلانية والنظائر المشعة [3] ، فقد عرّفت وكالة حماية البيئة (EPA) النفايات الطبية بأنّها المخلفات التي تنتج عن مؤسسة المعالجة الطبية ، وتضم المختبرات الطبية ، والمراكز والعيادات الصحية [4] ،إنّ تصريف مياه الصرف الصحي إلى الأنهار دون معالجة أو بمعالجة غير كفوءة من قبل المحطات ، يسبب أضراراً هائلة للبيئة المائية لما تحويه المياه من تراكيز عالية من المحددات البيئية الضارة ، ومن الأضرار التي تسببها هي الاخلال بالتوازن البيئي ، وحدوث ظاهرة الاثراء الغذائي (Eutrophication) في الأنهار [5]، إنّ الفضلات البشرية لما تحمل معها من بكتريا وفيروسات تدخل إلى الماء، تكون سبباً لأمراض خطرة عند استعمال هذه المياه ، فقدّ وجد أنّ (90 %) من مياه المجاري في الدول النامية تطرح مباشرتاً في المسطحات المائية دون معالجة ، وتسبب تغيراً في مواصفات المياه النوعية (Water Quality) [6] ، أما المشكلة الرئيسية هي توافر مواد بتراكيز قليلة نسبياً ذات تأثيراً سمياً على الاحياء المجهرية المستعملة في معالجة المياه الثقيلة ، فضلاً عن تأثيرها على الاحياء المائية في حالة طرحها إلى المسطحات المائية دون معالجة والمتمثلة بـ(العناصر الثقيلة) [7]، وتكمن خطورتها في قابليتها على التراكم الحيوي (Bioaccumulation) داخل أعضاء الكائن الحي ، وبمرور الوقت وجود هذه العناصر بتراكيز عالية في الجسم يؤدي إلى حدوث اضطرابات أيضية (Metabolic disturbance[8])، حيث تتميز العناصر الثقيلة عن بقية الملوثات بعدم أمكانية تحليلها بوساطة البكتريا والعمليات الطبيعية الأخرى ، فضلاً عن ثبوتيتها التي تمكنها من الانتشار لمسافات طويلة عن مواضع نشوئها، تعدّ العناصر الثقيلة الأكثر تأثيراً في المياه ضمن الملوثات الغير العضوية [9]،أن التقليل من خطورتها تكمن في المعالجة الفعالة والكفؤة لإزالة الملوثات ، وتحويلها إلى مركبات أقل خطورة في أتباع طرق الترسيب والتهوية والترشيح والمعالجة بالكلور ، وغيرها من العمليات التي تقوم بها محطات المعالجة [10] .

أصبح الحفاظ على البيئة من الضروريات المهمة في عصرنا الحاضر لذا دعت الحاجة إلى ضرورة توفير المعلومات والبيانات البيئية توفيراً مستمراً ، ليتم اتخاذ الإجراءات المناسبة التي تسهم في الحفاظ عليها والحد من مخاطر التلوث البيئي، وقد شبه (كمونة، 1978) خطر التلوث البيئي بالخطر الناجم عن انفجار نووي هائل ، إذا لم تتم معالجته أو أتخاذ الاجراءات التي تلزم بحقه ، فانّ في كلّ سنةٍ يعاني ما يقارب (500 مليون) شخص من الأمراض المختلفة الناجمة عن تلوث المياه ، وهنالك بعض الدراسات البيئية على المياه بعامة والمياه المطروحة من المستشفيات خاصةً ، لما تحويه تلك

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

المياه من ملوثات خطرة ناجمة عن المخلفات الطبية الشائعة بعد العناية بالمرضى، إذْ لا يمكن التخلص منها بوساطة محطات المعالجة التقليدية سواءً أكانت المعالجة منفصلةً أم مشتركةً [11].

وقد بين الباحث (Kugelman،1978) تأثير العناصر الثقيلة في عملية المعالجة البايولوجية، ووجوب أن تجرى معاملة أولية على مياه الفضلات التي تحوي نسبةً عاليةً من هذه العناصر، قبل وصولها إلى وحدة المعالجة البايولوجية لضمان عمل المحطة بكفاءةٍ عاليةٍ [12].

وقام(AL-Rawi،1997) بدراسةٍ تضمنّت تقييم كفاءة الأداء لمحطتيّ معالجةٍ للفضلات السائلة في مدينة الموصل الأولى في مستشفى السلام ، والأخرى في مستشفى الخنساء للولادة ، وأظهرت نتائج الدراسة أنّ مطروحات المحطتين كلتيها قد تجاوزت الحد المسموح بهِ محلياً ، وهذا ما يؤدي إلى التأثير سلباً في المتغيرات الكيميائية والفيزيائية للمياه [13].

أما الدراسة التي أجريت من قبل (Lurna،2000) على معالجة الفضلات الطبية لمجموعة من المستشفيات في الولايات المتحدة الأمريكية ، فقد أظهرت أنّ مياه فضلات المستشفيات تحوي ما نسبتهُ (15%) فضلات طبية كيميائية ، وما يقارب(2%) فضلات باثولوجية (Pathological) وأظهرت الدراسة أيضاً أنّ عملية معالجة الفضلات الطبية تعتمد اعتماداً كلياً على إدارة عملية الطرح لهذه الفضلات داخل المستشفى ، وأنّ عملية تدوير هذه الفضلات لها أهمية كبرى وبخاصةٍ الخطرة منها واكدت الدراسة على ضرورة فصل هذه المياه عن مجرى المياه الأم للمستشفى ، لتقليل التلوث الذي يحدث ، وكلفة معالجة هذه المياه [14] .

وأثبت (الدليمي، 2002) من خلال دراسته التي أجراها عن تقييم كفاءة المعالجة البايولوجية لمحطة معالجة مياه الفضلات ، في ثلاث مستشفيات من مدينة الموصل التي تضمنت(مجمع المستشفيات، ومستشفى الخنساء، والسلام) تشابه غالبية خصائص مياه الفضلات الصادرة عن المستشفيات مع خصائص مياه الفضلات المنزلية ،وأثبتت الدراسة أيضاً أنّ مطروحات محطات المعالجة الثلاث، قد شكلت خطراً كبيراً على البيئة المائية ، وتؤثر في نهاية المطاف في صحة الإنسان لما تحويه هذه المياه من عوامل مرضيةٍ، ومواد كيميائيةٍ وبكتريا وديدان، إذ أبدت محطة معالجة مستشفى السلام ومجمع المستشفيات كفاءة عالية في إزالة المواد العضوية ، أما عن مستشفى الخنساء ، فقد أظهرت الدراسة انخفاضٍ ملحوظٍ في كفاءة الإزالة ، ويرجع ذلك إلى جملة من المشاكل التي تعاني منها المحطة ، فضلاً عن كمية مياه الفضلات المطروحة من المستشفى ونوعيتها [15].

قدمت الباحثة (الهاشمي 2005،) دراسةً عن تأثير مختبرات المستشفيات على سير المعالجة البايولوجية ، وبيّنت أنّ المياه المطروحة من المختبرات تحوي مواد سامة وعناصر ثقيلة ،تؤدي إلى تثبيط الفعالية البايولوجية، فضلاً عن تسببها بحدوث مشاكل للمنظومات البايولوجية ، ولوحظ كفاءةً بايولوجيةً عاليةً للحوض الأول ، في حين انخفضت كفاءة الإزالة في الحوض الثاني ،بسبب احتواء مياه المختبرات على المواد الكيميائية والعناصر الثقيلة [16].

ودرس (سالم وجماعته 2009)، بعض محددات التلوث في مياه الصرف الصحي لمستشفيات في مدينة النجف الأشرف، إذّ اجريت دراسة كلٌّ من الاحتياج الحيوي للأوكسجين(BOD) والاحتياج الكيميائي للأوكسجين (COD) والمواد

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

العالقة الذائبة(T.S.S)، وتراكيز كلٌّ من الكبريتات والنترات والأمونيا والكلوريد والزيوت والشحوم ، وقد لاحظت الدراسة ارتفاع محددات التلوث ارتفاعاً أعلى مما تسمح بهِ المواصفات العراقية لمياه الصرف الصحي[17] .

وقام (التمر وآخرون2012،) بدراسة عن تقييم أداء محطة معالجة فضلات معمل شركة أدوية نينوى ، وجرى في هذه الدراسة تقييم نوعية مياه الفضلات الخام والمعالجة الناتجة عن شركة معمل الأدوية، وقد وجد بأنّ الفضلات الناجمة كانت ذاتُ حملٍ عضويٍ متوسطٍ تقريباً ، اعتماداً على قيمة ال .(BOD) ،أماّ فيما يخص فضلات المعالجة الناجمة عن المحطة التابعة للمعمل ، كانت خصائصها ضمن الحدود المسموح بها محلياً [18].

وأجرى (الصفاوي2013)، دراسةً بيئيةً وبكتريولوجيةً للفضلات السائلة المطروحة من مستشفيات مدينة الموصل والتي ضمت أربع مستشفياتٍ ، وأشارت نتائج الدراسة إلى أنّ المطروحات الخام من الفضلات تميزت بارتفاع معظم المعايير المدروسة ، وبخاصةٍ ال .(BOD) وتشير النتائج إلى أنّ محطة معالجة مجمع المستشفيات ومستشفى السلام العام ، قد تميزت بكفاءة أعلى بالمقارنة مع بقية المستشفيات التي جرت الدراسة عليها [19].

وقام الباحثون (Aziz et al)،2014 ، بدراسة بعض المتغيرات الفيزيوكيميائية والبايولوجية في مياه الصرف الصحي لمستشفيات مدينة أربيل ، إذ جرى دراسة كلٌّ من الدالة الحامضية والتوصيلية الكهربائية والمتطلب الحيوي والكيميائي للأوكسجين (COD)،BOD وغيرها من الخصائص، وتبين من نتائج الدراسة أنّ المياه بعامة كانت تميل إلى الطور القاعدي ، أما الصفات الأخرى فقد تجاوزت الحدود المسموح بها بحسب المواصفات العراقية [20].

وقدم (الفهداوي2015،) دراسة عن تأثير ملوثات مستشفى الرمادي العام في الصفات التشريحية لبعض الأنواع النباتية في نهر الفرات ، إذْ جرى دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة والمياه ، فضلاً عن دراسة بعض التغيرات في الصفات التشريحية التي حدثت للنباتات جراء التلوث ، فضلاً عن قياس بعض العناصر الثقيلة للتربة والمياه ، فقد تبين من هذه الدراسة توافر تباين في النتائج ، فضلاً عن أنّ أغلب الخصائص التي جرت الدراسة عليها كانت أعلى من الحد المسموح بهِ ، يضاف أليها توافر تراكيز عالية من العناصر الثقيلة في مياه النهر ، فضلاً عن النباتات والتربة ، وهذا دليل على تأثير المياه المطروحة من المستشفيات في تلوث البيئة ، لما تحملهُ من ملوثاتٍ وموادّ كيميائية مضرّة بالصحة[21].

ودرس الباحثان(AL-Hiyaly and AL-Azzawi 2016) بعض المتغيرات الفيزيائية والكيميائية في مياه الفضلات الصحية المطروحة من مدينة الطب في بغداد وتأثيرها في نهر دجلة ، وأظهرت نتائج الدراسة أنّ غالبية القيم من النتائج قد تجاوزت الحد المسموح بهِ للمواصفات العراقية لنظام حماية الأنهار من التلوث ،وبسبب الواقع المتدني في المستشفيات العراقية في الوقت الحاضر ، وغياب الوعي الصحي لدى العاملين فيها ،فأنّ طرح مياه الفضلات (ومن ضمنها الصحية) إلى مجرى الأنهار ، يعدّ الأسلوب الوحيد المعتمد حالياً للتخلص من المياه الثقيلة ، أنّ استمرار هذه الممارسات أصبحت عبئاً كبير ، لم يعد بالإمكان استيعابه في النظام البيئي ، لذا جاءت هذه الدراسة لتقييم واقع المياه المطروحة لعدد من مستشفيات مدينة كركوك ، ومدى كفاءة المعالجة ، وتخمين الاضرار البيئية المحتملة على النظام البيئي للمياه، فضلاً عن دراسة تلوث المياه المطروحة بالعناصر الثقيلة ، وإجراء تحليلٍ احصائيٍّ للمياه المطروحة من المستشفيات قبل وبعد مرحلة المعالجة لمعرفة واقعها البيئي [22].

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

2.2 المواد وطرق العمل :-

1.2.محطات المعالجة في مستشفيات مدينة كركوك:-

تَعمل محطة المعالجة في مستشفى آزادي بطريقة (الحمأة المنشطة) التقليدية ، وهي طريقة بسيطة وغير معقدة تحتاج فقط إلى خبرة في التشغيل والمتابعة وتعتمد اعتماداً كلياً على أسلوب التهوية ، ومدة التهوية ، وتوفير الاوكسجين للبكتريا ، وعملية تقليل مركبات النتروجين والفسفور ، فضلاً عن إنّ المحطة تعمل بطاقة (380) متر مكعب باليوم [23].

أماّ محطة معالجة مستشفى كركوك العام ومستشفى الاطفال العام ، تعمل بنظام الجرع المتتابعة (SBR) وهي تقنية تعمل على معالجة مياه الصرف الصحي ، على شكل دفعات في خزان واحد فقط ، ومحطة مستشفى كركوك هي مشابهة لمحطة مستشفى الاطفال تركية الصنع تتألف: من وحدتين تعمل كل وحدة منهما بطاقة(80) متر مكعب للوجبة الواحدة وفي معدل وجبتين في اليوم الواحد، إذْ إنّ محطات الصرف الصحي التقليدية الموجودة حالياً تعتمد على تقليل الاحتياج الحيوي للأوكسجين(BOD) من خلال المعالجة الهوائية دون أنّ تشمل عمليات بيولوجية لتقليل تركيز مركبات النتروجين والفسفور ، مما أدى إلى إرتفاع تركيزها بالمياه السطحية ، أنّ إرتفاع تركيز مركبات النتروجين والفسفور في المياه يؤدي إلى نمو الطحالب وبعض أنواع البكتريا المضرة ، إذْ إنّ عملية معالجة مياه الصرف الصحي تتضمن ثلاث مراحل رئيسية: أولاً تفصل المواد الصلبة عن مياه الصرف الصحي السائلة ثم تحول المواد العضوية الذائبة في المياه إلى مواد صلبة تدريجياً عن طريق ميكروبات دقيقة تتولد في المياه ، وفي المرحلة الأخيرة يتم التخلص من المواد الصلبة البيولوجية أو يعاد استعمالها ، ويمكن عندها تطهير المياه كيميائياً أو فيزيائياً ، ثم تضخ المياه المعالجة بعد ذلك إلى أي مجرى مائي[23] .

2.2 جمع العينات (النمذجة) :-

جمعت العينات الخاصة بالقياسات الفيزيائية والكيميائية ، باستعمال قناني من (البولي أثيلين)بحجم (2.0 لتر) محكمة السدّ، أما العينات الخاصة بقياس (BOD،COD) فقد جمعت بقناني خاصة ، وبأقل تهوية ممكنة ، وجرت (النمذجة) لكل مستشفى قبل وبعد المعالجة ، وعلى مدى ستة أشهر ابتداءً من شهر أيلول من عام (2016)م ، وحتى شهر شباط من عام (2017) م ، وذلك بمسك الحاوية من الأسفل ، وغمرها بالماء بعمق مقدارهُ ما يقارب (30 cm) ، وتركت الفوهة باتجاه تيار الماء ، أما في ما يخص العينات المخصصة في دراسة العناصر الثقيلة ، فقد جرى أخذ ما مقدارهُ (100 ml) من العينات أخذاً مباشراً بعد العودة إلى المختبر، وجرى ترشيح العينات وتحميضها بإضافة بضع قطرات من حامض النتريك المركز ، وحفظت العينات تلك لحين استكمال قياساتها.

3.2 فحوصات المياه :

تم أجراء مجموعة من الفحوصات الفيزيائية والكيميائية استناداً إلى الطرق القياسية المعتمدة عالميا [24] ، أذ جرى قياس درجات الحرارة باستعمال(المحرار الزئبقي) مدرج من(C^{o} 0 -100) ، والدالة الحامضية باستعمال(pH-meter) نوع (WTW/PH ION 735)بعد معايرتهِ بالمحاليل القياسية ،والتوصيلية الكهربائية (EC) والمواد الصلبة الذائبة الكلية (T.D.S) ب (EC-meter) من نوع (WTW) وعبر عن الناتج بوحدة (µS/cm) للتوصيلية، والمواد الذائبة الكلية

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

بوحدة (mg/L)، والمواد الصلبة العالقة (T.S.S) بالترشيح والتجفيف وعبر عن الناتج بوحدة (mg/L)، والنترات(NO_3^{-1}) تم قياسها باستعمال Spectrophotometer وعلى طول موجي (220nm و 275nm) والفوسفات (PO_4^{-3}) على طول موجي (700nm)، والكبريتات (SO_4^{-2}) بالكدرة ، وجرى قياس المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD_5) بوساطة جهاز قياس الأوكسجين المذاب نوع (Oxi Top/WTW) مع حاضنة عند درجة حرارة (25) مْ ولمدة خمسة أيام، والمتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) باستعمال ($K_2Cr_2O_7$) ، أما العناصر الثقيلة فقد تم قياسها باستعمال طيفا لامتصاص الذري بتقنية اللهب (Flame Atomic Absorption Spectrophotometer) من نوع (AA-350) من شركة (NOV- Germany) ، وباستعمال وقود (هواء/استيلين) جاف ذي نقاوةٍ مقدارها (99.99%)، إذْ يجري الحصول على النتائج بوحدات (mg/L) ،وجرى تحليل النتائج إحصائياً باستعمال اختبار(T-Test)، وبتطبيق البرنامج الاحصائي (Minitab-version.17).

3. النتائج والمناقشة :

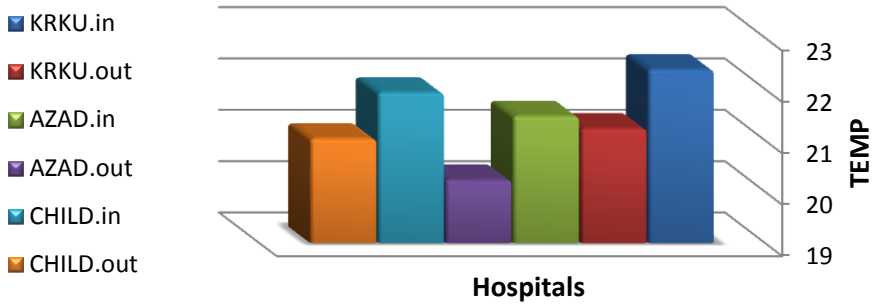
أن للمتغيرات الفيزيائية والكيميائية أهمية في تحديد صلاحية المياه سوى كانت مياه شرب أومياه نهر أو مياه صرف صحي ، أذ أن أهميتها تأتي من خلال ارتباطها مع بعضها البعض ،ومع الكائنات الحية المتواجدة معها في المياه أو من خلال التأثير على عمليات التعقيم وصفات المياه الأخرى ،ولغرض التعبير عن ضبط النتائج اختيرت مقاييس المعدل (Mean)، وقيمة الانحراف القياسي(Standard Deviation) لقيم المحددات البيئية لمياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات خلال مدة الدراسة .

1.3. درجات الحرارة : Temp. C°

تشير النتائج المبينة في الجدول 1 أنّ معدل درجات الحرارة في مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات ضمن مدة الدراسة تباينت ما بين (21.47-22.38) مْ للمياه الخام ،و (20.23-21.23) مْ للمياه المعالجة ، لوحظ بأن معدل درجات الحرارة في المياه الخام كانت أعلى دائماً بالمقارنة مع درجة حرارة المياه المعالجة، ويعزى السبب إنّ هذه المياه تكون نسبة الملوثات فيها أعلى بالمقارنة مع المياه المعالجة ، مما يؤدي إلى زيادة عمليات التحلل من قبل الاعداد الكبيرة من الاحياء المجهرية وزيادة الطاقة المنبعثة [21]، أما عن سبب الانخفاض في درجات حرارة المياه المعالجة فيرجع إلى بقاء المياه في أحواض المعالجة ، وتعرضها لعملية التهوية في المحطة مدة من الزمن ، وأن ارتفاع درجة الحرارة صيفاً يؤدي إلى زيادة نشاط الكائنات الدقيقة ، ثم زيادة استهلاك الأوكسجين المذاب لتحليل المواد العضوية وأكسدتها ،وانخفاض تركيز الاوكسجين المذاب بدورة يتناسب عكسياً مع المتطلب الحيوي للأوكسجين(BOD)،أما انخفاض درجة الحرارة سيؤدي إلى تقليل نشاط الأحياء المجهرية في عمليات التحلل للمواد العضوية نتيجة لانخفاض نشاط الأنزيمات والعمليات الأيضية [1] ، وارتفاع درجة الحرارة بمقدار (10 مْ) تضاعف من سرعة التفاعلات الكيميائية بصورة ملحوظة ، وتزيد من سمية الملوثات [25] ،فقد أظهرت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

احتمالية ($p>0.05$) بين مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات التي جرت الدراسة عليها ولوحظ من نتائج الدراسة أنّ معدل قيم درجات الحرارة للمياه المطروحة ، كانت جميعها ضمن الحد المسموح بهِ .



الشكل 1: معدل قيم درجات الحرارة في مياه الفضلات الخام والمعالجة

2.3. الدالة الحامضية : pH

أظهرت النتائج بأنّ معدل قيم الـ(pH) في مياه الفضلات الخام والمعالجة تباينت ما بين(6.828–7.032) للمياه الخام ، و(7.380–7.593) للمياه المعالجة ، والمبينة في الجدول 1 حيث وجد أن قيم الدالة الحامضية في المياه الخام كانت أقل بالمقارنة مع قيم الدالة الحامضية للمياه المعالجة ،والسبب يعود إلى الاعداد الكبيرة من الاحياء المجهرية والبكتريا المتوافرة، والتي تؤدي إلى تحلل وتفسخ المواد العضوية ، وتحرير كميات هائلة من ثنائي أوكسيد الكاربون(CO_2)، وكبريتيد الهيدروجين (H_2S) والأخير يمكنه أن يتأكسد لينتج حامض الكبريتيك (H_2SO_4) ، كما موضح في المعادلات الآتية[1].

$$4CH_3H_7O_2NS + 8H_2O \longrightarrow 4CH_3COOH + 4NH_3 + 4H_2S$$

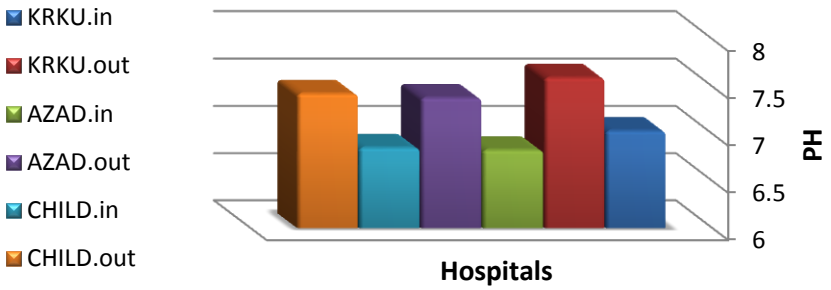
$$H_2S + 3O_2 \longrightarrow 2SO_2 + 2H_2O$$

$$2H_2SO_4 + O_2 \longrightarrow 2H_2SO_4$$

فضلاً عن عمليات التحلل والأكسدة البيولوجية للمواد العضوية ، وبخاصةً في الظروف اللاهوائية ، مما يؤدي إلى تكوين العديد من المركبات العضوية والاحماض الكربوكسيلية ،وبسبب وجود أملاح الكبريتات والنترات والكلوريدات ذات التأثير الحامضي بتراكيز عالية في المياه الخام [21] ، وبما أنّ قيم الدالة الحامضية في المياه بعد المعالجة ارتفعت نسبياً نحو حالة التعادل ، دالت على حدوث تحسناً نسبياً في قيم الدالة الحامضية ، ويؤثر في طبيعة النظام البيئي والخلايا الحية ومعدل نشاط الأنزيمات المتحكمة في العمليات الفيزيولوجية ، وأيضاً يؤثر في فعالية بعض المواد السامة [26] ، كما أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقات معنوية (على نسبة احتمالية $p\leq 0.01$) بين مياه الفضلات الخام والمعالجة ، ولوحظ بأنّ قيم الدالة الحامضية للمياه المطروحة من المستشفيات كانت ضمن الحد المسموح بهِ بحسب المحددات البيئية العراقية ، وهي عموماً متعادلة مع ميل باتجاه القاعدة الخفيفة

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

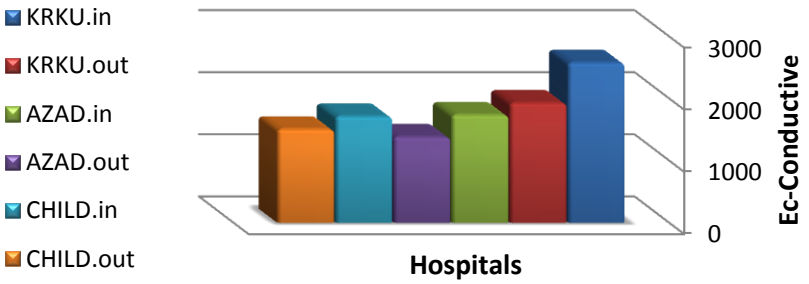
.



الشكل 2: معدل قيم الدالة الحامضية في مياه الفضلات الخام والمعالجة.

3.3. التوصيلية الكهربائية : EC

والجدول 1 أيضاً يبين ارتفاع معدل قيم التوصيلية الكهربائية في مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات ، التي تباينت ما بين (2576–1709µS/cm) للمياه الخام ، و(1927–1379S/cm)µ للمياه المعالجة ،فقد أظهرت النتائج أن قيم التوصيلية في المياه الخام كانت أعلى بالمقارنة مع المياه المعالجة ، يعزى السبب إلى طبيعة المطروحات السائلة من المستشفيات ، فضلاً عن التفاعلات التي تحدث بين المركبات الحامضية المتكونة من عمليات الأكسدة ، والتحلل البايولوجي مع المركبات القاعدية المتوافرة في المواد العالقة مثل($CaCO_3$)التي تتحول إلى $Ca(HCO_3)_2$ ، من ما يزيد من قيم التوصيلية، أما عن سبب الانخفاض يرجع إلى عمليات المعالجة البايولوجية التقليدية ، فضلاً عن عمليات الترسيب التي تحدث فيه[27]،تتأثر التوصيلية بدرجة حرارة الماء لأنها تؤثر في حركة و أتجاه الايونات ، إذْ أنّ العلاقة طردية بين التوصيلية ودرجة الحرارة ، والأملاح الذائبة في الماء[28] ،كما أظهرت نتائج التحليل الاحصائي بين المياه الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات وجود فروقات معنوية (على نسبة احتمالية $p\leq0.05$) في مستشفى كركوك ، أما عن مستشفى آزادي فقد تبين وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على نسبة احتمالية $p\leq0.01$) ، لكنّ في مستشفى الاطفال ، فقد تبين عدم وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على نسبة احتمالية $p>0.05$)، هذا ما يؤكد على أنّ نسبة الملوثات السائلة المطروحة من مستشفى الأطفال كانت أقل مقارنتاً مع مستشفى كركوك العام ومستشفى آزادي التعليمي

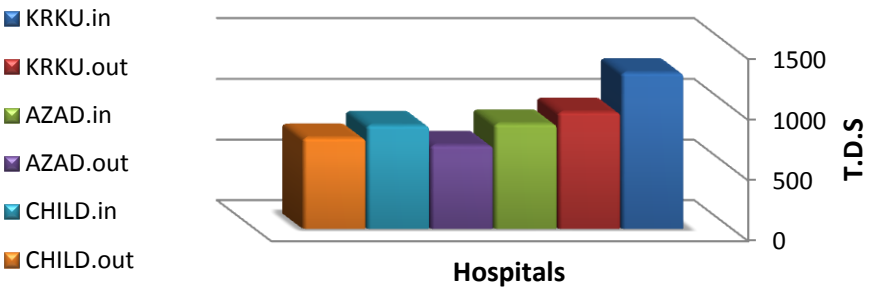


الشكل 3: معدل قيم التوصيلية في مياه الفضلات الخام والمعالجة

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

4.3 مجموع المواد الصلبة الذائبة الكلية : T.D.S

إن الارتفاع والانخفاض في قيم التوصيلية، كان متزامناً مع الارتفاع والانخفاض في قيم ال .[29] (T.D.S) ، تشير النتائج المبينة في الجدول1 أنّ معدل قيم ال .(T.D.S) في مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات تباينت ما بين (855–1288) ملغم/لتر للمياه الخام ، و(690.2–964) ملغم/لتر للمياه المعالجة ، لوحظ أن قيم الـ(T.D.S) في مياه الخام كانت أعلى دائماً بالمقارنة مع مياه المعالجة ، ويعود سبب الانخفاض إلى عمليات المعالجة التقليدية في المحطات فضلاً عن عمليات الترسيب التي تحدث ، أما عن ارتفاع تراكيزها يعود إلى طبيعة المطروحات المختلفة ، فإذا كانت مواد عالقة ، يمكن أن تترسب في قعر المياه، أما إذا كانت مواد ذائبة فأنها باقية لتشكل عباً على نوعية المياه [27]، فضلاً عن كمية المواد العضوية المتوافرة في هذه المياه ، إذْ أن (75%) من المواد العضوية العالقة ، و(40%) من المواد الذائبة في مياه الفضلات هي مواد عضوية بطبيعتها ، فضلاً عن الكاربونات والبيكاربونات والنترات والكبريتات والكلوريدات [30] ، بشكل عام فأنّ المعالجة التقليدية ، لا تؤثر على تركيز (T.D.S) لكونها مواد ذائبة في الماء [31]، أماّ إحصائياً فقد أظهرت نتائج التحليل عدم وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية $p>0.05$) في مستشفى الاطفال ، أما عن مستشفى كركوك فقد أظهرت نتائج التحليل وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية$p\leq0.05$) لكنّ مستشفى آزادي فقد بينت النتائج وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية$p\leq0.01$)،إذْ ترافقت قيم الـ(T.D.S) مع التوصيلية احصائياً ، ومع ذلك مازالت المطروحات متجاوزة الحد المسموح بهِ حسب المواصفات العراقية لنظام حماية الأنهار من التلوث.



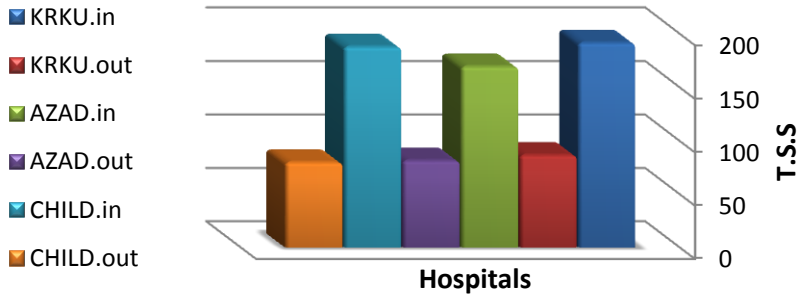
الشكل 4: معدل قيم الـ(T.D.S)في مياه الفضلات الخام والمعالجة

5.3 مجموع المواد الصلبة العالقة الكلية : T.S.S

لوحظ أن زيادة تركيز الـ(T.S.S) تجعل المياه غير صالحة للاستعمالات البشرية، وقتلها للأحياء المائية غير القادرة على تحمل الأوساط المالحة ، وزيادة حجبها لأشعة الشمس في البيئة المائية هو الأمر الذي يزيد من أهمية دراستها [32] ، حيث تشير النتائج التي تم التوصل إليها في الجدول 2 أن معدل قيم الـ(T.S.S) في مياه الفضلات الخام والمعالجة تباينت ما بين(169.5–191.7) ملغم/لتر للمياه الخام ، و(80.0–86.8) ملغم/لتر للمياه المعالجة ، بينما وجد أن معدل تركيز (T.S.S)في المياه الخام كانت أعلى دائماً مقارنتاً مع مياه المعالجة ، ويعزى هذا التباين إلى عمليات المعالجة التقليدية المتوافرة في المحطة ، فضلاً عن عمليات الترسيب التي تحدث [27] ،فقد تبين من خلال التحليل الإحصائي للنتائج وجود

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

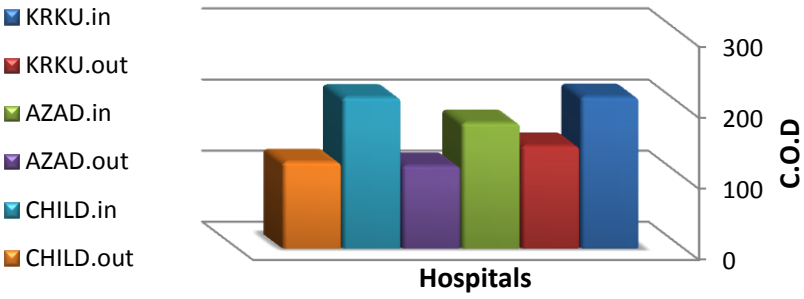
فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية $p\leq0.01$) بين مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات التي جرت الدراسة عليها ، ومع هذا مازالت هذه المطروحات متجاوزة للمواصفات القياسية لنظام حماية الأنهار .



الشكل 5: معدل قيم الـ(T.S.S) في مياه الفضلات الخام والمعالجة

6.3. المتطلب الكيميائي للأوكسجين : COD

توضح النتائج المبينة في الجدول 1 أيضاً معدل قيم الـ(COD) في مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة ، التي تباينت ما بين (177–213.5) ملغم/لتر للمياه الخام ، و(116.7–144.8) ملغم/لتر للمياه المعالجة ،وجد بأن هناك ارتفاعاً ملحوظاً في قيم الـ(COD) في مياه الفضلات الخام والمعالجة وهذا يؤكد أن المياه تحوي على كميات كبيرة من المواد العضوية ، التي تكون صعبة التحلل بايولوجياً ، فأوضحت نتائج الدراسة ضعف قدرة المعالجة في خفض قيم الـ(COD) في المياه المعالجة بالمقارنة مع قيمها قبل المعالجة ، وغالباً ما تكون قيمة (COD) أعلى من قيم (BOD)، لأنها تعبر عن كمية الأوكسجين المستهلك في أكسدة المواد القابلة للتأكسد كيميائياً وحيوياً [33] ، أنّ قيم الـ(COD)في مياه الخام كانت هي الأعلى دائماً ، والسبب يعود إلى تركيز المواد العضوية في المياه الخام أعلى بالمقارنة مع المياه المعالجة ، فضلاً عن عمليات المعالجة البايولوجية التقليدية الموجودة في المحطة ، التي تعتمد على التهوية والترسيب في أسلوبها[19] ، أماّ إحصائياً فقد أظهرت نتائج التحليل وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية $p\leq0.05$) بين مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات المدروسة ، ومع ذلك مازالت هذه المطروحات متجاوزة للمواصفات القياسية.



الشكل 6 : معدل قيم (C.O.D) في مياه الفضلات الخام والمعالجة .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

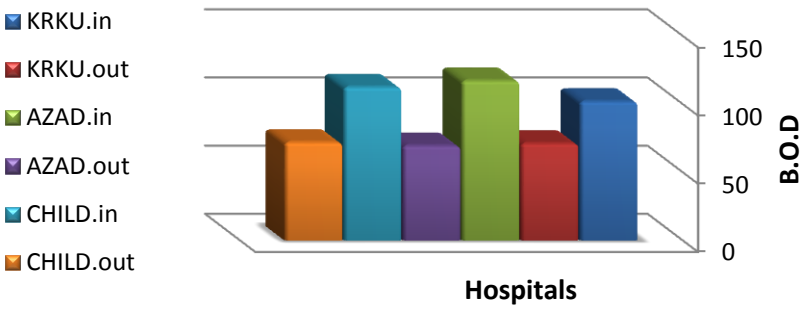
7.3. المتطلب الحيوي للأوكسجين : BOD_5

وأظهرت النتائج في الجدول 1 ارتفاع تركيز المواد العضوية في مياه الفضلات الخام ، التي تباينت ما بين (117.2–102.0) ملغم/لتر ، ويرجع سبب الارتفاع إلى احتوائها على كميات كبيرة من الفضلات العضوية كفضلات الانسان ، وبقايا المخلفات الطبية ، وبقايا الطعام والمطابخ، من ما ينعكس سلباً على تركيز الأوكسجين المذاب ، ثم حدوث عمليات التحلل اللاهوائي (Anoxicdegradation) للمواد العضوية ، ومركبات الكبريتيد نحو(H_2S)، وغاز الامونيا (NH_3) ، وانبعاث الروائح الكريهة والمزعجة وهي نواتج ضارة بالبيئة المائية ،وفق ما في المعادلات التالية[19]:

$$4CH_3H_7O_2NS + 8H_2O \longrightarrow 4CH_3COOH + 4NH_3 + 4H_2S$$

$$4CH_3COOH + 8H \longrightarrow 5CH_4 + 3CO_2 + 2H_2O$$

أما عن المياه المعالجة ، فقد تباينت تراكيز الحمل العضوي ما بين (72.0–69.5) ملغم/لتر، إذْ تبين أنّ قيم (BOD_5) في المياه الخام قبل المعالجة هي الأعلى دائماً بالمقارنة مع قيم المياه المعالجة ، والسبب يعود إلى عمليات المعالجة البايولوجية التي تمر بها الفضلات السائلة المطروحة من المستشفى [27]، أما إحصائياً فقد أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية $p\leq0.05$) بين مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات، ولقد تبين بأن هنا كتوافق بين قيم (BOD_5) و(COD) من خلال التباين الاحصائي ،ومع ذلك مازالت هذه المطروحات متجاوزة للمواصفات القياسية العراقية لنظام حماية الأنهار من التلوث.



الشكل7: معدل قيم (BOD) في مياه الفضلات

8.3. أيون الفوسفات : PO_4^{-3}

كما أظهرت الدراسة بان معدل تركيز أيون الفوسفات في مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات تباينت ما بين(8.75–6.50) ملغم/لتر للمياه الخام ، و(5.82–4.33) ملغم/لتر للمياه المعالجة ، والمبينة في الجدول1 وكما تبين بأن تركيز أيون الفوسفات في المياه الخام هي أعلى بالمقارنة مع المياه بعد المعالجة، ويعود سبب هذا الارتفاع في مياه الفضلات الخام هو نتيجة توافر مواد التنظيف ومساحيق الغسيل في مياه المجاري ، لأن المصدر الرئيس للفوسفات

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

في مياه الصرف الصحي هي مساحيق التنظيف ، التي تحوي على المادة الفوسفورية (Builder) المنشطة، المتوافرة في سوائل التنظيف التي تستعمل بكثرة ، وأكثر هذه المنشطات هو متعدد فوسفات الصوديوم (STPP) (Sodium tri-poly phosphate) ($Na_5P_3O_{10}$) شيوعاً ، الذي يتحلل مائياً بسرعة إلى مكونات بسيطة [34] ، والموضحة في المعادلات الآتية

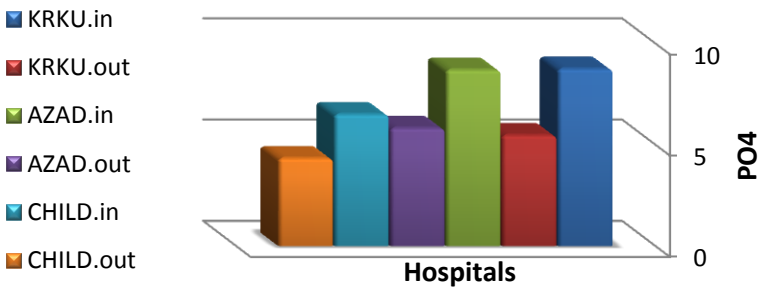
$$Na_5P_3O_{10} + 2H_2O \longrightarrow 2Na_2HP_4 + NaH_2PO_4$$

$$NaH_2PO_4 \longrightarrow Na^+ + H_2PO_4$$

فضلاً عن تفسخ المواد العضوية الفسفورية بوساطة البكتريا لتكوين الفوسفات[17] .

$$\text{Organic Comp.} + O_2 \longrightarrow PO_4^{-3} + H_2O + CO_2$$

وفضلاً عن العلاقة العكسية بين أيونات الفوسفات والاوكسجين المذاب، فاذا انخفاض تركيز (DO) يعمل على زيادة تحول مركبات الفوسفات من الهيئة غير الذائبة الى الهيئة الذائبة [1] ،أماّ عن تركيز الفوسفات بعد المعالجة ، فقد لوحظ انخفاضها في جميع المستشفيات ، والسبب يرجع إلى عمليات المعالجة البايولوجية التقليدية لدى أكسدة المواد العضوية فأنه تجري إزالة بسيطة للفوسفات، أما إحصائياً فقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية $p\leq 0.05$) بين مياه الفضلات الخام والمعالجة في مستشفى كركوك ، ومستشفى آزادي ، أما عن مستشفى الأطفال فقد تبين من تحليل النتائج وجود فروقات معنويةٍ (على مستوى احتمالية $0.01p\leq$)، ومع هذا مازالت هذه المطروحات متجاوزة للمواصفات القياسية العراقية لنظام حماية الأنهار من التلوث .



الشكل 8: معدل قيم (PO_4) في مياه الفضلات الخام والمعالجة .

9.3. أيون النترات : NO_3^{-1}

كما تشير النتائج المبينة في الجدول1 إلى معدل تركيز أيونات النترات في مياه الفضلات الخام والمعالجة ، والتي تباينت ما بين (14.5-17.25)ملغم/لتر للمياه الخام ، و(12.90-17.33) ملغم/لتر للمياه المعالجة ، ويعود سبب الزيادة في تراكيز أيونات النترات ، هو كثافة ما يطرح من فضلات سائلة ملوثة من قبل المستشفى ،والمتمثلة في مياه الصرف الصحي والتي

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

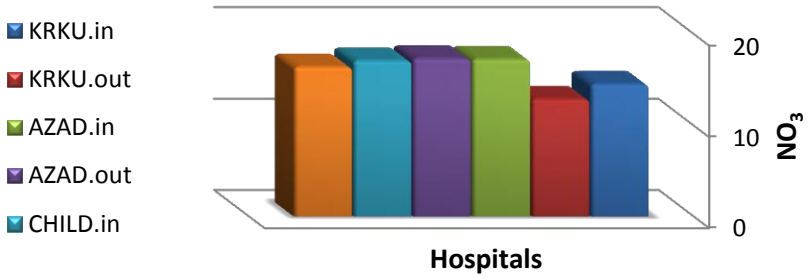
تحوي على كميات كبيرة من المواد البروتينية التي تتحلل بوساطة الاحياء المجهرية إلى مركبات نيتروجينية[35] ، والنترات يكون مصدرها الاساسي من النتريت (NO_2) المتكون من الامونيا بفعل نشاط البكتريا الهوائية ،والموضحة في المعادلات الآتية [36] :

$$NH_3 + Oxygen \longrightarrow NO_2 + energy$$

$$NO_2 + Oxygen \longrightarrow NO_3 + energy$$

لهذا تكون تراكيز أيونات النترات في المياه المعالجة مساوية أو أعلى بقليل لتراكيزها في المياه الخام ، والسبب يعود إلى عملية الأكسدة للمركبات النيتروجينية المتوافرة في المياه والنترات وحدها لا تشكل خطر على الكائنات الحية ، أما الخطورة فهي تكمن في مشتقاتها التي تنتج بفعل الكائنات الدقيقة المتوافرة في القناة الهضمية (المعدة) ، ومنها النتروزامين(Nitrosamine)هي مادة مسرطنة، والتي تسبب سرطان المعدة ، وأيضاً هيدروكسيل الأمين (Hydroxylamine)

الذي ينتج من بعض أنواع البكتريا ، التي تنشط على النترات وتسبب طفرات جينية [37]،أماّ إحصائياً فقد تبين من تحليل النتائج عدم وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية $p>0.05$) بين مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات التي جرت عليها الدراسة ، مع ذلك مازالت هذه المطروحات متجاوزة للمواصفات القياسية العراقية لنظام حماية الأنهار .



الشكل 9 : معدل قيم (NO_3) في مياه الفضلات الخام والمعالجة.

10.3. أيون الكبريتات : SO_4^{-2}

تعدّ الكبريتات واحدة من أهم الفحوصات الكيميائية، لأنها من الأيونات المسببة للعسرة الدائمية، أذا توافرة على هيئة كبريتات الكالسيوم والمغنسيوم في المياه ، أما ّسبب زيادة تركيز الكبريتات في الماء ، يرجع إلى الاستعمالات البشرية[29]، حيث توضح النتائج في الجدول 1 تركيز أيون الكبريتات في المياه الخام التي تباينت ما بين (271.8–218.5 ملغم/لتر ، ويعزى هذا الارتفاع في المياه الخام لأيونات الكبريتات إلى عمليات التحلل اللاهوائي للمركبات الحاوية

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

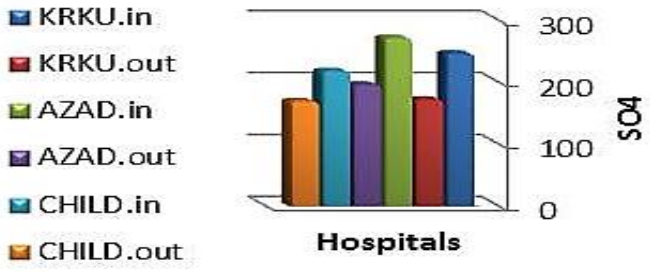
على الكبريت ، وتكوين كبريتيد الهيدروجين ، الذي قد يتأكسد هوائياً إلى حامض الكبريتيك [38] ، وفق ما هو موضح في المعادلات الآتية :

$$2[CH_2O] + SO_4^{-2} \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

$$S^{-2} + 2H^{+} \longrightarrow H_2S$$

$$H_2S + 2O_2 \longrightarrow H_2SO_4$$

وانبعاث الروائح الكريهة نتيجة عمليات التحلل للاهوائي ، وتزداد هذه التأثيرات في فصل الصيف [1]، أماّ عن تركيز أيون الكبريتات في المياه المعالجة ، فكانت أقل بالمقارنة مع المياه الخام ، والتي تباينت ما بين (169.3–196.2) ملغم/لتر ، يعزى سبب الانخفاض في تركيز أيون الكبريتات إلى عمليات المعالجة التقليدية ، فضلاً عن عمليات الترسيب التي تحدث فيها، وتسبب كبريتات الصوديوم أو المغنسيوم بنسبة (25 ppm) الاسهال، لذا تستعمل كملين في حالات الامساك ،وأن توافرها بنسبة (600 ppm)تسبب الاسهال الشديد الذي يعقبه الجفاف ، لهذا تأتي أهمية دراسة أيون الكبريتات في المياه ، بسبب تأثيرها المباشرة على صحة الأنسان، لأنها من مسببات العسرة الدائمية في المياه، والتي تؤدي إلى مشاكل متعددة أثناء استعمال هذه المياه ، وأن توافرها بتراكيز عالية في مياه المجاري يسهم في تأكل الأنابيب [39]، أماّ إحصائياً فقد بيبت نتائج التحليل بين مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات ، إلى وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية $p\leq0.01$) في مستشفى كركوك ومستشفى آزادي ، أماّ مستشفى الاطفال فقد تبين وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية $p\leq0.05$)، مع هذا مازالت هذه المطروحات غير متجاوزة للمحددات القياسية العراقية لنظام حماية الأنهار من التلوث .



الشكل 10: معدل قيم (SO_4) في مياه الفضلات الخام والمعالجة .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

الجدول 1: نتائج تحليل مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من مستشفيات مدينة كركوك

PO_4^{-3} (mg/L)	NO_3^{-1} (mg/L)	SO_4^{-2} (mg/L)	B.O.D mg/L)	C.O.D. (mg/L)	T.S.S. (mg/L)	T.D.S (mg/L)	EC. µS/cm	pH. Unit	Temp. C°	المعايير / المواقع	
8.75 ±2.67	14.53 ±5.83	246.8 ±35.3	102.0 ±33.4	213.5 ±72.5	191.7 ±46.9	1288 ±287	2576 ±572	7.032 ±0.237	22.38 ± 7.01	IN	مستشفى كركوك العام
5.47 ±1.52	12.90 ±4.00	172.3 ±17.9	71.17 ±8.57	144.8 ±36.9	86.8 ±14.6	964 ±174	1927 ±348	7.593 ±0.273	21.23 ± 6.82	OUT	
*2.62	ns0.57	**4.59	*2.39	*2.67	**5.23	*2.37	*2.37	**-3.81	ns 0.29	L.S.D	
8.70 ±2.27	17.25 ±4.86	271.8 ±49.5	117.2 ±42.8	177.0 ±43.3	169.5 ±34.0	867.3 ±98.4	1733 ±198	6.828 ±0.316	21.47 ± 6.84	IN	مستشفى آزادي التعليمي
5.82 ±1.31	17.33 ±4.53	196.2 ±26.5	69.50 ±10.5	116.7 ±27.8	81.7 ±10.2	690.2 ±88.6	1379 ±177	7.380 ±0.291	20.23 ± 6.87	OUT	
*2.69	ns-0.03	**3.30	*2.69	*2.87	**6.06	**3.28	**3.27	**-3.15	ns 0.31	L.S.D	
6.50 ±1.16	17.08 ±5.68	218.5 ±37.8	112.5 ±33.9	212.7 ±95.5	188.0 ±26.0	855 ±125	1709 ±250	6.852 ±0.222	21.92 ± 6.94	IN	مستشفى الأطفال العام
4.333 ±0.911	16.40 ± 2.73	169.3 ±23.6	72.0 ±11.5	121.8 ±16.2	80.0 ±13.7	751 ±107	1502 ±214	7.423 ±0.191	21.03 ± 6.86	OUT	
**3.59	ns0.27	*2.70	*3.59	*2.30	**9.01	ns1.54	ns1.54	**-4.78	ns 0.23	L.S.D	
3	50	400	40	100	60	-	-	9.5 -6	35 .C°	المحددات البيئية	

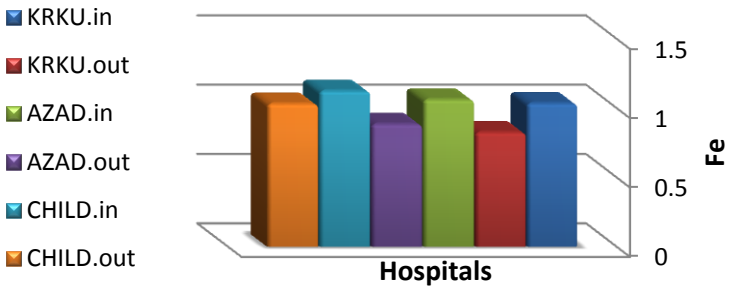
L.S.D = Least Significant difference ، In = قبل المعالجة ، Out = بعد المعالجة

11.3. الحديد : Fe

أظهرت النتائج وجود تراكيز متباينة لأيونات الحديد، حيث تذبذب تراكيز أيونات الحديد في الفضلات الخام ما بين (1.035–1.124) ملغم/لتر ، وفي المياه بعد المعالجة ، إذ تذبذب التركيز ما بين (0.826–1.031) ملغم/لتر ، والمبينة في الجدول 2 ويرجع الارتفاع في تركيز أيونات الحديد إلى ما يطرح من ملوثات متباينة، فضلاً عن عملية الصدأ، فقد لوحظ من سير النتائج ، إنّ معدل قيم تركيز أيونات الحديد في المياه الخام هي أعلى بقليل من المياه بعد المعالجة ، فضلاً عن إنّ العديد من الدراسات أوضحت أن عمليات الهضم اللاهوائي للحمأة أثناء خطوات معالجة مياه الصرف الصحي تؤدي إلى أنتاج مواد حامضية مثل حامض الفورميك والخليك، وكبريتيد الهيدروجين ، وهذه الأوساط الحامضية للحمأة تؤدي إلى هجرة العناصر الثقيلة منها إلى مياه الصرف الصحي وتزيد نسبتها داخل المياه ، ربما هذه الاستنتاجات تساعد في توضيح أسباب بقاء تراكيز بعض العناصر الثقيلة متقاربة بالمقارنة مع مياه المصدر ، على الرغم من خطوات المعالجة التقليدية المتعاقبة في المحطة [40]، فقد تبين من خلال نتائج الدراسة أن

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

عنصر الحديد من أكثر العناصر المتوافرة في الفضلات السائلة المطروحة من المستشفيات ،يتوافر بصور متعددة اعتماداً على الدالة الحامضية ، وعلى كمية الأوكسجين المذاب في المياه ، [21]، أماّ إحصائياً فقد تبين عدم وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية $p>0.05$) بين معدل تركيز أيونات الحديد في مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات.

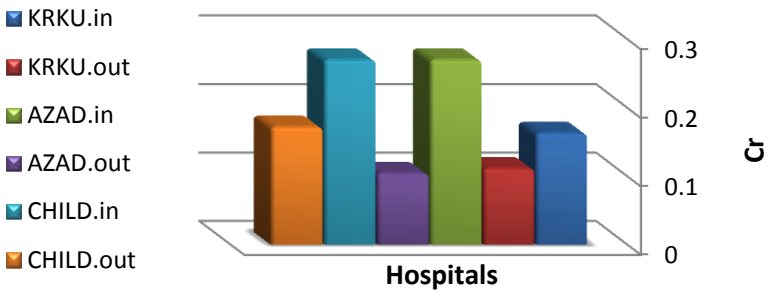


الشكل 11: معدل تركيز أيونات الحديد في مياه الفضلات الخام والمعالجة.

12.3. الكروم: Cr

يعدّ الكروم من العناصر ذات الانتشار الواسع في القشرة الأرضية ، ولا يتوافر الكروم حراً في الطبيعة ، وأهم معادنهِ هي الكرومايت (Cr_2O_4[41]) ، وعنصر الكروم له حالات أكسدة عدة ومن أهمها بيولوجياً وأكثرها استقراراً ، هي حالات الأكسدة (3+) و(6+) والحالة الثلاثية تكون أدنى سمية من الحالة السداسية ، وتزداد سمية الكروم في المياه ، إثر نقصان القاعدية والعسرة ، ويسبب أيون الكروم السداسي التسمم للإنسان ، ومن بين أعراضه: حدوث التهابات في الجلد ويصبح الوجه متورماً وحدوث تقرحات دائرية الهيئة تدعى بـ(الثقوب الكروم)[42]، وأظهرت النتائج في الجدول 2 إنّ معدل تركيز أيونات الكروم في مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة ، تباينت ما بين (0.163–0.270) ملغم/لتر للمياه الخام، و(0.1043–0.1722) ملغم/لتر للمياه المعالجة ، يعزى سبب ارتفاع تركيز أيونات الكروم في المياه الخام إلى تأثير المواد العضوية المطروحة من المستشفى والصرف الصحي ، أما معدل تركيز أيونات الكروم بعد المعالجة فيلاحظ انخفاضها ، هذا يرجع إلى عمليات المعالجة البايولوجية التقليدية ، فضلاً عن عمليات الترسيب التي تحدث في المحطة ، مع ذلك فأن هذه المطروحات مازالت متجاوزة للمحددات البيئية العراقية ، ويرجع السبب إلى عدم وجود وحدات مختصة في معالجة العناصر الثقيلة في المحطة ، أماّ إحصائياً فقد تبين من تحليل النتائج عدم وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية $p>0.05$) لمعدل تركيز أيونات الكروم بين المياه الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات ضمن مدة الدراسة

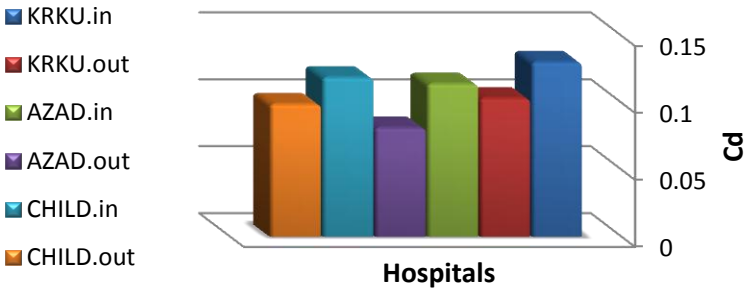
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)



الشكل 12: معدل تركيز أيونات الكروم في مياه الفضلات الخام والمعالجة

13.3.الكادميوم: Cd

يعدّ الكادميوم من العناصر السامة ، له تأثيرات سلبية على العمليات الحيوية ، من أهمها تأثيرها في عمل الأنزيمات ، ويعمل على تغير في تركيب الانزيم ويثبط فعاليته ، ويسبب احداث طفرات وراثية ، وأمراض سرطانية للإنسان [21]، حيث تشير النتائج المبينة في الجدول 2 إلى معدل تركيز أيونات الكادميوم في المياه الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات ، والتي تباينت ما بين (0.0827–0.276)ملغم/لتر للمياه الخام ، و(0.0445–0.0896) ملغم/لتر للمياه المعالجة، أما عن معدل تركيز أيونات الكادميوم بعد المعالجة ، فيلاحظ انخفاضها في جميع المستشفيات ، هذا الانخفاض يعود إلى عمليات المعالجة البايولوجية التقليدية عند أكسدة المواد العضوية ، فأنه تتم إزالة بسيطة للعناصر الثقيلة فضلاً عن عمليات الترسيب التي تحدث في المحطة، يتوافر الكادميوم في المياه بهيئة ذائبة مثل (كلوريد الكادميوم) ، وبهيئة غير ذائبة مثل (أوكسيد الكادميوم) [42]، مع ذلك فأن تركيز أيونات الكادميوم يؤشر تجاوز حتى بعد مراحل عملية المعالجة ، هذا سيؤدي إلى تشجيع حدوث ظاهرة تلوث المياه ، يرجع سبب التذبذب في تركيز أيونات الكادميوم إلى نوعية وكمية المخلفات التي تطرح من المستشفى دون أي معالجة مسبقة لأن مصادر التلوث تأتي من المنظفات والأصباغ التي تحوي على العناصر الثقيلة والنزرة ومنها الكادميوم[43] ،أما إحصائياً تبين عدم وجود فروقاتٍ معنويةٍ (على مستوى احتمالية $p>0.05$) لمعدل تركيز ايونات الكادميوم بين مياه الفضلات الخام والمعالجة المطروحة من المستشفيات.



الشكل 13: معدل تركيز أيونات الكادميوم في مياه الفضلات الخام والمعالجة.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

الجدول 2: معدل تركيز أيونات العناصر الثقيلة في مياه الفضلات الخام والمعالجة.

Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	العناصر الثقيلة / المواقع	
0.1304 ±0.0947	0.163 ±0.110	1.035 ±0.407	IN	مستشفى كركوك العام
0.1033 ±0.0767	0.1115 ±0.0923	0.826 ±0.401	OUT	
^{ns}0.54	^{ns}0.87	^{ns}0.89	L.S.D	
0.1141 ±0.0745	0.270 ±0.266	1.062 ±0.353	IN	مستشفى آزادي التعليمي
0.0813 ±0.0701	0.1043 ±0.0142	0.885 ±0.258	OUT	
^{ns}0.79	^{ns}1.52	^{ns} 0.99	L.S.D	
0.1189 ±0.0726	0.270 ±0.188	1.124 ±0.218	IN	مستشفى الأطفال العام
0.0989 ±0.0648	0.1722 ±0.0719	1.031 ±0.244	OUT	
^{ns}0.627	^{ns}1.18	^{ns}0.70	L.S.D	
0.01	0.1	2.00	المحددات البيئية العراقية	

L.S.D = Least Significant difference ، In = قبل المعالجة ، Out = بعد المعالجة

المصـــادر

[1] عبد العزيز يونس طليع الصفاوي، ***"دراسة كمية ونوعية الفضلات السائلة المطروحة من مدينة الموصل وتأثيرها على نوعية مياه نهر دجلة"*** وقائع المؤتمر العلمي الاول لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث . جامعة الموصل – العراق ,5- 6 حزيران ، 1 (2007).

[2] M. K. Hill, ***"Understanding Environmental Pollution"***, 3th Ed., Cambridge University press, Cambridge (2010).

[3] نضال تحسين طه, هشام عبد الرزاق احمد، ثائر ابراهيم قاسم، ***"استخدام عدس الماء Lemna ssp. في ازالة العناصر المغذية من مياه الصرف الصحي و الاستفادة من كتلته الحية غذاءاً مكملاً في علائق الاسماك"***، المؤتمر العلمي الخامس لكلية الزراعة – جامعة تكريت، 234 (2011).

[4] ***"Managing and tracking medical waste., a guide to the federal program for generators"***, Environmental protection Agency, Washington DC, United States, (1989).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

[5] Mark. J. Hammer, ***"Water and Wastewater. Technology",*** 6th Ed., Prentice Hall of India, (2008).

[6] Fernandez, N., Ramirez, A. and Solano, F., ***"Physico-Chemical Water Quality Indices - A Comparative Review –",*** Revista Bistua, 2(1), 19 (2004).

[7] B. J. Alloway, and D. C. Ayres., ***"Chemical principles of Environmental pollution",*** 2nd Ed., Blackie Academic and professional (1997).

[8] Kobori, H. O., Ham, Y. S. and Saito, T. S. ***"Environmental Assessment".*** 151, 1 (2009).

[9] وليد محمد عبود، ظافر فزع علي، فراس شمس عباس، علاء طه ياسين، ***"تغاير تراكيز العناصر الثقيلة في مياه نهر دجلة في مدينة بغداد"*** . المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك ، 7(2)، 14 (2015).

[10] علي حسون حمادي، خالد رشد، أحمد رمضان، مجلة علوم المستنصرية - 16, 23 (4). (2005) .

[11] كمونة، حيدر عبدالرزاق ***. "ندوة البيئة البشرية في الوطن العربي"*** ، بغداد 17-21 أيلول . (1978).

[12] Kugelman, I. J. and Carty, P. L.***"Cation toxicity and simulation in anaerobic waste treatment",*** 19th. Industrial waste conference, USA, 667. (1978).

[13] S. M. AL-Rawi, G. Kh. Hana, A. R. Ali, ***"Performance of two Hospital Wastewater treatment plants in removing various pollutants".*** AL-Muhandis, 123, 17 (1997).

[14] B. Laura, C. Rob, ***"Medical waste treatment technologies. Health care without arm***the company for environmentally responsible Health care. www.noharm.org/nonincineration. (2000).

[15] سفيان محمد سعيد الدليمي، ***"تقييم كفاءة المعالجة البايولوجية لبعض المستشفيات في مدينة الموصل"،*** رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل/ العراق (2002).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

[16] زينة فخري اسماعيل الهاشمي, ***"تأثير كيمياويات مطروحات بعض المستشفيات في مدينة الموصل على المعالجة البايولوجية لمياه الفضلات"*** . رسالة ماجستير , كلية الهندسة , جامعة الموصل/العراق (2005).

[17] ضياء الدين سالم، مهند هادي حسن، علي راضي عيسى، فاهم عبد علي، ***"دراسة بعض محددات التلوث في مياه الصرف الصحي لمستشفيات النجف الأشرف"*** . مجلة البحوث الجغرافية ،11، 215 (2009) .

[18] مصعب عبد الجبار التمر، عمار ثامر حمد، ***" تقييم أداء محطة معالجة فضلات معمل شركة أدوية نينوى "***، مجلة تكريت للعلوم الهندسية ، 18(4) , 17 (2012) .

[19] عبد العزيز يونس طليع الصفاوي، نور ضياء صالح الطائي، ***"دراسة بيئية وبكتريولوجية للفضلات السائلة من المستشفيات مدينة الموصل"*** . مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، 18(4)، 86 (2013) .

[20] R.J. Aziz, F.S. AL-Zubaidy, H. J. AL-Mathkhur, J. Musenga, ***"Physico-chemical and Biological Variables of Hospitals Waste Water in Erbil City".*** Iraq Journal of Science, 55(1), 84 (2014).

[21] ياسين نجاح الفهداوي، ***"تأثير ملوثات مستشفى الرمادي العام في الصفات التشريحية لبعض الأنواع النباتية في نهر الفرات"*** رسالة ماجستير، كلية العلوم – جامعة تكريت / العراق (2015).

[22] S.A. AL-Hiyaly, M. N. AL-Azzawi, ***"Evaluating the Effects of Medical City Waste Water on Water Quality of Tigris River"***. Eng. and Tech. Journal., 34(3), part (B), 405 (2016).

[23] وليد أبراهيم عبدالله، أسامة جورج أمين، ***"دراسة حول تطوير وتحسين عمل محطات معالجة المياه المصرفة للمستشفيات في محافظة كركوك"*** . وزارة العلوم والتكنولوجيا / مكتب الاستشارات العلمية والفنية (2016) .

[24] APHA, AWWA, WPCF. ***"Standard Method for the Examination of Water and Wastewater",*** 16th Ed. New York, 1268 (1985).

[25] Haidekker, ***"The Effect of Water Temperature Regime on Benthic Macro invertebrates",*** Ph.D. Thesis. University of Duisburg-Essen, CE. (2004).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

[26] J. B. Barber, E.F. Millano, and K. Chandran, ***"Industrial Waste water Management Treatment and Disposal"*** McGraw Hill, USA, (2008).

[27] أزهار يونس رضا العساف ***"دراسة بيئية لمطروحات وادي الدانفلي في مدينة الموصل"*** . رسالة ماجستير , كلية التربية - جامعة الموصل/ العراق (2009) .

[28] M. J. Hammer, ***"Water and Wastewater Technology"***, 2nd Ed., John Wiley and Sons, 24 (1986).

[29] H. J. Meded., ***"Assessment the Risk of Sewage waste water at AL-Khassa River its impact on Soil and Plants located in the region".*** M.Sc. Thesis, College Science, University Tikrit. Iraq (2016).

[30] روعة رضوان عبد الباري، ***"معالجة تلوث المياه الصناعية الملوثة بالكبريتات في مصفى الدورة – العراق "*** . رسالة ماجستير, كلية التربية- أبن الهيثم للعلوم الصرفة – جامعة بغداد/ العراق (2016) .

[31] ليلى خورشيد أرسلان، تغريد هاشم النور، عمر حمد شهاب العبيدي، ***"الكيمياء البيئة والتلوث البيئي"*** . الطبعة الاولى , عمان - الاردن، (2016).

[32] فاهم عبد علي، علي راضي، مهند هادي حسن، قاسم كاظم محمد و ضياء الدين سالم، ***"تقييم كفاءة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في النجف الشرف"*** . مجلة الكوفة لعلوم الكيمياء ، 1، 1 (2009).

[33] ماجدة صباح العنزي، منال محمد اكبر و ابتسام مهدي عبد الصاحب، ***"تقيم كفاءة محطة حمدان لمعالجة مياه الصرف الصحي في محافظة البصرة"***، مجلة علوم ذي قار، 5(1)، 2 (2014).

[34] لطيف حميد، ***"التلوث الصناعي"*** ، جامعة الموصل، العراق (1991).

[35] I. O. Asia and E.E. Akporhonor, ***"international Journal of Physical Sciences".*** 2(3) 61 (2007).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 13, Issue 2, June 2018, pp. (230 - 252)
ISSN 1992 – 0849 (Print), 2616 - 6801 (Online)

[36] حلا نبيل إيليا ***"المعالجة الفيزيوكيمياوية لمياه فضلات مجمع المستشفيات بالموصل"***. مجلة علوم الرافدين 18(3), 13 (2010) .

[37] باسل عبدالجبار لطيف، ***"تلوث البيئة والسيطرة علية ببغداد"*** ، دار الحكمة للطبع، الصفحة (51)، (1990).

[38] S. E. Manhan., ***"Environmental Chemistry CRC Press"***., 8th Ed., Washing ton Dc. USA, 781 (2004).

[39] J. J. Pierce, and R.F. Weiner., ***"Environmental Pollution and Control"***. 4th.Ed. Butterworth Heinemann, U.S.A. (1998).

[40] انغام خلف عيسى ، ثائر ناصر داود ، منتهى نعمة وثو يني، ***"تقدير مستوى بعض العناصر الثقيلة في مياه الصرف الصحي المعالجة المعادة الى نهر ديالى من محطة الرستمية في بغداد"*** . مجلة كلية التربية الأساسية ، 75، 221 (2012).

[41] Gebrekidan, A., Gebresellasie, G. and Mulugeta, A., ***"Environmental impacts of Sheba tannery (Ethiopia) effluents on the surrounding water bodies"***, Bull. Chem. Soc. Ethiop., J. 23(2), 269 (2009).

[42] رياض عباس عبد الجبار ، شيماء فاتح علي، طاووس محمود كامل، ***"دراسة وجود بعض العناصر الثقيلة في مياه نهر دجلة شمال مدينة تكريت , محافظة صلاح الدين / العراق"*** . مجلة تكريت للعلوم الصرفة، 18(5), 123 (2013).

[43]ضياء خليفة حمود اللهيبي، رياض عباس عبد الجبار، ***تراكيز بعض العناصر الثقيلة في مياه نهر الفرات شرق مدينة الرمادي***"،مجلة تكريت للعلوم الصرفة، 21(7)، 24 (2016) .