دراسة التلوث بالمتغيرات الفيزيوكيمائية وعنصري من العناصر الثقيلة (الحديد والنحاس) للمياه الصناعية والمطروحة من معمل الاسمنت وشركة غاز الشمال في مدينة كركوك

برهان عباوي صالح [1] كامران شكر حسين [2] سرحان علي سلمان [1]

[1] كلية العلوم ، جامعة تكريت
[2] كلية التمريض ، جامعة كركوك

الخلاصة

تضمنت الدراسة نوعية المياه الصناعية والمطروحة من معمل الأسمنت وشركة غاز الشمال في مدينة كركوك ، إذ جمعت عينات المياه من المواقع المدروسة بدأً من شهر تشرين الأول من عام (2017) ولغاية شهر شباط من عام(2018)، وعلى مرحلتين ، المرحلة الأولى تم أجراء فحوصات كيميائية وفيزيائية ، حيث تضمنت تقدير(درجة الحرارة و التوصلية الكهربائية (Ec) والمواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)، والأس الهيدروجيني (pH) ، والفوسفات (PO^{-2}_4) ،والنترات(NO^{-1}_3) ، والكبريتات (SO^{-2}_4) ، والكلوريدات (CL^{-1})) .أظهرت نتائج التحاليل للفحوصات الفيزيائية ، جميعها أعلى من الحد المسموح به للمواصفات العراقية باستثناء درجة الحرارة. أما الفحوصات الكيميائية فسجلت(الأس الهيدروجيني(8.49) ، والفوسفات (3.29)، والنترات(27.5) ، والكبريتات(353.5) ، والكلوريدات (310.6)) ملغم/لتر واشارت نتائج الدراسة أن المياه المطروحة تميزت بارتفاع حيث تجاوزت المحددات البيئية ماعدا النترات والكبريتات والكلوريدات حيث كانت ضمن الحدود المسموح به للمواصفات العراقية ، المرحلة الثانية تضمنت تلوث المياه الصناعية والمطروحة بالعناصر الثقيلة كالحديد والنحاس (Cu -Fe). تبين بان عنصر الحديد كان تركيزه (5.57)ملغم/لترأعلى من الحد المسموح به. في حين ان تركيز النحاس (0.183) ملغرام/لترأقل من الحد المسموح به ،محليا وعالميا . حللت النتائج باستخدام اختبار(F (ANOVA تم اختبار المتوسط الحسابية باستخدام اختبار دنكن متعدد الحدود بمستوى احتمالية (0.05) و ذلك بتطبيق برنامج (Duncanes multiple range) ، وتحدد الفروق المعنوية باستخدام الحروف إذ إن الحروف المتشابهة تعني عدم وجود اختلافات معنوية بينهما .

الكلمات المفتاحية: المتغيرات الفيزيوكيميائية ، العناصر الثقيلة ، المياه الصناعية ،معمل الأسمنت

The Study of Pollution in physiochemical variables and tow of heavy Metals (Iron and cupper) of the industrial water from the cement factory and the North Gas Company In the city of Kirkuk

Burhan A. Salih [1] Kamiran S. Husien [2] Sarhan A. Salman [1]

[1] **University of Tikrit - College of Science**
[2] **University of Kirkuk- College of Nursing**

Abstract

The study included the quality of industrial water from the cement plant and the North Gas Company in the city of Kirkuk. Water samples were collected October 2017 to February 2018. Chemical and physical tests were conducted, including temperature estimation, electric conductivity (EC), total soluble solids (TDS) , (pH) , phosphates (PO^{-2}_4) , nitrates (NO^{-1}_3) , sulphates (SO^{-2}_4) and chlorides (CL^{-1}) The results of physical analysis,(temperature, conductivity (EC), and soluble solids (TDS) were found to be higher than Iraqi standard limit except for temperature. The chemical anaylsis results showed that the water was characterized by the rise of the most chemical properties such as,(pH (8.49) , phosphates (3.29), nitrates(27.5), sulfates(353.5) , and chlorides(310.6)) mg/l which exceeded the environmental determinants except for nitrate sulfate and chlorides which were within Iraqi standards .The second stage included industrial water pollution and heavy Metals such as iron and copper (Fe - Cu) . It was found that the iron element had a concentration(5.57)mg/l higher than the permissible limit. While the concentration of copper(0.183) mg/l was less than the limit allowed locally and globally. The results were analyzed using the F(ANOVA) test. The mean was measured using the Duncan Multidimensional Test with probability level (0.05) by applying the Duncanes multiple range program. Morphological differences were determined by the use of letters. Similar letters mean that there are no significant differences between them.

Keywords : Physico-chemical properties, heavy metals, industrial water, cement plant

المقدمة

يحدث التلوث البيئي بصورة طبيعية بواسطة الغازات والاتربة الناتجة من ثوران البراكين ، حرائق الغابات ، العواصف ، الاعاصير والجفاف وغيرها من العوامل الطبيعية التي تسبب خللاً في التوازن الطبيعي لمكونات البيئة وقد يستمر لمدة طويلة أو قصيرة ويحدث بصورة متقطعة أو موسمية اعتمادا على تحكم العوامل الجغرافية والجيولوجية والمناخية ، و قد يحدث التلوث البيئي بصورة صناعية نتيجة لأنشطة الانسان على سطح الارض . وبرز هذا المصدر مع مجيئ عصر الصناعة الذي اوصل العالم اليوم الى المستوى الحالي من تطوره الحضاري والعلمي والتكنولوجي إلا أن ضريبة هذا التطور تأتي على حساب البيئة ومن اهم هذه المصادر هي : استخدام الوقود الاحفوري في الصناعة ووسائل النقل وتوليد الكهرباء ، مخلفات المعامل والمصانع والتعدين والمناجم وغيرها من المنتوجات والمتطلبات التي اصبحت ضرورية لأدامة حياة الأنسان [1] أن مياه الأنهار وخلال تدفقها تتعرض إلى عدة تغيرات وهذا مرتبط بالعمق ومعدل الجريان وجيولوجية المناطق المحاذية وطبيعة القاع وتركيز الأملاح والعسرة وكل هذه العوامل تعقد التغيرات الفصلية للخصائص الفيزيائية والكيميائية [2]. العنصر الثقيل هو أيُّ عنصر كيميائي معدني له كثافة نسبية عالية تتجاوز ($5g/cm^3$)، ومعظمها سامة ومسرطنة جينيًا حتى في التراكيز الضئيلة جدا ، مثل الزئبق والكادميوم والزرنيخ والرصاص ، وهو مشهور ومعروف قديما بتأثير على وظائف كل من النظام العصبي المركزي والكلية والكبد والرئتين والعظام ومكونات الدم والأعضاء الأخرى ، تُعدُّ العناصر الثقيلة من الملوثات البيئية المهمة ، وتضم مجموعة كبيرة تقارب 38 عنصراً ، منها ما هو ضروري ومنها ما هو سام [3].تعد العناصر الثقيلة من أخطر الملوثات للبيئة المائية حيث تنقل العناصر الثقيلة عبر الانظمة المائية أما بواسطة العمليات الفيزيائية او نتيجة لنشاط فعاليات الانسان ، كالمخلفات الصناعية مثل فضلات محطات التوليد والطاقة الكهربائية ، ومياه الفضلات الزراعية والمنزلية [4]. تتعرض البيئة المائية إلى العديد من الملوثات منها المواد العضوية والمبيدات والعناصر الثقيلة والتلوث الحراري والتلوث الاشعاعي والهيدروكربونات النفطية [5]. أن التلوث بالعناصر شائع في المدن الصناعية وانتشارها في الهواء والتربة والماء يسبب مشاكل كثيرة إذ يمكن لهذه العناصر تتراكم حيويا في السلسلة الغذائية وتشكل خطر على الانسان والكائنات الحية الاخرى [6]. أن وجود العناصر الثقيلة في البيئة المائية يجعلها عرضة لتفاعلات الامتزاز والترسيب بهيئة متبادلة أو مترسبة بشكل اكاسيد او هيدروكسيدات او كاربونات او فوسفات او كبريتات ضمن غرويات الرواسب ، الذي يحدد طبيعة وسيادة تلك المركبات المعدنية للعناصر الثقيلة هو pH المياه وجهد الاكسدة والنشاط البيولوجي ومصادر التلوث [7]. تكمن خطورة العناصر الثقيلة في قابليتها على التراكم داخل اعضاء الكائن الحي وبمرور الوقت يؤدي وجود هذه العناصر بتراكيز عالية في الجسم الى حدوث اضطرابات أيضية (Metabolic disturbance)[8] . فلذلك إن مراقبة الخصائص الفيزيائية والكيميائية وتراكيز العناصر الثقيلة امر ضروري لتقدير مستويات التلوث في المياه ، ان العناصر الثقيلة في النظام المائي يمكن أن تبقى خاملة أو مستقرة ، أو انها تكون معقدات مع مواد اخرى أو مركبات مشتركة مثل الاوكسيدات ، وهيدروكسيد الحديد ، والمنغنيز أو توجد بشكل جزيئي [9].

2. الدراسات السابقة

وجد (الدليمي ،1993) أن زيادة تراكيز بعض الملوثات في نهر دجلة داخل مدينة بغداد كان بسبب زيادة المخلفات الصناعية المطروحة خلال مروره داخل المدينة. وتبين من خلال النتائج أن معالجة هذه المخلفات من مصادرها قبل طرحها إلى النهر هي الوسيلة الأفضل للسيطرة على التلوث[10].أجرت (البشار، 2001) دراسة بيئية و مايكروبايولوجية في شركة مصافي الشمال (بيجي/العراق) إحدى أكبر مصافي النفط في المنطقة التي تبعد حوالي 244 كم شمال مدينة بغداد. إذ تم اختيار عشر محطات موزعة في اماكن مختلفة من الشركة تبدأ من حي المصافي التابع للشركة وتنتهي بمحطة طرح الفضلات الصناعية الخارجة من الشركة ولمدة تسعة أشهر ابتداءً من شهر تموز 2000 حتى شهر آذار2001، وقد تناولت فـــي دراستها قياس بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب ونهر دجلة ومياه التبريد والمياه الصناعية في الشركة، وشملت الدراسة ايضاً بعض العـــوامل البايولوجية منها العدد الكلي للبكتريا (T.P.C) *Total plate count* والعدد الكلي لبكتريا القولون (TC) *Total coliform* وعدد بكتريا القولون البرازية (FC) *Feceal Coliform* [11].دراسة للباحث (مهدي وآخرون ،2010) لتقدير الملوثات الصناعية الناتجة عن محطتي كهرباء الدورة وجنوب بغداد بدراسة خواص المخلفات الصناعية السائلة الناتجة عن محطات توليد كهرباء الدورة وجنوب بغداد الملقاة الى النهر ومطابقة تراكيز هذه الملوثات مع المواصفات القياسية المسموحة باعتماد القراءات الشهرية لهاتين المحطتين، وكانت قراءات محطة الدورة ضمن المواصفات المسموح بها، أما محطة جنوب بغداد فقد وجدت فيها بعض التجاوزات في التراكيز عن الحدود المسموح بها[12].واشار (نصيف وعبد الله، 2012) في دراستهما على تأثير التلوث والفعالية البشرية والعمليات الطبيعية على نوعية مياه نهر ديالى ومدى صلاحيتها لاستخدامات مختلفة. وبينت النتائج إن مياه نهر ديالى في منطقة الدراسة عسرة جدا وإن معظم الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه قد تجاوزت الحدود المسموحة للمواصفات العراقية 2009 ومنظمة الصحة العالمية (2006) لمياه الشرب[13].قام (قويز الامير وجماعتة ، 2014) دراسة المخلفات الناتجة من تصفية محطتي اسالة الكرمة وشرق دجلة في تلوث المياه ، تم اجراء فحوصات كيميائية وفيزيائية على عينات المياه ، فظهرت النتائج أرتفاع في قيم الصفات الفيزيائية والكيميائية لمياه الفضلات المطروحة من المحطة[14] . كما قام الباحثون (موسى واخرون ،2015) دراسة نوعية للمياه المصرفة من معمل بابل /2للبطاريات حيث تم في هذه الدراسة تقويم نوعية المياه المصرفة من المعمل عن طريق التعرف على الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياة المصرفة من حوض التجمع النهائي متمثلة بالأس الهيدروجيني والتوصيلية والمتطلب الحيوي والمتطلب الكيمياوي والمواد الصلبة العالقة والمواد الصلبة الذائبة والكبريتات و الكلوريدات والعناصر الثقيلة ، وظهرت النتائج ان مياه

الصرف الصناعي للمعمل تحتوي على نسب تلوث بقيم متفاوتة ، اما الصفات الاخرى فقد تجاوزت الحدود المسموحة بها الموصفات العراقية [15].واجرى (خلف وجماعتة ،2017) لتقدير بعض المغذيات النباتية والعناصر الثقيلة في نهر الفرات عند مدينتي الرمادي والخالدية وأظهرت نتائج الدراسة ان قيم الكروم والكوبلت ضمن الحدود المسموحه بها حسب الموصفات القياسية العراقية لمياه الشرب[16] .

المواد وطرائق البحث

جمعت عينات دراسة المياه وعلى مدى خمسة اشهر ابتداء من شهر تشرين الأول من عام(2017) م ، وحتى شهر شباط من عام (2018)م من مواقع الدراسة السته من الطبقة السطحية العليا للمياه بعمق 20-30 سم من وسط المجرى بواقع ثلاث محطات من معمل اسمنت كركوك وثلاث محطات من شركة غاز الشمال ، تم أجراء الفحصوصات الفيزيائية والكيميائية استناداً إلى الطرق القياسية المعتمدة [17] ، إذ جرى قياس درجة الحرارة باستعمال المحرار الزئبقي المدرج ($1000\ C^{o}$) بينما قيست الدالة الحامضية بأستخدام (pH -meter) ، وتم قياس التوصلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة الكلية (T.D.S) باستخدام جهاز (EC-meter) من نوع (WTW) وعبر عن الناتج بوحدة (µS/cm) للتوصلية ،والمواد الصلبة الذائبة بوحدة (mg/L) ، قدرت كمية النترات (NO^{-1}_{3}) وهي باستخدام جهاز (Spcterophotometer) عند الطول الموجي (nm 410). بينما قدرت كمية الفوسفات (PO^{-3}_{4}) باستخدام الطرق الطيفية (Strickland and Parson)عند الطول الموجي (470 nm). والكبريتات ($SO^{-2}4$) بالكدرة ، والكلوريدات بطريقة التسحيح مع نترات الفضة ،وقدرت تراكيز الحديد والنحاس في عينات المياه باستخدام جهاز مطياف الامتصاص الذري اللهبي Flame atomic absorption spectrophotometer في مختبر الكيمياء التحليلية كلية التمريض جامعة كركوك ، وتمثل مواقع الثلاثة لمياه معمل الأسمنت كركوك ، (الموقع الأول وهو موقع المياه قبل المعالجة والموقع الثاني تمثل لمياه بعد المعالجة بالعسرة والموقع الثالثة يمثل مياه الصرف الصناعي)، أما مواقع الثلاثة لشركة غاز الشمال و(الموقع الرابع وهو يمثل المياه قبل المعالجة والموقع الخامس يمثل المياه بعد المعالجة بواسطة العسرة والموقع السادس يمثل مياه الصرف الصناعي) كما موضح في(الجدول 1).

جدول 1 طريقة اخذ النماذج

ت	معمل اسمنت كركوك			شركة غاز الشمال		
الاشهر / المواقع	موقع 1	موقع 2	موقع 3	موقع 4	موقع 5	موقع 6
تشرين الاول	مياه قبل المعالجة	مياه بعد المعالجة	مياه الصرف الصناعي	مياه قبل المعالجة	مياه بعد المعالجة	مياه الصرف الصناعي
تشري الثاني	مياه قبل المعالجة	مياه بعد المعالجة	مياه الصرف الصناعي	مياه قبل المعالجة	مياه بعد المعالجة	مياه الصرف الصناعي
كانون الاول	مياه قبل المعالجة	مياه بعد المعالجة	مياه الصرف الصناعي	مياه قبل المعالجة	مياه بعد المعالجة	مياه الصرف الصناعي
كانون الثاني	مياه قبل المعالجة	مياه بعد المعالجة	مياه الصرف الصناعي	مياه قبل المعالجة	مياه بعد المعالجة	مياه الصرف الصناعي
شباط	مياه قبل المعالجة	مياه بعد المعالجة	مياه الصرف الصناعي	مياه قبل المعالجة	مياه بعد المعالجة	مياه الصرف الصناعي

النتائج والمناقشة

1.4. درجة الحرارة

الجدول2 يبين درجات الحرارة المسجلة للمواقع السته حيث تراوحت معدل قيم درجات الحرارة(17.10-29.50) م° للمياه نظراً للاختلافات الفصلية ومعدل التغيرات الشهرية و الموقعية أذ سجلت درجة الحرارة ادنى قيمة والتي كانت(17.10م°) في الموقع الاول خلال شهر شباط ، بسبب انخفاض درجة الحرارة خلال فصل الشتاء وبقاء المياه في احواض المعالجة وتعرضها لعملية التهوية في الموقع لمدة من الزمن أما اعلى قيمة فسجلت في الموقع الثالث والسادس فكانت (29.50م°) خلال شهر تشرين الأول ، وسبب هذا الارتفاع يعود الى المتدفقات الحارة المطروحة من معمل الاسمنت وشركة غاز الشمال ، إذ بعد دخول الماء إلى المواقع ومروره بالمكثفات ذات الدرجات الحرارية العالية جداً يؤدي هذا إلى ارتفاع درجة حرارة الماء الخارج [18] . أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية على مستوى احتمالية ($P> 0.05$)بين المياه الخام والمياه الصناعية حيث لوحظ من نتائج الدراسة معدل قيم درجات الحرارة للمياه الصناعية كانت ضمن الحدود المسموحة به

الجدول2 معدلات التغيرات الشهرية والموقعية والانحراف القياسي في درجة الحرارة

التحليل الاحصائي *Descriptive Statistics*	درجة الحرارة Temperature –C^0					
المحددات القياسية لنظام حماية الانهار للعراق رقم 25 لعام 1967- اقل من 35 C^0						
ت	مياه معمل الأسمنت			مياه شركة غاز الشمال		
	موقع 1	موقع 2	موقع 3	موقع 4	موقع 5	موقع 6
تشرين الاول	22.95 de ±1.202	23.45 d ±0.353	29.50 a ±0.707	24.50 c ±0.707	26.00 b 0	29.50 a 0.707±
تشرين الثاني	21.75 gf ±0.353	22.25 ef ±0.353	22.50def ±0.707	20.50 h ±0.707	21.00 gh 0	23.50 d ±0.707
كانون الاول	17.95 ijk ± 0.070	18.00ijk ± 0.282	18.75 I ±0.282	17.30 jk ±0.424	17.40 jk ±0.565	17.95ijk ±0.070
كانون الثاني	17.25 jk ±0.353	17.50 jk ±0.282	17.70 ji k ± 0.282	17.45 jk ± 0.212	17.55 jk ± 0.070	17.65 jk ±0.070
شباط	17.10 k ±0.141	17.60 jk ±0.282	17.75 ijk ±0.353	18.15 ijk ± 0.212	18.20 ijk ±0.141	18.30 ij ±0.424

*** الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية**

2.4. التوصلية الكهربائية (EC)

الجدول 3 يبين معدل التغيرات الشهرية الموقعية للتوصلية والتي كانت اعلى قيمةلها(4770) مايكروسيمنز/سم في الموقع الثالث خلال شهر كانون الأول، تزداد التوصيلية الكهربائية للمياه في المناطق التي تقع تحت تأثير النشاط الزراعي، فالأملاح التي تصل من أراضي السقي أو الري تزيد من الأملاح الطبيعيةللمياه. فمن المعروف تأثر قيم التوصيل الكهربائي بتركيز الأملاح الموجودة على هيئة ايونات.و ادنى قيمة للتوصيل كانت (302.50) مايكروسيمنز/سم في الموقع الربع لشهر كانون الثاني أما الانخفاض في قيم التوصلية لمياه الصرف الصناعي يعزى إلى قلة كمية ونوعية الملوثات المطروحة من معمل الأسمنت إلى مياه الصرف الصناعي وبالتالي تؤدي إلى انخفاض قيمة التوصليه[6].وتعبر عن التوصلية الكهربائية عن الأملاح الذائبة في المياه وتتناسب التوصليه طرديا مع كمية الاملاح والعناصر ونوعية الايونات الموجودة في العينة [19].فقد تبين من خلال التحليل الاحصائية للنتائج وجود فروقات معنوية (على مستوى احتمالية P>0.05) بين المياه الخام والمياه الصناعية من معمل الاسمنت وشركة غاز الشمال التي جرت الدراسة عليها علماً بان المياه الصناعية مازالت متجاوزة للموصفات القياسية لنظام حماية الانهار.

3.4. المواد الصلبة الذائبة (T.D.S)

يبين الجدول 4 تراكيز T.D.S أعلى معدل لقيمة المواد الصلبة التي سجلت كانت (2384.7)ملغم/لتر في الموقع الثالث خلال شهر كانون الاول . وادنى قيمة قد سجلت كانت(151.2)ملغم/لترفي الموقع الرابع خلال شهر كانون الثاني ، إن سبب يعود الارتفاع في تركيز المواد الصلبة الذائبة في بعض الأشهر الى كمية المواد العضوية الموجودة في هذه المياه والتي لم يتم معالجتها بكفاءة أذ ان (75%) من المواد العضوية العالقة من المواد الذائبة في مياه الصرف الصناعي ، بالإضافة إلى وجود الاملاح اللاعضوية التي تظهر في المحلول وتشمل(Ca+, Mg+،Na+) فضلا عن الكاربونات والبيكاربونات والنترات والكبريتات والكلوريدات [20] . وتحوي على جزيئات عضوية أو معادن تكون مفيدة عند تواجدها في الوسط المائي كمغذيات أو تؤدي إلى تلوث الماء من خلال احتوائها على مواد سامة. فظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقات معنوية (على مستوى احتمالية$P>0.05$) بين المياه الخام والمياه الصناعية ، من خلال التحليل الاحصائي تبين بان المطروحات تجاوزت الموصفات القياسية للمحددات البيئة لنظام الأنهر

الجدول3 معدلات التغيرات الشهرية والموقعية والانحراف القياسي في التوصلية الكهربائية

التحليل الاحصائي *Descriptive Statistics*	التوصلية الكهربائية $\mu S.cm^{-1}$

المحددات القياسية لنظام حماية الانهار للعراق رقم 25 لعام 1967- أقل من 1000 $\mu S.cm^{-1}$

ت	مياه معمل الأسمنت			مياه شركة غاز الشمال		
	موقع 1	موقع 2	موقع 3	موقع 4	موقع 5	موقع 6
تشرين الاول	466.00 q ±1.414	498.50 o ±2.121	762.50 j ±3.535	340.00t ±1.414	341.0 t ±1.414	853.00fg ±4.242
تشرين الثاني	680.50 l ±0.707	715.50 k ±7.778	1300.0c 0	480.00p ±2.828	512.0 o ±7.071	1435.0b ±14.142
كانون الاول	810.00i ±4.242	850.00g ±9.899	4770.0a ±12.727	415.0 r ±7.071	413.0 r ±4.242	965.50 d ±7.778
كانون الثاني	616.00 n± 8.485	655.00m ±7.071	925.50 ±6.36	302.50u ±0.707	308.50u ±2.121	755.50j ±6.363
شباط	658.50m ±2.121	686.50 l ±4.949	865.50 f ±3.535	375.5 s ±2.121	348.5 t ±17.677	885.50 h ±175.716

*** الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية**

الجدول4 معدلات التغيرات الشهرية والموقعية والانحراف القياسي في T.D.S

التحليل الاحصائي *Descriptive Statistics*	T.D.S ملغرام/لتر

المحددات القياسية لنظام حماية الانهار للعراق رقم 25 لعام 1967- أقل من1000 ملغرام/لتر

ت	مياه معمل الأسمنت			مياه شركة غاز الشمال		
	موقع 1	موقع 2	موقع 3	موقع 4	موقع 5	موقع 6
تشرين الأول	229.7lmo ±3.889	246.0lmnk ±5.656	381.5efgh ±2.121	169.7 nop ±0.353	170.0nop 0	427.5cdef ±3.535
تشرين الثاني	341.2ghi ±1.060	357.5fghi ±3.535	656.0 b 0	239.0 lmnk 0	256.2jklm ±3.889	717.2 b ±6.717
كانون الأول	404.8defg ±1.767	424.7defg ±4.596	2384.7 a ±6.010	207.5mnop ±3.535	206.5mnop ±2.121	482.5 c ±3.535
كانون الثاني	308.0 hijk ±4.242	327.5 hij ±3.535	462.75 cd ±3.181	151.2 p ±0.353	154.2 op ±1.060	377.7efgh ±3.181
شباط	329.2 hi ±1.060	343.7 cde ±2.474	432.7 cde ±1.767	187.7mnop ±1.060	174.2 nop ±8.838	292.7 ijkl ±175.716

***الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية**

4.4- الرقم الهيدروجيني (pH)

تبين الجدول 5 التغيرات الشهرية الموقعية تراوحت لقيمة الأس الهيدروجيني(pH) بين (5.65- 8.49) إذ سجلت أدنى القيم في الموقع الأول خلال شهر تشرين الثاني واعلاها في الموقع السادس خلال شهر كانون الثاني ،أن ارتفاع قيم الأس الهيدروجيني النسبي لمياه في الفصول الممطرة ، يعود إلى ان الحرارة المنخفضة تزيد من ذوبان ثاني اوكسيد الكاربون في الماء مكونة حامض الكاربونيك ، الذي يتحلل و يخفض الأس الهايدروجيني (يزيد تركيز أيون الهيدروجين) مؤديا إلى تكوين ظروف حامضية. وكأدنى قيمة كانت الـ pH تبعاً للمواد التي تضاف للماء عند معالجته في المحطات السابقة ليصبح ماء خالي من الأيونات بإضافات كيميائية وهي (الشب Aluminum Sulfat، البولي الكترولايت، الهايبوكلورايد NaOCl، اللايمCa(OH)2)أن نخفاض الأس الهيدروجيني بالنسبة للموقع الاول يعد مؤشراً سلبياً لحدوث تضرر في الخزان والأنابيب الناقلة، وبالتالي حدوث تلف في المراجل البخارية بزيادة الحامضية، إذ يجب أن تكون قيمته متعادلة في هذا الموقع ، وأن الزيادة المسجلة في الموقع السادس تعود الى زيادة استهلاك غاز ثنائي أوكسيد الكربون يرافقه زيادة في تراكيز الأوكسجين المذاب مع زيادة في الأس الهيدروجيني، ، ولا ننسى أن في فترة بقاء الماء في حوض الترسيب والتغير في درجة الحرارة المعرض لها الحوض لها تأثير في ذلك. امتازت قيم درجة الأس الهيدروجيني خلال فترة الدراسة بالتغاير الطفيف وهذا يتطابق مع ماتوصل اليه(21).أما احصائيا فقد أظهرت نتائج التحليل وجود فروقات معنوية (على مستوى احتمالية $p<0.05$)بين المياه الخام والمياه الصناعية من معمل الأسمنت وشركة الغاز ، مع ذلك مازالت هذه المطروحات متجاوزة الموصفات القياسية .

الجدول5 معدلات التغيرات الشهرية والموقعية والانحراف القياسي في pH

التحليل الاحصائي Descriptive Statistics	الرقم الهيدروجيني					
المحددات القياسية لنظام حماية الانهار للعراق رقم 25 لعام 1967- من (9.5- 6)						
ت	مياه معمل الأسمنت			مياه شركة غاز الشمال		
—	موقع 1	موقع 2	موقع 3	موقع 4	موقع 5	موقع 6
تشرين الأول	5.66 l ±0.021	6.11 k ±0.014	6.85 j ±0.007	7.26 egfh ±0.021	7.14 hgf ±0.021	7.83 b ±0.021
تشرين الثاني	5.65 l ±0.028	6.95 j ±0.007	7.25 degf ±0.014	7.13 hgf ±0.120	7.01hi ±3.889	6.70 j ±0.070
كانون الأول	6.70 j ±0.141	7.30defg ±0.282	7.55 cd ±0.353	7.01 hi ±0.007	7.05 ghi ±0.056	7.26 eghf ±0.197
كانون الثاني	7.13 ghf ±0.049	7.16ghf ±0.063	7.35 def ±0.141	7.33 def ±0.240	7.03 hgi ±0.035	8.49 a ±0.035
شباط	7.37 def ±0.014	7.32 def ±0.042	7.33 def ±0.028	7.65 bc ±0.070	7.50 cde 0	8.32 a ±0.042

***الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية**

5.4. ايون الفوسفات(PO^{-2}_4)

أظهرت النتائج في الجدول 6 بأن معدل تركيز أيون الفوسفات في المياه الخام والمياه الصناعية المطروحة من معمل الأسمنت وشركة غازالشمال تراوحت القيم بين(ND – 3.29) ملغم/لتر إذ لم يسجل تواجد للفوسفات في المواقعين الأول والثاني خلال الاشهر تشرين الأول وتشرين الثاني وكانون الأول وكانون الثاني والموقع الأول في شهر شباط. و اعلى تركيز سجلت كانت قيمة (3.29)ملغم/لتر في الموقع الثالث خلال شهر كانون الثاني. يعزى الأرتفاع إلى التباين في مناسيب المياه خلال اشهر الدراسة وكذلك تباين في تركيز ايونات الفوسفات التي تسهم في زيادة أو انخفاض نسبة التبخير والتي تؤدي إلى زيادة تراكيز الايونات في المياه ،كما تضاف كميات قليلة من الفوسفات الصوديوم لمعالجة عسرة للمياه المستعملة في الصناعة ولاسيما للغلايات . أن وجود أيونات الفوسفات هي نتيجة لمرورها في الارضي الزراعية التي تستعمل الاسمدة الكيمياوية

والمركبات الحاوية على الفوسفات ، كذلك مخلفات صلبة وسائلة والتي تكون المركبات الفوسفاتية اساسية [22].فقد تبين من خلال التحليل الاحصائي للنتائج وجود فروقات معنوية (على مستوى احتمالية $p<0.05$) بين المياه الخام والمياه الصناعية المطروحة ، و تجاوزت المطروحات للموصفات القياسية للنظام حماية الانهار .

الجدول6 معدلات التغيرات الشهرية والموقعية والانحراف القياسي للفوسفات

التحليل الاحصائي *Descriptive Statistics*	أيون الفوسفات PO_4 ملغرام /لتر					
المحددات القياسية لنظام حماية الانهار للعراق رقم 25 لعام 1967- أقل من 3.0 ملغرام/لتر						
ت	مياه معمل الأسمنت			مياه شركة غاز الشمال		
	موقع 1	موقع 2	موقع 3	موقع 4	موقع 5	موقع 6
تشرين الأول	ND 0	ND 0	1.25c ±0.025	ND 0	ND 0	0.29gf ±0.007
تشرين الثاني	ND 0	ND 0	0.83d ±0.007	ND 0	ND 0	0.21gh ±0.047
كانون الأول	0.35f ±0.070	0.65e ±0.070	1.80b ±0.141	0.58e ±0.091	0.61e ±0.084	1.81e ±0.079
كانون الثاني	ND 0	ND 0	3.29a ±0.109	ND 0	ND 0	0.21gh ±0.053
شباط	ND 0	ND 0	ND 0	0.13h ±0.010	ND 0	0.14h ±0.028

*** الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية**

ND = تراكيز غير محسوسة

6.4. أيون النترات(NO^{-1}_3)

في الجدول 7 ان تراكيز النترات تراوحت بين (ND- 27.50) ملغم/لتر إذ سجلت تركيز غير محسوس لها في الموقع الرابع والسادس خلال شهري كانون الأول وكانون الثاني على التوالي وسجلت اعلى تراكيز للنترات (27.50) ملغم/لتر في الموقع السادس خلال شهرين تشر الأول ، يعزى الارتفاع إلى ان الغالبية الساحقة من المياه المعرضة للهواء يوجد النتروجين على شكل نترات التي تعد الناتج النهائي للتأكسد الكيمياء الحيوية للامونيا كما وتتكون بشكل رئيس نتيجة تكسر المواد البروتينية [23].

$$R\text{-}NH_2\text{-}(CH_2)_XCOOH \xrightarrow{\text{بكتريا النتروز}} NH_3 + CO_2 + H_2$$

$$2NH_4 + 3O_2 \xrightarrow{\text{بكتريا النتروز}} 2NO_2 + 2H_2O + 4H \longrightarrow 2NO_2 + O_2 \qquad 2NO_3$$

أما الانخفاض في الحالات اللاهوائية فغالبا ما تتحول فيها النترات إلى نتريت وأكاسيد النتروجين بل حتى إلى نتروجين حر وعند قله الأوكسجين قد تتواجد الأمونيا أيضا وذلك بسبب تفكك وتحلل النتروجين[24] .فقد تبين من التحليل الاحصائي للنتائج وجود فروقات معنوية (على مستوى احتمالية$p >0.05$) ، مع ذلك مازالت المطروحات لم تجاوز الموصفات القياسية لنظام حماية الانهار .

$$NO^{-}_3 \longrightarrow NO^{-2}_2 \longrightarrow NO \longrightarrow NO \longrightarrow N_2O \qquad N$$

$$\text{NO} \longrightarrow \qquad NH_2OH + NH_3$$

الجدول7 معدلات التغيرات الشهرية والموقعية والانحراف القياسي للنترات

التحليل الاحصائي *Descriptive Statistics*	أيون النترات NO_3^{-1} ملغرام /لتر					
المحددات القياسية لنظام حماية الانهار للعراق رقم 25 لعام 1967- أقل من 50 ملغرام/لتر						
ت	مياه معمل الأسمنت			مياه شركة غاز الشمال		
	موقع 1	موقع 2	موقع 3	موقع 4	موقع 5	موقع 6
تشرين الأول	16.31c ±0.086	13.76d ±0.159	17.23b ±0.021	13.73d ±0.021	14.21d ±0.049	27.50a ±0.707
تشرين الثاني	9.25e ±0.086	8.50f ±0.159	7.50 g ±0.021	1.23lkm ±0.021	0.89lm ±0.049	0.90lm ±0.707
كانون الأول	6.69h ±0.353	6.72h ±0.353	1.81k ±0.707	ND ±0.159	0.24no ±0.024	ND ±0.047
كانون الثاني	7.45g ±0.070	7.47g ±0.388	0.73mn ±0.028	ND 0	0. 11no ±0.016	ND 0
شباط	0.73mn ±0.028	4.30i ±0.028	4.78i ±0.042	4.80i ±0.424	2.38j ±0.190	1.50kl ±0.707

*** الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية**

7.4. أيون الكبريتات(SO^{-2}_4)

تبين من النتائج التي أظهرت في الجدول 8 ان تراكيز أيون الكبريتات تراوحت بين (19.10- 353.5)ملغم /لتر و كانت اعلى قيمة (353.5) ملغم/لترفي الموقع السادس خلال شهر كانون الأول وأدنى قيمة سجلت كانت (19.10) ملغم/لتر في الموقع الرابع خلال شهر تشرين الثاني ،يعزى ارتفاع نسب الكبريتات بشكل ملحوظ على مدى الدراسة وخصوصا الموقع السادس والذي يرجح الى استعمال حامض الكبريتيك والشب في وحدة المعالجة (معالجة المياه الصناعية)والتي تسبب زيادة في الكبريتات بنسب معينة وتؤثر على قيم الازالة ، وبالإضافة الى تلوث المياه من المصادر القادمة منها وحدات الطاقة أو الواحدات الانتاجية ، أن اسباب اختلاف نسب الكبريتات يرجع إلى الاختلاف في مستوى تزويد المياه وقلة عمقها في المياه مع بقاء المياه دون تصريفها وارتفاع نسب التبخر خصوصاً في الاشهر الحارة مما يجعل المياه ذات مستوى ملحي عالي ومنها املاح الكبريتات [25]. تبين من خلال التحليل الاحصائي (على مستوى احتمالية $p>0.05$) بين المياه الخام والمياه الصناعية ، بان نسب أيون الكبريتات لم تتجاوز الحدود المسموحة بها للموصفات القياسية لنظام حماية الانهار .

الجدول8 معدلات التغيرات الشهرية والموقعية والانحراف القياسي للكبريتات

التحليل الاحصائي *Descriptive Statistics*	أيون الكبريتات SO^{-2}_4 ملغرام/لتر					
المحددات القياسية لنظام حماية الانهار للعراق رقم 25 لعام 1967- أقل من 400 ملغرام/لتر						
ت	مياه معمل الأسمنت			مياه شركة غاز الشمال		
	موقع 1	موقع 2	موقع 3	موقع 4	موقع 5	موقع 6
تشرين الأول	49.00hijk ±1.414	44.50jk ±2.121	42.00k ±1.414	22.50lm ±0.707	23.50lm ±2.121	197.50b ±3.535
تشرين الثاني	55.50hi ±3.535	50.00hijk ±2.828	55.00hi ±2.828	19.10m ±2.969	24.80ml ±2.545	191.00b ±1.414
كانون الأول	80.50de ±2.121	79.50de ±2.121	48.00hijk ±1.414	22.50ml ±0.707	23.50ml ±0.707	353.500a ±19.091
كانون الثاني	53.00hij ±1.414	58.50hg ±2.121	67.00fg ±2.828	21.17ml 0	25.00ml ±1.414	158.50c ±0.707
شباط	84.00de 0	75.50ef ±6.363	87.50d ±3.535	30.00l ±2.828	19.20m ±1.697	171.50c ±2.121

*** الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية**

8. أيون الكلوريدات (Cl^{-1})

تبين من الجدول 9 بأن معدلات تراكيز الكلوريدات في المياه المدروسة تراوحت ما بين (106.5- 310.6)ملغم/لتر إذ سجلت اعلى تركيز لها (310.6) ملغم/لتر وأدنى تركيز (106.5)ملغم/لتر في كل من شهر تشري الأول في الموقع الرابع والخامس وكذلك في شهر تشري الثاني في الموقع الرابع وشهر كانون الأول في الموقع الرابع وشهر كانون الثاني في الموقع السادس وشهر شباط في كل من الموقع الأول والثاني والرابع والخامس والسادس ، تراكيز الكلوريدات مرتفعة الى حد ما في بعض الاشهر ومن ملاحظة النتائج ومقارنتها بشكل ملحوظ في الاشهر الحارة هذا يحدث نتيجة زيادة الاضافات الكيميائية ، وزيادة الترسيب الذي يمكن أن يضيف املاحا جديدة وخصوصآ عند بقاء المياه فترة طويلة ولزيادة التبخر في الاشهر الحارة والذي يسهم في زيادة تركيز الاملاح، أن الزيادة في تركيز الكلوريدات يعود إلى كمية المياه فكلما قلت في احواض المعالجة والتخزين بسبب تذبذب الانتاج والتبخر زادت التراكيز نتيجة قلة حجم الماء [25].أما احصائيا فقد ظهرت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية (على مستوى احتمالية $p>0.05$) بين المياه الخام والمياه الصناعية ، مع ذلك مازالت لم تتجاوز للموصفات القياسية لنظام حماية الانهار .

الجدول9 معدلات التغيرات الشهرية والموقعية والانحراف القياسي للكلوريدات

التحليل الاحصائي *Descriptive Statistics*	أيون الكلوريدات Cl^{-1} ملغرام /لتر					
المحددات القياسية لنظام حماية الانهار للعراق رقم 25 لعام 1967- أقل من 600 ملغرام/لتر						
ت	مياه معمل الأسمنت			مياه شركة غاز الشمال		
	موقع 1	موقع 2	موقع 3	موقع 4	موقع 5	موقع 6
تشرين الأول	142.0b 0	142.0b 0	142.0b 0	106.5c 0	106.5c 0	142.0b 0
تشرين الثاني	142.0b 0	142.0b 0	310.6a 0	106.5c 0	142.0b 0	142.0b 0
كانون الأول	142.0b 0	106.5c 0	142.0b 0	106.5c 0	106.5c 0	142.0b 0
كانون الثاني	142.0b 0	142.0b 0	142.0b 0	142.0b 0	142.0b 0	106.5c 0
شباط	106.5c 0	106.5c 0	142.0b 0	106.5c 0	106.5c 0	106.5c 0

*** الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية**

5. العناصر الثقيلة

1.5.الحديد (Fe)

لقد سجلت تراكيز الحديد قيمآ مختلفة في(الجدول10 إذ تراوحت القيم بين (ND- 5.57) ملغم/لتر وكان اعلى تركيز سجلت هو (5.57) ملغم /لتر في الموقع الأول شهر تشرين الأول ، وأدنى قيمة سجلت كانت (ND) وهي تراكيز غير محسوسة في كل شهر كانون الأول في الموقع الخامس وكانون الثاني في المواقع الاول والثاني والرابع والخامس وشهر شباط في المواقع الاول والثاني والثالث والخامس ، يعزى الارتفاع في الموقع الأول نتيجة لتساقط الامطار وغسل التربة ما يؤدي إلى دخول كميات اضافية من الحديد الى مصادر المياه السطحية ،وزيادة ترسيب كاربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) بشكل قشرة على السطح الداخلي للانابيب لتقوم بحماية من التأكل ، أما الانحفاض تركيز غير محسوس ، في شهر كانون الأول وشهر كانون الثاني وشباط جاءت بتأثير عملية الترسيب باستخدام الجرعات الاضافية من الشب التي تستعمل في المصانع يعد عنصر الحديد من العناصر الشائعة الوجود في الطبيعة ويستدل على وجودة في المياه او التربة (26).أظهر التحليل الاحصائي (على مستوى احتمالية $p>0.05$) وجود فروقات معنوية واختلاف بين الاشهر ، مع ذلك تجاوزت المطروحات للموصفات القياسية للنظام حماية الأنهار .

الجدول10 معدلات التغيرات الشهرية والموقعية والانحراف القياسي للحديد

التحليل الاحصائي Descriptive Statistics	الحديد Fe ملغم/لتر					
المحددات القياسية لنظام حماية الانهار للعراق رقم 25 لعام 1967- أقل من 2.0 ملغم/لتر						
ت	مياه معمل الأسمنت			مياه شركة غاز الشمال		
	موقع 1	موقع 2	موقع 3	موقع 4	موقع 5	موقع 6
تشرين الأول	5.57a ±0.091	4.59b ±0.091	3.51c ±0.035	1.71g ±0.113	3.11d ±0.007	1.69g ±0.084
تشرين الثاني	1.63g ±0.084	1.01i ±0.007	2.07f ±0.021	1.49h ±0.056	2.39e ±0.070	2.44e ±0.042
كانون الأول	0.40k ±0.007	0.10no ±0.002	0.31klm ±0.007	0.30lm 0	ND 0	0.73j ±0.007
كانون الثاني	ND 0	ND 0	0.11n ±0.003	ND 0	ND 0	0.39kl ±0.008
شباط	ND 0	ND 0	ND 0	0.23m 0	ND 0	0.64j ±0.091

*** الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية**
ND= تراكيز غير محسوسة

2.5. النحاس (Cu)

نلاحظ من الجدول 11 تراكيز النحاس تراوحت بين (ND – 0.183) ملغم/لتر وكانت اعلى قيمة سجلت هي(0.183) ملغم /لترفي الموقع الأول خلال شهر تشرين الاول وأدنى تركيز غير محسوس في شهر كانون الأول في المواقع الخامس والسادس وشهر كانون الثاني في المواقع الأول والثاني والثالث والرابع والخامس والسادس وشهر شباط في المواقع الثالث والخامس ، سبب الارتفاع في تركيز النحاس في الموقع الأول يعود الى ارتفاع درجات الحرارة وزيادة والتبخر يصاحب ذلك زيادة في الفعاليات الحيوية فضلا تغير العوامل الفيزيائية والكيمائية لمواقع الدراسة ، أما قلة تركيز النحاس يرجع ذلك إلى امتزاز النحاس من المعادن الطينية واتحاده مع المركبات على شكل كبريتيد نتيجة لوجود الكبريت ضمن المنطقة وظروف مياه القاعدية (4). تبين من خلال التحليل الاحصائي (على مستوى احتمالية $p>0.05$) وجود فروقات معنوية بين المياه الخام والمياه الصناعية ، مع ذلك لم تتجاوز الحدود المسموحة بها للمواصفات القياسية لنظام حماية الانهار .

الجدول11 معدلات التغيرات الشهرية والموقعية والانحراف القياسي للنحاس

التحليل الاحصائي Descriptive Statistics	النحاس Cu ملغم/لتر					
المحددات القياسية لنظام حماية الانهار للعراق رقم 25 لعام 1967- أقل من 0.2 ملغم/لتر						
ت	مياه معمل الأسمنت			مياه شركة غاز الشمال		
	موقع 1	موقع 2	موقع 3	موقع 4	موقع 5	موقع 6
تشرين الأول	0.183a ±0.002	0.180a 0	0.112ef 0	0.121de ±0.013	0.139c ±0.012	0.120de ±0.004
تشرين الثاني	0.158b ±0.009	0.105fg 0	0.127d ±0.008	0.091h ±0.003	0.143c ±0.005	0.097gh ±0.002
كانون الأول	0.010kl 0	ND 0	0.010kl 0	0.006kl 0	ND 0	ND 0
كانون الثاني	ND 0	ND 0	ND 0	ND 0	ND 0	ND 0
شباط	0.012k 0	0.043i 0	ND 0	0.030j ±0.001	ND 0	0.006kl 0

*** الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية**
ND = تراكيز غير محسوسة

المصادر

1. علي، ميسون عمر . (2010)." دراسة التلوث بالعناصر الثقيلة في بعض مناطق بغداد ".مجلة بغداد للعلوم .7(2) :955-962 .
2. الامين ، ناديا عماد .(2011) . "استخدام الجنس Porcellio sp دليل حيوي لقياس مستوى التلوث لبعض العناصر الثقيلة في مدينة بغداد". المجلة العراقية للعلوم ، 52 (4): 415-419.

3. الدليمي، حامد (1993). تأثير نوعية مياه نهر دجلة بالملوثات المطروحة من مدينة بغداد. مجلة التقني ،1 (16) : 19-33 .
4. البشار، سعاد حمود محمد حماد (2001). "دراسة بيئية ومايكروبايولوجية في شركة مصافي الشمال" . رسالة ماجستير/ كلية التربية- جامعة تكريت .
5. مهدي، آيات حسين، كاظم ، رنا جواد ومجيد ، عبير عقيل.(2010). "تقدير الملوثات الصناعية الناتجة عن محطتي كهرباء الدورة وجنوب بغداد".مجلة البصرة للعلوم.28(2):178-191 .
6. نصيف ، رعد محمود و عبد الله ، انعام جمعة (2012). "دراسة نوعية مياه نهر ديالى في بعض مناطق الحوض الاوسط والحوض الاسفل". مجلة جامعة كربلاء العلمية .105 (2) :221-234 .
7. قويزالامير، فيصل هادي غني ، الفتلاوي ، يعرب فالح ، رشيد، خالد عباس .(2014).دراسة المخلفات الناتجة من تصفية محطتي اسالة الكرمة وشرق دجلة في تلوث المياه، المجلة العراقية للعلوم ، 55 (3)A: 1006-1013 .
8. موسى ، سهير ازهر ، الموسوي ، مالك (2015). "دراسة نوعية للمياه المصرفة من معمل بابل /2للبطاريات في بغداد". مجلة ابن الهيثم للعلوم الصرفة والتطبيقية ، 1 (28) : 261-273.
9. خلف محميد محمود وعبدالجبار ،رياض عباس .(2017) . "تقدي بعض المغذيات النباتية والعناصر الثقيلة في نهر الفرات عند مدينتي الرمادي والخالدية ، مجلة تكريت للعلوم الصرفة . 22(8) : 1662-1813 .
10. عبد الباري ، روعة رضوان (2016) . "معالجة تلوث المياه الصناعية الملوثة بالكبريتات في مصفى الدورة – العراق ".رسالة ماجستير ،كلية التربية – أبن الهيثم للعلوم الصرفة –جامعة بغداد/العراق
11. كريدي ، حسام محمد (2006) ." دراسة بيئة لمحددات نهر الفرات في محافظة ذي قار" . مجلة جامعة ذي قار ،2(2):137-141 .
12. ألربيعي، غيداء حسين (2003). "استخدام بعض الطحالب في معالجة مياه الفضلات المنزلية". رسالة ماجستير. كلية العلوم – جامعة بغداد.
13. السعدي، حسين علي ونجم قمر الدهام وليث عبد الجليل الحصان. (1986). علم البيئة. دار الكتب للطباعة والنشر جامعة البصرة.
14. أرسلان ، ليلى خورشيد وعبد الباري ، روعة رضوان وجمعة ،سندس هادي (2016). "معالجة التلوث البيئي للمياه الصناعية الملوثة بالكبريتات في مصفى الدورة".مجلة كلية التربية الاساسية ، 22(96): 185-210 .
15. محمود، سراب محمد (2001) . "دراسة مقارنة حول سلامة امداد الماء لغرض الشرب في مدينة بغداد" ، رسالة ماجستير ،كلية العلوم ، جامعة بغداد/العراق .
16. السعيد، صباح ناهي والعبودي ،فاضل جواد (2014). "دراسة بيئة لبعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه بعض الاهوار في محافظة ذي قار-جنوب العراق ". مجلة علوم ذي قار، 21(7): 20-27 .
17. Lee ,J.A., Cho, K.J .,Kwon , O.S. and chung , I.K.(1993) ." A study on the environmental Factors in Nektons estuarine ecosystem The Kor".J.Phycol.,8(1):29-36.
18. Brbootl, M.M., Abid, B.A. and AL-Shuwaiki, N.M.(2011). "Removal of Heavy Metals Using Chemicals Precipitation" . Eng. & Tech. Journal, Vol.29, No.3, P: (612-595).
19. Cotte- Krief, M. C.; Guieu, C.; Thomas, A. J. and Martin, J. M. .(2000). "Source of Cd, Cu, Ni and Zn in Portuguese Coastal Water, Mar". Chem., 71:199- 214.
20. D Dalinger, R.; Berger, B. and Birkil, S. (1992)." isopoda: useful biological indicator of pollution. *oecologia*,(89):32-41.
21. Dollar , N.L. , J.S.Catherine , G.M.Filipelli , and M.Mastalerzi . (2002) .Chemical fractionation of metals in wetland sediment : Indiana Dunes National Lakeshore . Environ . Sci . Tech ., 35(18): 3608-361 .
22. Kobori, H.O., Ham, Y.S. and Saito, T.S.(2009). "Environmental Assessment" , Vol.151, P: (1-4) & (243-249).
23. Srivastava, A.; Gupta, S.; Jain, V.K. (2008). Source Apportionment of Suspended Particulate Matter in Coarse and Fine Size Ranges Over Delhi. Aerosol Air Qual. Res., 8 (2):188- 200.
24. APHA, AWWA, WPCF(1985). "Standard Method for the Examination of Water and Wastewater", 16th Ed. New York, 1268.
25. Laws, E.A. (1983) ." Aquatic Pollution . A wiley – Inter Sci. Publ. U.S.A.
26. M. J. Hammer,(1986). "Water and Wastewater Technology", 2nd Ed., John Wiley and Sons, 24.
27. Wetzel , R.G.,(2001). Limnology ,Lake and river ecosystems.4th Ed. Academic Press, An Elsevier Science Imprint San Francisco , New York ,London.