

دراسة التأثير البيئي لتصريف مشروع معالجة مياه الصرف الصحي على نوعية مياه نهر الديوانية - العراق

رسالة

مقدمة إلى مجلس كلية العلوم / جامعة القادسية

وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في علوم الحياة/ سموم
بيئية

من قبل

محمد كاظم خوين القصير

بكالوريوس علوم حياة ٢٠٠٥

باشراف

الأستاذ الدكتورة

ميسون مهدي صالح الطائي

الخلاصة:

اجريت الدراسة الحالية لمعرفة التأثيرات البيئية الناتجة عن طرح مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة في نوعية مياه نهر الديوانية. اذ جمعت عينات المياه والرواسب ونبات القصب *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Steras و *Viviparous bengalensis* (Lamarck) بصورة شهرية ابتداءً من كانون الاول ٢٠١٠ الى تشرين الثاني ٢٠١١ من اربعة محطات على نهر الديوانية تقع الاولى شمال نقطة التصريف (طرح مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة الى النهر) بحوالي ١ كم والثانية بعد نقطة التصريف الى النهر مباشرةً اما المحطتين الثالثة والرابعة فتقعان الى الجنوب من المحطة الثانية بمسافة ١ و ٢ كم على التوالي. وشملت الدراسة الحالية قياس بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه وبعض العناصر الثقيلة (الكروم والكاديوم والرصاص والنحاس) في المياه بجزئها الذائب والدقائق وفي الرواسب بجزئها المتبادل والمتبقي وفي نبات القصب *P. australis* و *V. bengalensis* ودراسة بعض الادلة البكتيرية للتلوث (العدد الكلي للبكتريا وبكتريا القولون الكلية وبكتريا القولون البرازية وبكتريا المسبقيات البرازية).

اظهرت الدراسة الحالية ان درجة حرارة الهواء قد تراوحت بين (10.17)°م في المحطة الثانية خلال تشرين الأول 2011 و (41.17)°م في المحطة الاولى خلال تموز 2011 اما حرارة الماء فقد تراوحت بين (12.83)°م في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 و (32.33)°م في المحطة الاولى خلال تموز 2011 ، اما قيم التوصيلية الكهربائية فتراوحت بين (1092.67) مايكروسيمنز/سم في المحطة الاولى خلال نيسان 2011 و (2011.33) مايكروسيمنز/سم في المحطة الثانية خلال ايار 2011 ، كما تراوحت قيم العكورة بين (6.63) NTU في المحطة الرابعة خلال آذار 2011 و (53.33) NTU في المحطة الثانية خلال ايلول 2011 ، اما المواد الصلبة الذائبة فتراوحت بين (620) ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال تشرين الثاني 2011 و (1423.33) ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال كانون الثاني 2011 والمواد الصلبة العالقة تراوحت بين (18.33) ملغرام/لتر في المحطة الرابعة خلال آذار 2011 و (87.47) ملغرام/لتر في نفس المحطة خلال تموز 2011.

كما بينت الدراسة ان قيم الاس الهيدروجيني كانت متعادلة تميل الى القاعدية الخفيفة اذ تراوحت بين (6.9) في المحطة الرابعة خلال تشرين الثاني 2011 و (8.3) في نفس المحطة خلال حزيران 2011 ، كما اظهر الاوكسجين المذاب انخفاضاً واضحاً اذ تراوحت قيمته بين (0.23) ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال نيسان 2011 و (9.13) ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال تشرين الثاني 2011 ، في حين سجل المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين ارتفاعاً واضحاً

اذ تراوح بين (0.3) ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال ايار و آب 2011 و (68.6) ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال نيسان 2011 ، اما المتطلب الكيماوي للاوكسجين فقد تراوح بين (10.67) ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال تموز و آب 2011 و (80) ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال شباط 2011 ، وتراوحت قيم ثنائي اوكسيد الكربون بين (17.6) ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال آذار 2011 و (100.47) ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال ايار 2011 ، اما القاعدية الكلية فتراوحت بين (110) ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الاولى خلال تشرين الثاني 2011 و (306.67) ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الثانية خلال نيسان 2011.

كما بينت الدراسة ان مياه النهر عسرة جداً اذ تراوحت قيم العسرة الكلية بين (349.33) ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الاولى خلال نيسان 2011 و (656.67) ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الأول 2011 ، والكالسيوم بين (169.33) ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الاولى خلال تشرين الثاني 2011 و (363.33) ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الثانية خلال تموز 2011 ، والمغنسيوم بين (13.3) ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الرابعة خلال تموز 2011 و (88.97) ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الأول 2011 ، وتراوحت قيم الصوديوم بين (73.13) ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال ايار 2011 و (242.7) ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 ، والبوتاسيوم بين (3) ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال نيسان 2011 و (13.5) ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 ، اما الكلوريد فقد تراوح بين (43.2) ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال ايار 2011 و (122.11) ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال كانون الثاني 2011 ، والكبريتات تراوحت قيمها بين (184.33) ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال نيسان 2011 و (404.47) ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال تموز 2011.

كما سجلت الدراسة ارتفاعاً في قيم الامونيا والنترت مقارنةً بالمحطة الاولى اذ تراوحت قيم الامونيا بين (25) مايكروغرام/لتر في المحطة الاولى خلال تموز 2011 و (11137.33) مايكروغرام/لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 ، اما النترت فقد تراوح بين (٤) مايكروغرام/لتر في المحطة الاولى خلال آذار 2011 و (27.7) مايكروغرام/لتر في المحطة الثانية خلال ايلول 2011 ، وانخفاضاً في قيم النترات اذ تراوحت بين (97.9) مايكروغرام/لتر في المحطة الثانية خلال آب 2011 و (861.93) مايكروغرام/لتر في المحطة الاولى خلال شباط 2011 ، اما الفوسفات فقد سجلت هي الاخرى ارتفاعاً اذ تراوحت بين (11.93)

مايكروغرام/لتر في المحطة الاولى خلال تشرين الاول 2011 و (866.2) مايكروغرام/لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011.

تراوحت قيم الكربون العضوي الكلي في الرواسب بين (0.09)% في المحطة الاولى خلال آذار 2011 و (0.51)% في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011. اما نسجة الرواسب فكانت رملية في جميع محطات الدراسة اذ تراوحت النسبة المئوية لمكوناتها بين (89.92-90.7)% و (2.34-3.18)% و (6.86-6.96)% للرمل والغرين والطين على التوالي.

اما العناصر الثقيلة الذائبة في المياه فقد بينت الدراسة ان قيم الكروم تراوحت بين (1.52) مايكروغرام/لتر في المحطة الرابعة خلال كانون الثاني 2011 و (18.54) مايكروغرام/لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 والكادميوم تراوح بين قيم غير محسوسة (ND) في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 وكانون الثاني ونيسان 2011 والمحطة الثانية والثالثة خلال كانون الأول 2010 ونيسان 2011 والمحطة الرابعة خلال كانون الأول 2010 وشباط ونيسان 2011 و (0.61) مايكروغرام/لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 اما الرصاص فتراوح بين (2.91) مايكروغرام/لتر في المحطة الثالثة خلال كانون الثاني 2011 و (5.07) مايكروغرام/لتر في المحطة الثانية خلال كانون الأول 2010 والنحاس تراوح بين (0.9) مايكروغرام/لتر في المحطة الثالثة خلال كانون الأول 2010 و (1.61) مايكروغرام/لتر في المحطة الثانية خلال كانون الثاني 2011 ، اما في الجزء الدقائقى فقد تراوحت قيم الكروم بين (88.88) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال شباط 2011 و (444.59) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تشرين الأول 2011 والكادميوم تراوح بين (5.42) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال آب 2011 و (19.12) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تشرين الاول 2011 والرصاص بين (73.85) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال آب 2011 و (194.18) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تشرين الاول 2011 والنحاس بين (19.09) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال تشرين الثاني 2011 و (101.26) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011.

اما العناصر الثقيلة في الجزء المتبادل من الرواسب فقد بينت الدراسة ان تركيز الكروم قد تراوح بين (6.15) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 و (20.63) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 والكادميوم بين (0.33) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال كانون الأول 2010 و (0.84) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال حزيران 2011 والرصاص بين

(8.94) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال نيسان 2011 و (15.22) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تموز 2011 اما النحاس فقد تراوح بين (4.81) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 و (13.35) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال آب 2011 ، اما في الجزء المتبقي من الرواسب فقد تراوحت قيم الكروم بين (80.05) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال تشرين الأول 2011 و (129.66) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 والكاديوم بين (0.34) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 و (0.97) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثالثة والرابعة خلال تشرين الأول 2011 والرصاص بين (9.67) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال تشرين الأول 2011 و (17.97) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال آب 2011 والنحاس بين (8.29) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال تشرين الأول 2011 و (17.88) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثالثة خلال كانون الثاني 2011.

كما سجلت الدراسة ارتفاعاً في تركيز العناصر الثقيلة في نبات القصب *P. australis* والقوقع *V. bengalensis* مقارنةً بتركيزها الذائب في الماء وتركيزها في الرواسب، اذ تراوح تركيزها في القصب للكروم بين (2.13) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الثاني 2011 و (30.05) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تموز 2011 والكاديوم بين (0.36) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال شباط 2011 و (4.83) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال أيلول 2011 والرصاص بين (11.73) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 و (37.45) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تشرين الأول 2011 والنحاس بين (0.82) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال ايلول 2011 و (16.34) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال نيسان 2011 ، اما تركيزها في القوقع فقد تراوح الكروم بين (16.35) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 و (30.17) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال تشرين الأول 2011 والكاديوم بين (0.34) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 و (8.99) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثالثة خلال تشرين الأول 2011 والرصاص (14.34) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 و (26.82) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال حزيران 2011

والنحاس بين (91.56) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال حزيران 2011 و (238.79) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال شباط 2011. كما سجلت الدراسة ارتفاعاً واضحاً في اعداد جميع انواع البكتريا الدالة على التلوث فقد تراوح العدد الكلي للبكتريا بين ($10^2 \times 17.33$) خلية/مل في المحطة الاولى خلال تشرين الاول 2011 و ($10^4 \times 310$) خلية/مل في المحطة الثانية خلال آذار 2011 وبكتريا القولون الكلية بين (4.2) خلية/100 مل في المحطة الاولى خلال تشرين الاول 2011 و ($10^2 \times 403.3$) خلية/100 مل في المحطة الثانية خلال تموز 2011 وبكتريا القولون البرازية بين (3) خلية/100 مل في المحطة الاولى خلال تشرين الثاني 2011 و ($10^2 \times 273.3$) خلية/100 مل في المحطة الثانية خلال تموز 2011 وبكتريا المسبقيات البرازية بين (29) خلية/100 مل في المحطة الاولى خلال كانون الثاني 2011 و ($10^2 \times 1100$) خلية/100 مل في المحطة الثانية خلال آذار وتموز وايلول 2011 وفي المحطة الثالثة خلال تموز 2011.

الفصل الاول: المقدمة واستعراض المراجع

1-1- المقدمة:

الماء هو مهد الحياة لكل الكائنات الحية اذ يرتبط وجودها ووفرته في أية بيئة بوفرة المياه فيها، وتعد الانهار من اهم مصادر المياه العذبة المستخدمة من قبل الانسان اذ ان سهولة الحصول عليها يزيد من استخدامها ويجعلها عرضة للتلوث بشكل كبير.

وتعتمد الكثير من المجتمعات على مياه الانهار لاغراض الشرب والزراعة والنقل والاستخدامات الصناعية كما انها تعد انظمة بيئية توفر مواطن Habitats لمختلف انواع الكائنات الحية من حيوانات ونباتات بالاضافة الى اهميتها كمواقع للترفيه والسباحة (Murk, 2005). وان تعرض الانهار الى انواع مختلفة من الملوثات يؤثر سلباً في تركيبها وتوازنها معرضاً مجتمعات الاحياء المختلفة الى الاخطار وخصوصاً المجتمعات البشرية التي تعتمد عليها بوصفها مصدراً رئيساً للمياه للاغراض المدنية والزراعية والصناعية (السعدي، 2006).

والتلوث هو تغير غير مرغوب فيه في البيئة عن طريق تاثيرات مباشرة او غير مباشرة في انماط الطاقة ومستويات الاشعاع والقوام الفيزيائي والكيميائي ووفرة الكائنات والتي تؤثر سلباً في حياة الانسان والاحياء الاخرى (Hoges, 1989). ويعرف تلوث المياه انه التغير في قيم الخواص الفيزيائية او الكيميائية او البايولوجية بتركيز اوصفة تجعل الماء ضاراً للانسان او الاحياء او الممتلكات (السعدي، 2006).

غالباً ماتستخدم الانهار التي تجري في مناطق تحتوي أنشطة بشرية مختلفة مثل الحقول الزراعية والمدن والمنشآت الصناعية كمواقع لتصريف النفايات والفضلات البشرية ومياه فضلات المنازل والمجازر والفضلات الصناعية (Adewoye, 2010).

اذ يبدأ تلوث الماء من قبل الانسان الذي يستهلك كميات كبيرة من المياه النقية ويحولها الى مياه ملوثة تطرح في مياه الانهار (بوران و ابودية، ٢٠٠٣). لذا يعد طرح فضلات الصرف الصحي من المصادر الرئيسية لتلوث المياه حول العالم (UNESCO/WHO/UNEP,1996). نظراً لاحتوائها على العديد من الملوثات منها الفيزيائية مثل الرمال والمواد الصلبة والشوائب الخاملة، والكيميائية سواء كانت عضوية مثل الهيدروكربونات والزيوت والشحوم والمبيدات والبروتينات والفينولات او لاعضوية كالقلويدات والاحماض والعناصر الثقيلة ومركبات النايتروجين والفسفور والكبريت او غازية مثل كبريتيد الهيدروجين والامونيا والميثان، كذلك الملوثات الحيوية مثل البكتريا والفايروسات والديدان (منظمة الصحة العالمية، ٢٠٠٤).

اهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية الى تقييم التأثير الناتج عن طرح مياه الصرف الصحي على نوعية مياه نهر الديوانية من خلال:

دراسة التغيرات الشهرية في بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للماء.

دراسة التغيرات الشهرية في تركيز بعض العناصر الثقيلة (Cu ، Pb ، Cd ، Cr) في المياه بشكلها الذائب والدقائق وفي الرواسب بشكلها المتبادل والمتبقي.

امكانية استخدام نبات القصب *Phragmites australis* والقوقع *Viviparus bengalensis* كأدلة حيوية Bio-indicators لتقييم التلوث بالعناصر الثقيلة وحساب معامل التركيز الاحيائي ومعامل الترسيب الاحيائي.

دراسة التلوث المايكروبي الناتج عن طرح مياه الصرف الصحي مباشرةً الى النهر باستخدام الادلة البكتيرية للتلوث البرازي.

٢-١- استعراض المراجع:

١-٢-١- مياه الصرف الصحي: تأثيراتها ومعالجتها:

ان التوسع والتطور الذي تشهده المدن على مختلف المستويات الاجتماعية والاقتصادية والصناعية رافقة زيادة في استهلاك المياه لتلبية الاحتياجات المختلفة والذي نتج عنه زيادة في كمية مياه الفضلات ونوعية المواد الملوثة التي تحملها.

و تعد مياه الصرف الصحي واحدة من اخطر المشاكل على الصحة العامة في معظم دول العالم الثالث اذ ان معالجة مياه الفضلات لا تعطى الاولوية التي تستحقها ولذلك فأن الفضلات الصناعية والمنزلية تصرف مباشرة الى الاجسام المائية المستقبلية من دون معالجة والنتيجة هي زيادة تلوث الانهار وفقدان الحياة المائية واستهلاك الحيوانات والنباتات للمياه الملوثة والتي تصل في النهاية الى جسم الانسان مسببةً مشاكل صحية مختلفة (Danazumi and Bichi, 2010). ويعتمد تأثير هذه الملوثات في المحيط البيئي بدرجة كبيرة على كمية ونوعية هذه الملوثات والتي لا بد من اجراء معالجة كفوءة لها قبل طرحها وبخلافه تحدث اضراراً مباشرة على مستويات مختلفة من الكائنات الحية ينجم عنها تغير كبير في تنوع ووفرة هذه الكائنات (مولود وآخرون، ١٩٩١؛ الربيعي، ٢٠٠٢).

ومياه فضلات الصرف الصحي هي كافة انواع المياه المتخلفة الصادرة عن الفعاليات البشرية المختلفة منزلية او تجارية او صناعية ويطلق عليها احيانا مياه المجاري او مياه الصرف الصحي لانها في الغالب تنتقل في شبكة المجاري العامة في المدينة (منظمة الصحة العالمية، ٢٠٠٤) او هي المياه الناتجة عن الاستعمالات المنزلية المختلفة والتي قد تختلط بمياه عادمه صناعية (الصفدي والظاهر، ٢٠٠٨).

تشكل مياه الفضلات حوالي 80% من المياه العذبة المستهلكة في المدن وتتألف من الماء بنسبة 99% ومن الشوائب والملوثات الضارة المختلفة بنسبة 1% (منظمة الصحة العالمية، ٢٠٠٤) وتتكون بشكل اساسي من نفايات سائلة او محمولة تنتجها المرافق الصحية في المنازل والمؤسسات والمنشآت التجارية والصناعية بالاضافة الى مياه جوفية وسطحية ومياه امطار والتي تحتوي على كميات كبيرة من المواد العضوية والاحياء الممرضة بالاضافة الى المغذيات والمركبات السامة والمسرطنة والمعادن الثقيلة (الامم المتحدة، ٢٠٠٣).

كما ان الانجرافات من المدن Urban runoff والتي تجد طريقها في النهاية الى شبكة المجاري غالبا ماتكون اكثر سوءاً من مياه الفضلات المنزلية اذ تحمل هذه الانجرافات الاملاح من الطرق والنفايات غير المعالجة وفضلات الحيوانات ومخلفات عمليات البناء وانبعاثات وسائط النقل التي تغسل بوساطة مياه الامطار لتضيف العديد من الملوثات الى مياه المجاري مثل الاسبستوس

والسيانيد والكلوريدات والفوسفات والنحاس والرصاص والارصين وزيت المحركات والشحوم والهيدروكربونات وحامض الكبريتيك والفضلات العضوية (Raven et al., 2010). كما ينتج عن اختلاط مياه الفضلات الصناعية مع الفضلات البلدية في مجاري بعض المدن الكبيرة زيادة في كميات بعض الملوثات السامة مثل المعادن الثقيلة في مياه الصرف الصحي (Slomkiewicz and Zdenkowski, 2003).

ان تصريف مياه الفضلات غير المعالجة ينتج عنه طرح حمل مستمر من المواد العضوية والمغذيات الى الجسم المائي المستلم مؤدياً الى عدد من التأثيرات الواضحة في مكوناته البيئية تشمل تغيرات جسيمة في نوعية المياه تتمثل في نقص الاوكسجين المذاب وزيادة في تركيز الامونيا الناتجة من التحلل الجزئي للبروتين والذي يؤدي الى زيادة في تركيز النتريت والنترات، وارتفاع في عكورة المياه، واسوداد في الطبقة السفلية للجسم المائي (Santra,2010).

كما تحتوي مياه الصرف الصحي على كميات كبيرة من المنظفات التي يؤدي طرحها الى تكوين طبقة من الرغوة على سطح الماء تعيق عملية التبادل الغازي بين الماء والهواء كما انها تسبب زيادة في تركيز الفوسفات في المياه المستقبلية (السعدي، ٢٠٠٦).

وان احتواء مياه الصرف الصحي على المغذيات وخصوصاً مركبات النايتروجين والفسفور يؤدي الى حدوث ظاهرة الاثراء الغذائي Eutrophication والتي ينتج عنها ازدهار في نمو الطحالب وخصوصاً بعض الانواع غير المرغوبة من الطحالب الخضراء المزرققة (Cyanobacteria) والتي لاتستهلك كغذاء من قبل اللافقرات والهائمات الحيوانية مما ينعكس سلباً على التوازن البيئي (Agarwal, 2009a). فضلاً عن انتاجها للسموم التي يمكن ان تسبب ضرراً في الكبد والامعاء وتلف في الجهاز العصبي وتهيج الجلد لدى الانسان (WHO,2006a). كما ينتج عن الاثراء الغذائي زيادة في الكتلة الحية والتي يؤدي موتها وترسبها في قعر الجسم المائي الى استهلاك الاوكسجين المذاب معرضاً حياة الاسماك والحيوانات الاخرى للخطر، وتكوين طعم ورائحة غير مرغوبة في المياه (Smol, 2008).

وتعد المواد الكيميائية التي تعمل عمل الهرمونات او التي تثبط عملها من اهم الملوثات التي توجد في مياه الصرف الصحي والتي يكون مصدرها الادوية البشرية والبيطرية والمنظفات غير الايونية والمبيدات، والتي تؤثر في عمل جهاز الغدد الصماء في الجسم وتؤدي الى حدوث سرطانات مختلفة وتخلف عقلي وضعف في جهاز المناعة وغدة الثايرويد وخصوصاً لدى الاطفال كما انها تؤثر على عملية التكاثر وتؤدي الى حدوث تشوهات ولادية في الانسان والزواحف والاسماك والطيور واللافقرات واللبائن (WHO, 2006a).

كما تعد مياه الصرف الصحي غير المعالجة مصدراً للحياة الممرضة كالبكتيريا مثل *E. coli* و *Vibrio cholerae* و *Salmonella spp.* و *Shigella spp.* والديدان مثل *Ancylostoma spp.* و *Taenia spp.* و *Fasciola spp.* و *Shistosoma spp.* والابتدائيات مثل *Giardia spp.* و *Entamoeba spp.* والفايروسات مثل *hepatitis A&E* و *adenovirus* و *rotavirus* التي تسبب العديد من الامراض مثل التايفوئيد والكوليرا والاسهال والامراض الجلدية (الاكزما) وغيرها (WHO, 2006b).

وبالنظر للتأثيرات السابقة الذكر وبهدف تقليل الاضرار الناتجة عن تصريف مياه الصرف الصحي مباشرة الى الانهار فقد انشأت الدول المختلفة محطات لاغراض معالجة هذه المياه وتقليل الملوثات الموجودة فيها الى الحد المسموح به الذي لا يضر بالحياة المائية ولابنوعية المياه وتتضمن المعالجة مجموعة من العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي تجري على هذه المياه بهدف تحسين خواصها والتقليل من تأثيراتها السلبية والضاره على البيئة وتعتمد درجة المعالجة على عدة عوامل منها نوعية وطبيعة المواد الملوثة التي تحتويها مياه الفضلات والخواص المطلوبة في المخلفات السائلة بعد معالجتها والغرض الذي من اجله تستخدم تلك المياه المطلوب معالجتها وطريقة التخلص من هذه المياه وكمية التخفيف الموجود في المياه المستقبلية (السعدي وآخرون، ١٩٨٦؛ ابراهيم، ٢٠٠٩).

وتتكون عملية معالجة مياه الفضلات بشكل عام من ثلاث مراحل (Raven et al., 2010) ؛
Cunnigham and Cunnigham, 2010) هي:

المعالجة الابتدائية Primary treatment:

تهدف هذه المعالجة الى ازالة المواد الصلبة الكبيرة والمواد الطافية والعالقة مثل الرمال والمواد الصلبة والزيوت والشحوم وغيرها باستخدام بعض العمليات الفيزيائية مثل المصافي (المشابك) والتعويم (التطويف) والترسيب وغيرها .

المعالجة الثانوية او الحيوية Secondary or biological treatment:

يتم في هذه المرحلة تحطيم للمواد العضوية بواسطة الاحياء المجهرية عن طريق استخدام تقنيات مختلفة مثل احواض التهوية Aeration tanks (الحماء المنشطة) والمرشحات الوشيله Trickle filters وبحيرات الاكسدة Lagoon lakes.

المعالجة الثالثية او المتقدمة Tertiary or advanced treatment:

تهدف هذه المرحلة الى تحسين نوعية المياه التي تمت معالجتها في المراحل السابقة عن طريق ازالة بعض المواد مثل المغذيات النباتية وخصوصاً النترات والفوسفات والمعادن الثقيلة والبكتيريا والفيروسات بواسطة مجموعة من العمليات الحيوية والفيزيائية والكيميائية .

١-٢-٢- الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

ان لصفات المياه الفيزيائية والكيميائية دوراً في التأثير على احياء تلك المياه اذ تلعب درجة الحرارة والاس الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي والعكورة دوراً في التفاعلات الكيميائية للبيئة المائية لذلك فهي تؤثر في ايض الاحياء المائية وقدرتها على التنافس مع بعضها البعض (Weiner, 2000). كما تعتمد هذه الصفات كمياري لتقييم نوعية المياه water quality وبالتالي تحديد مدى صلاحيتها للاستخدامات المختلفة (السعدي، 2006).

يؤدي طرح مياه الفضلات غير المعالجة او غير تامة المعالجة (المعالجة جزئياً) الى فساد الجسم المائي المستقبل محدثةً اضراراً صحية وبيئية ناتجة عن تاثيرها السلبي على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه المجرى المائي المستقبل (Akpor ; Igbiosa and Okoh, 2009)؛ (and Muchie, 2011).

ومن الدراسات في هذا المجال دراسة طليع والبرهاوي (2000) عن تلوث مياه نهر دجلة بالفضلات المنزلية شمال مدينة الموصل اذ تم تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية واطهرت النتائج ارتفاع اغلب المعايير المدروسة لمياه المجاري بحيث تجاوزت الحدود المسموح بها للفضلات السائلة المصرفة الى الانهار. وقد وجد مشكور (2002) زيادة في قيم العكورة والمواد الصلبة الكلية والمواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة العالقة والتوصيل الكهربائي واملاح العسرة والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والفوسفات والنترات في مياه نهر الفرات عند مدينة السماوه وقد عزا ذلك الى تأثير مواقع التلوث بالمياه الثقيلة والصناعية. اما التميمي (2006) فقد لاحظ زيادة في قيم اغلب الخصائص الفيزيائية والكيميائية المقاسة عند دراسته لتلوث الجزء الاسفل من نهر ديالى.

تعد درجة الحرارة من العوامل المهمة المؤثرة في البيئة المائية اذ ان الزيادة في درجة حرارة الانظمة المائية يؤدي الى تغير في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية مؤدياً الى حدوث ضرر في ذلك النظام (Agarwal, 2009a). وتتأثر درجة الحرارة في المياه السطحية بالعديد من العوامل منها الموقع بالنسبة لخط العرض والارتفاع عن مستوى سطح البحر والفصل والوقت من اليوم ودوران الهواء ووجود الغيوم وجريان وعمق الجسم المائي (UNESCO/WHO/UNEP, 1996). وتؤثر درجة الحرارة على النشاطات الكيميائية والحيوية للكائنات الحية في البيئة المائية لذا فان كثافة الجماعة السكانية سوف تتغير تبعاً لتغير درجة الحرارة في بيئتها (الراوي وآخرون، ٢٠٠٢؛ Sangpal et al., 2011). ولدرجة الحرارة تأثيراً على كمية الاوكسجين المذاب في الماء اذ ان الارتفاع في درجة الحرارة يؤدي

الى اختزال ذوبانية الاوكسجين في الماء (Williams and Shaw, 1982). كما ان التغير في درجة حرارة الماء يسبب تغيراً في ذوبانية اغلب المواد السامة (Hoges, 1989). وفي دراسة اجراها Wada (1994) على المايكروبات المحللة للمواد العضوية وجد ان ارتفاع درجة الحرارة قد اثر على عدد المايكروبات المحللة لهذه المواد مؤدياً الى القضاء على اعداد كبيرة منها.

اما عكورة الماء فهي ناجمة عن وجود مواد صلبة عالقة فيه مثل دقائق التربة والرمل والطين والمواد العضوية واللاعضوية العالقة، كما يمكن ان تكون بسبب وجود بكتريا وكائنات حية دقيقة (عباوي وحسن، ١٩٩٠). وقد وجد مشكور (2002) ان طرح مياه الفضلات سبب زيادة في قيم العكورة في مياه نهر الفرات عند مدينة السماوه. وتعمل زيادة العكورة على عرقلة وصول الضوء الى اعماق المياه مما يؤدي الى تثبيط عملية البناء الضوئي للهائمات النباتية وبالتالي تقليل الانتاجية الحيوية في تلك المياه (السعدي، ٢٠٠٦). كما ان زيادة العكورة في المياه السطحية يزيد من الضغط على محطات تصفية المياه التي تعتمد على هذه المصادر من اجل انتاج مياه صافية لسد حاجة الانسان لاغراض الشرب والصناعات المختلفة (APHA, 2003).

وتعد التوصيلية الكهربائية من العوامل المهمة التي تستخدم في تقييم تاثير التركيز الكلي للأيونات على التوازن الكيماوي للمياه وتقييم التأثيرات الفسلجية على النباتات والحيوانات ومعدل التآكل في المنشآت كما انها تعطي دلالة عن تركيز الاملاح الذائبة في المياه الخام ومياه الفضلات والتغيرات الفصلية واليومية التي تحدث في بعض الانهار الملوثة (APHA, 2003).

وقد اشار التميمي (2004) في دراسته لمياه نهري دجلة وديالى جنوبي بغداد الى ان تصريف مياه المجاري من محطة الرستمية كان له تاثير واضح في رفع قيمة التوصيلية الكهربائية. ويشير ارتفاع قيم التوصيل الكهربائي الى زيادة كمية العناصر والاملاح الذائبة والتي تؤثر على نوعية المياه وتجعلها غير مستساغة للشرب (Sangpal, 2011).

تتكون المواد الصلبة العالقة TSS والمواد الصلبة الذائبة TDS من كاربونات وبيكاربونات وكلوريدات وفوسفات ونترات الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والمنغنيز والمواد العضوية والاملاح والدقائق الاخرى (Mahananda et al., 2010). ويؤدي تصريف مياه الصرف الصحي الى المياه المستقبلية الى زيادة في تركيز المواد الصلبة العالقة والمواد الصلبة الذائبة (مشكور، 2002 ؛ سبتي، 2005).

وتعمل زيادة المواد العالقة على تقليل نفاذية الضوء الى اعماق المياه محددةً بذلك منطقة البناء الضوئي (اودم، 1990). كما تؤثر الجزيئات العالقة على درجة حرارة الماء والمكونات المذابة فيه وامتصاص المواد السامة مثل المواد العضوية والعناصر الثقيلة وبدرجة معينة على تركيب

وتوزيع ومعدل ترسيب المواد المختلفة (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧). كما ان ارتفاع قيمة المواد الصلبة الذائبة يمكن ان يكون ضاراً لاحياء المياه العذبة كونها تسبب اجهاداً ازموزياً وتؤثر على قدرة التنظيم الازموزي لهذه الاحياء (McCulloch *et al.*, 1993).

يعد الاس الهيدروجيني (pH) من العوامل المؤثرة على الاحياء المائية لان معظم الفعاليات الايضية تعتمد عليه (Wang *et al.*, 2002). كما ان ذوبانية العناصر في المياه تعتمد على الـ pH اذ ان معظم العناصر تبقى في حالة ذائبة في الـ pH المنخفض ومع زيادته تتكون كاربونات ومن ثم اكاسيد وهيدروكسيدات تلك العناصر والتي يمكن ان تستقر في القعر كرواسب غير ذائبة (Agarwal, 2009b). كما ان لقيمة الـ pH تأثيراً كبيراً على سير عمليات المعالجة داخل محطات المعالجة سواء في محطات تصفية المياه لاغراض الشرب او معالجة مياه الصرف الصحي (كاظم وآخرون، ٢٠٠٥). وقد تتأثر قيمة الاس الهيدروجيني بوجود الاحماض العضوية والعمليات الحيوية (مثل عمليات البناء الضوئي والنتج) والعمليات الفيزيائية (مثل الاضطراب والتهوية) والتي من الممكن ان تغير تركيز ثنائي اوكسيد الكاربون المذاب اذ ان قيمة الاس الهيدروجيني محددة بالتوازن بين ثنائي اوكسيد الكاربون - البيكاربونات- الكاربونات (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧).

يعد الاوكسجين المذاب DO واحداً من اهم القياسات المستخدمة لتقييم نوعية المياه فهو يعكس العمليات الفيزيائية والحيوية السائدة في الماء (Sangpal *et al.*, 2011). ويتأثر تركيز الاوكسجين في الماء بعدد من العوامل منها عمق الماء والامواج والحركة السطحية كما تعد عملية البناء الضوئي للنباتات المائية والطحالب مصدراً مهماً للاوكسجين الذائب في الماء وتعتمد وفرة الاوكسجين في الماء على درجة الحرارة وتركيز الاملاح والمواد العضوية الموجودة فيه (عباوي وحسن، ١٩٩٠). كما يعد الاوكسجين المذاب من اهم العوامل التي تتحكم بوفرة الاحياء المائية وذلك لأهميته في العمليات الايضية لهذه الاحياء (Wetzel, 2001). اذ ان انخفاض تركيز الاوكسجين المذاب في الماء الى اقل من ٥ ملغرام/لتر سوف يؤثر سلباً على وظيفة وبقاء المجتمعات الحية في حين ان انخفاضه الى اقل من ٢ ملغرام/لتر يؤدي الى موت معظم الاسماك (UNESCO/WHO/UNEP, 1996).

وقد اوضح طليع (1999) ان انعدام تركيز الاوكسجين المذاب في مياه فضلات الصرف الصحي سببه ارتفاع تركيز المادة العضوية الذي يؤدي تحللها الى استهلاك الاوكسجين. كما اشار الجهصاني (2003) في دراسته عن تأثير مياه المطروحات المدنية والصناعية على نوعية مياه نهر دجلة في مدينة الموصل الى ان تصريف الفضلات الى النهر ادى الى انخفاض في قيم الاوكسجين المذاب. اما سبتي (٢٠٠٥) فقد بين ان الزيادة في طرح الفضلات العضوية الى

الاجسام المائية تعد من الاسباب الرئيسية التي تؤدي الى خفض مستويات الاوكسجين الذائب في المياه وذلك بسبب الاكسدة الهوائية لهذه الفضلات بواسطة البكتريا والفطريات.

اما المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين BOD_5 فيشير الى كمية الاوكسجين المستهلكة من قبل الاحياء المجهرية بعمليات الاكسدة الهوائية للمواد العضوية عند درجة حرارة $20^{\circ}C$ (Stirling, 1985) ويستخدم الـ BOD_5 بوصفه مقياساً للمادة العضوية القابلة للتحلل في المياه (Al-Layla *et al.*, 1980). ويطبق هذا الاختبار بشكل واسع لقياس احمال الفضلات على محطات المعالجة وتقييم كفاءة مثل هذه الانظمة في ازالة الطلب على الاوكسجين كما يقيس كمية الاوكسجين المستهلكة للتحطيم البايوكيميائي للمواد العضوية (المتطلب الكربوني) والاكسجين المستخدم لأكسدة المواد غير العضوية حيوياً مثل الكبريتيد والحديدوز والاشكال المختزلة من النايتروجين (المتطلب النايتروجيني) (APHA, 2003).

وقد اشار علمك (2002) الى ان طرح مياه الصرف الصحي الى نهر الديوانية ادى الى رفع قيمة الـ BOD_5 الى 3.9 ملغرام/لتر. اما سلمان وآخرون (2008) فقد وجد ان تصريف مياه الفضلات الى نهر العباسية ادى الى رفع قيمة الـ BOD_5 الى 5.5 ملغرام/لتر. كما اشار مشكور (2002) في دراسته تأثير المياه الثقيلة والصناعية لمدينة السماوه على تلوث مياه نهر الفرات الى ان قيمة الـ BOD_5 لمياه الفضلات جاءت خارج الحدود المسموح بها من قبل مديرية البيئة البشرية العامة لسنة 1982 اذ بلغت قيمته 60.5 ملغرام/لتر.

ويحدث التحلل الحيوي للمواد العضوية ببطئ بواسطة الاكسدة الحيوية مستخدماً الاوكسجين الذائب في الماء لذلك فان الفضلات المتطلبة للاوكسجين (حاوية على مواد عضوية) سوف تستنزف الاوكسجين المذاب مؤدية الى انخفاضه وبالتالي تعريض الاسماك والاحياء المائية الى الخطر او الموت في الحالات الشديدة (Maitera *et al.*, 2010).

اما المتطلب الكيميائي للاوكسجين COD فانه يستخدم لتقدير كمية الاوكسجين المطلوبة للاكسدة الكيميائية للمواد العضوية متضمنةً المواد غير القابلة للتحلل الحيوي (Mahananda *et al.*, 2010). وان احد المميزات الرئيسية لاختبار الـ COD انه يمكن قياسه خلال 2.5 ساعة مقارنة بالـ BOD_5 الذي يحتاج الى خمسة ايام، وغالباً ما تكون قيمة الـ COD اعلى من قيمة الـ BOD_5 وذلك لان الـ COD يقيس كمية الاوكسجين المستهلك في اكسدة كلا المواد التي تتأكسد كيميائياً وحيوياً (Akpor and Muchie, 2011). وقد اشار Ogunfowokan *et al.* (2005) الى ان الزيادة في قيمة الـ COD تعزى الى الزيادة في اضافة المواد العضوية واللاعضوية من البيئة بالاضافة الى الملوثات العضوية التي تدخل النظام المائي من محطات معالجة الفضلات المنزلية.

ان وجود ثنائي اوكسيد الكربون CO₂ في المياه يعود الى نشاط المايكروبات وتنفس الاحياء (Maiti, 2004). وقد اشار علمك وعبد (2005) في دراستهما على نهر الديوانية الى ان زيادة تركيز ثنائي اوكسيد الكربون يعود الى تحلل المحتوى العالي من المواد العضوية التي تصرف الى النهر. ولتركيز ثنائي اوكسيد الكربون علاقة قوية مع قيمة الاس الهيدروجيني في الماء (Weiner, 2000). كما يتأثر تركيز ثنائي اوكسيد الكربون بعدد من العوامل منها الاس الهيدروجيني والقاعدية ودرجة الحرارة (الغانمي، ٢٠٠٣).

تعبر القاعدية في المياه عما يحتويه الماء من الايونات السالبة التي تؤثر في قيم الاس الهيدروجيني والتي هي عادة ايونات الكربونات CO₃²⁻ والبيكارونات HCO₃⁻ والهيدروكسيل OH⁻ (مولود وآخرون، ١٩٩٠). وتعرف القاعدية على انها قابلية الماء على معادلة الحوامض (APHA, 2003). كما وتتأثر القاعدية بالعديد من العوامل مثل ثنائي اوكسيد الكربون ونشاط الاحياء المجهرية وعملية تفكك البيكارونات فضلاً عن محتوى المياه من الاملاح (الشاوي وآخرون، ٢٠٠٧). ويعد من الضروري تحديد قاعدية المياه وذلك لغرض تحديد استخدامه سواء في الصناعة او في معالجة المياه (عباوي وحسن، ١٩٩٠).

تعرف العسرة على انها تركيز الايونات المعدنية الموجبة متعددة الشحنة في المحلول وخصوصاً ايونات الكالسيوم والمغنسيوم بالاضافة الى بعض الايونات الاخرى مثل الحديد والالمنيوم والخرصين (APHA, 2003). وتتكون املاح العسرة في الماء على شكل كربونات وبيكارونات وكلوريدات وكبريتات ونترات هذه الايونات (عباوي وحسن، ١٩٩٠). وتعد العسرة العالية حالة شائعة في المياه العراقية كما اشار الى ذلك العديد من الباحثين (علمك وعبد، ٢٠٠٥؛ الشاوي وآخرون، ٢٠٠٧؛ سلمان وآخرون، ٢٠٠٨). كما ان طرح مياه الصرف الصحي من محطات المعالجة الى الانهار يؤدي الى زيادة في قيم العسرة (العزاوي، ٢٠٠٨؛ الغانمي وآخرون، ٢٠٠٩).

ان زيادة العسرة في المياه تجعلها غير ملائمة للاستخدامات المنزلية والصناعية (Agarwal, 2009a). كما انها قد تؤثر على قابلية الاسماك على تحمل المواد السامة (Lind, 1979). ويلعب ايون الكالسيوم دوراً مهماً في نظام الاس الهيدروجيني - ثنائي اوكسيد الكربون - البيكارونات في المياه العذبة فهو يؤثر في تجهيز الكربون المتوفر لفعالية البناء الضوئي وايضاً يؤثر في فعالية الماء الدارئة للتذبذب في قيم الاس الهيدروجيني (Al-Mousawi et al., 1994). ويعد الكالسيوم من العناصر الاساسية لكل الكائنات الحية فهو يدخل في تكوين اصداف العديد من اللاقريات المائية وتكوين العظام في كل الكائنات الحية (UNESCO/WHO/UNEP, 1996).

اما ايون المغنسيوم فانه يدخل في تركيب جزيئة الكلوروفيل وفي انزيمات النقل في عملية الفسفرة الضوئية في الطحالب والنباتات المائية كما ان الحاجة لايون المغنسيوم في العمليات الايضية تعتبر قليلة بالمقارنة مع ما متوفر منه في المياه العذبة (Wetzel, 2001). وان زيادة تركيز المغنسيوم عن ١٢٥ ملغرام/لتر في مياه الشرب قد يسبب حالات من الاسهال لدى الانسان (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧).

يعد الصوديوم واحداً من اكثر العناصر وفرةً في المياه الطبيعية اذ يتراوح تركيزه بين قيم قليلة في المياه السطحية الى عالية نسبياً في المياه الجوفية العميقة الى عالية جداً في المياه البحرية (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧). ويتميز ايون الصوديوم بقابليته العالية للذابة وهو من الايونات المهمة التي تدخل في عملية تنظيم السوائل داخل جسم الكائن الحي كما ان له تاثيرات سلبية على الحالة الفسلجية في جسم الانسان اذ ان التراكيز الكبيرة من الصوديوم قد تؤثر على الأشخاص الذين يعانون من اضطرابات قلبية (APHA, 2003). ويعد وجود ايونات الصوديوم في المياه ذات اهمية كبيرة في الاغراض الزراعية اذ يؤدي الى الاضرار ببناء التربة والتاثير على نفاذيتها خاصة عند التراكيز العالية (الجهصاني، ٢٠٠٣).

اما البوتاسيوم فيتميز بكونه اقل وفرة وذوباناً من ايون الصوديوم (Hem, 1989). فهو يمثل العنصر السابع من حيث وجوده في المياه الطبيعية علماً بان تركيزه قليل في معظم مياه الشرب وقد يصل الى ٢٠ ملغرام/لتر فقط بينما يصل الى اكثر من ١٠٠ ملغرام/لتر في مياه البحار المالحة (عباوي وحسن، ١٩٩٠). كما ويعد البوتاسيوم من العناصر المهمة في غذاء الإنسان والنبات (APHA, 2003).

وقد أشار Al-Haidari *et al.* (1998) في دراسته لتقييم نوعية مياه نهر الحلة للاستخدامات المختلفة الى ان تصريف مياه الفضلات المنزلية ادى الى زيادة في قيم الصوديوم والبوتاسيوم. توجد الكلوريدات في معظم المصادر المائية الطبيعية نتيجة ذوبان الصخور الرسوبية وتعد عمليات البزل للأراضي الزراعية من اهم مصادر الكلوريدات فضلاً عن المصادر الاخرى مثل الفضلات السائلة البشرية والحيوانية والفضلات الصناعية المختلفة (منى، ٢٠٠١). وقد اشار Mustafa (٢٠٠٦) في دراسته تاثير مياه الصرف الصحي على بيئة نهر وحوض تانجيرو ضمن مدينة السليمانية الى ان مياه الصرف الصحي تحتوي على تركيز عالٍ من الكلوريد والذي ربما يعود الى الاستخدام الكثير لكلوريد الصوديوم (NaCl). كما ان التركيز العالي للكلوريد قد يشير الى التلوث بفضلات الصرف الصحي وذلك لان الانسان والحيوانات تطرح كميات كبيرة من الكلوريدات (Sangpal *et al.*, 2011). اذ يطرح الشخص الواحد مايقارب من (٦) غم من

الكلوريدات في اليوم (Al-Layla *et al.*, 1980). ولمحتوى المياه العالي من الكلوريد تأثيرات سلبية على المنشآت الصناعية وكذلك على المزروعات (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧). يعد ايون الكبريتات (SO_4^{2-}) هو الشكل الشائع لمركبات الكبريت في المياه العذبة (Wetzel, 2001). وتعد الصخور الرسوبية ذات الطبيعة الجبسية المصدر الرئيس للكبريتات الذائبة في المياه الطبيعية (طلبك، ٢٠٠٤). كما يعد غاز ثنائي اوكسيد الكبريت الموجود في الغلاف الجوي والنتاج عن احتراق الوقود الحجري ووقود المركبات والذي يصل الى المياه عن طريق المطر او يسقط بشكل دقائق جافة من مصادر الكبريتات في المياه السطحية (WHO, 1997). كما تنتج الكبريتات من تحلل المركبات العضوية الحاوية على الكبريت والتي تطرح مع مياه الفضلات (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧).

وقد اشار عبد الرضا وآخرون (1996) الى ان قيم الكبريتات في مياه نهر الديوانية تقترب من اعلى حد مسموح به حسب منظمة الصحة العالمية اذ بلغت ٣٦٠ ملغم/لتر. كما ان طرح مياه الصرف الصحي ادى الى زيادة تركيز الكبريتات في مياه نهر الحلة (Al-Haidari *et al.*, 1998).

وتعد الكبريتات من المواد المسببة للعسرة الدائمة في المياه وخاصة عند وجودها على شكل كبريتات الكالسيوم او المغنسيوم وتدخل ضمن المواد المسببة للملوحة اذ تعطي طعماً ملحياً عندما يكون تركيزها اكثر من ٢٠٠ ملغرام/لتر وتعد من المواد المسببة لحالات الاسهال اذا وجدت بتركيز عالية وعلى شكل كبريتات المغنسيوم والصوديوم كما وتعد عاملاً مهماً في تحديد صلاحية الماء للري والبناء (عباوي وحسن، ١٩٩٠).

تتواجد مركبات النتروجين في الماء بأشكال مختلفة هي النترات NO_3^- والنترت NO_2^- والامونيا NH_3 والنتروجين العضوي Organic nitrogen اضافة الى وجود غاز النتروجين وجميعها من مكونات دورة النتروجين في الطبيعة (عباوي وحسن، ١٩٩٠). وتدخل مركبات النتروجين الى المياه من مصادر متعددة مثل مياه الامطار التي تحمل معها هذه المركبات من الجو والانجرافات من المدن والاراضي الزراعية التي تستخدم فيها مركبات النتروجين كسماد بالاضافة الى مياه الفضلات المنزلية والصناعية (Agarwal, 2009a).

ان تحلل المواد العضوية بوساطة البكتريا يؤدي الى تكوين الامونيا (عمر، ٢٠٠٦). وقد أشار ابراهيم (2009) الى ان وجود الامونيا بتركيز عالية في عينة الماء يدل على تلوث جديد بالفضلات السائلة. كما وتعد الامونيا NH_3 سامة للأسماك حتى في التراكيز المنخفضة (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧). فقد اشار Walstad (١٩٩٩) الى ان تركيز الامونيا يجب ان لايتجاوز 0.01 ملغرام/لتر في المياه العذبة الطبيعية لتجنب التأثيرات السامة المزمنة على

الاسماك في حين ان التراكيز بين (0.2-3.8) ملغرام/لتر من الامونيا تعد قاتلة لانواع مختلفة من الاسماك.

ان اكسدة الامونيا تؤدي الى تكوين النتريت والذي يتكون ايضاً نتيجة لاختزال النترات فهو مرحلة وسطية في دورة النتروجين (Stirling, 1985). اذ تعمل البكتريا وبوجود الاوكسجين على تحويل الامونيا الى نتريت ومن ثم الى نترات بوساطة عملية النترة (تكوين النترات) Nitrification (بوران وابو ديه، ٢٠٠٣).

وتعد النترات الشكل الشائع للنتروجين اللاعضوي في البيئة المائية (Smith, 2004). كما ان طرح مياه الصرف الصحي الى الانهار يؤدي الى ارتفاع في تركيز النترات (الجهصاني، 2003؛ الارياني، 2005). وقد اشار Al-Lami *et al.* (1999) في دراسته على نهر دجلة الى ان سبب ارتفاع تركيز النتريت ناتج عن اضافة مياه الفضلات من مدينة بغداد.

ان شرب المياه الحاوية على تراكيز عالية من النترات يؤدي الى حدوث مرض زرقة الاطفال Methaemoglobinaemia والذي يقلل من كفاءة الدم في نقل الاوكسجين (WHO, 1997). كما ان وجود مركبات النتروجين بتركيز عالية الى جانب وجود الفوسفات في الماء يسبب ظاهرة الاثر الغذائي Eutrophication (السعدي، ٢٠٠٦). كما اشار الاماره وآخرون (٢٠٠٨) الى ان اكسدة مركبات النتروجين التي تتواجد بتركيز عالية نتيجة لطرح مياه الصرف الصحي يؤدي الى استهلاك الاوكسجين المذاب في الماء.

يتواجد الفسفور في البيئة المائية بعدة اشكال ذائبة ودقائقية تتضمن الفوسفات العضوية Organic phosphorous ومتعدد الفوسفات Poly phosphate والفوسفات الفعالة Orthophosphate (Lind, 1979). وهذا يعتمد على نوعية الفضلات المطروحة في المياه والاس الهيدروجيني الذي يلعب دوراً مهماً في تحديد طبيعة التركيب الكيماوي لمركبات الفسفور في الماء (عباوي وحسن، ١٩٩٠). وتصل الفوسفات الذائبة الى الانهار بسبب تحلل النباتات والطحالب او بسبب ما تنقله المبال من الاراضي الزراعية المعاملة بالاسمدة الفوسفاتية او بسبب ما يطرح الى النهر من المخلفات البلدية او الصناعية (علكم وعبد، ٢٠٠٥). وقد اشار Hassan (1997) في دراسته على نهر الحلة الى ان طرح مياه الفضلات من محطة معالجة مياه الصرف الصحي الى النهر ادى الى ارتفاع في قيم الفوسفات. اذ ان مياه الصرف الصحي تحتوي على كميات كبيرة من المنظفات الغنية بمركبات الفسفور (Minareci *et al.*, 2009).

وقد اوضح الناشي (2002) في دراسته عن الاثر الغذائي في نهر الدغارة الى ان ارتفاع تراكيز الفوسفات والنترات الى 2.3 و 5.3 ملغرام/لتر على التوالي ادى الى حدوث ظاهرة الاثر الغذائي والنتيجة عن طرح فضلات الصرف الصحي بسبب ما تحمله هذه الفضلات من

مساحيق الغسيل الغنية بالفوسفات وفضلات الانسان الغنية بالمصادر النتروجينية. وتسبب زيادة المغذيات (الاثراء الغذائي) انتاج مفرط من الهائمات النباتية والتي يؤدي موتها وتحللها الى استهلاك الاوكسجين المذاب مسبباً انخفاض في اعداد الكائنات الحية المختلفة في الجسم المائي (Abdur-Rahman, 2007).

١-٢-٣- العناصر الثقيلة:

اصبح تلوث الانظمة البيئية بالعناصر الثقيلة من المشاكل البيئية الشائعة الحدوث، اذ غالباً ما تتلوث مياه الانهار والجداول حول العالم بالعناصر الثقيلة من مصادر مختلفة قد تكون طبيعية ناتجة عن تجوية الصخور والترب او بسبب مصادر بشرية ناتجة عن عدم الاهتمام في طرح فضلات المدن بالاضافة الى الانجرافات والترسيب الجوي وتصريف الفضلات المنزلية والصناعية (Sekabira et al., 2010).

تحتاج معظم الكائنات الحية الى كميات صغيرة من بعض العناصر الضرورية essential elements مثل الحديد والمنغنيز والنحاس والارصين في عملياتها الحياتية ولكن هذه العناصر تصبح سامة عندما تتجاوز الحدود الموصى بها، في حين ان بعض العناصر الاخرى مثل الكاديوم والرصاص والزئبق والفضة تعد غير ضرورية non-essential elements وسامة حتى في التراكيز المنخفضة نسبياً (Culha et al., 2007).

والعناصر الثقيلة هي العناصر التي تملك كثافة اكبر من ٥ غم/سم³ (Nies, 1999). او هي تلك الفلزات او اشباه الفلزات ذات الاستقرار العالية التي تمتلك كثافة اعلى من 4.5 غم /سم³ واعداد ذرية عالية اكثر من 24 مثل الكاديوم والرصاص والزئبق وغيرها (Duffus, 2002).

والعناصر الثقيلة صنف مهم من الملوثات التي لها تاثيرات قاتلة Lethal effects وتحت قاتلة Sub-lethal effects على الكائنات الحية والتي اخذت مؤخراً اهتماماً متزايداً بسبب تاثيراتها المضرة بالبيئة اذ ان لها تاثيرات ضارة على صحة كل من الانسان والمجتمعات الحية في الانظمة البيئية المائية واليابسة بالاضافة الى تاثيراتها على النظام البيئي نفسه (Boyd, 2010). وهذه التاثيرات الضارة للعناصر الثقيلة ناتجة عن كونها شديدة السمية وغير قابلة للتحلل وتمتلك نصف عمر حيوي طويل بالاضافة الى قابليتها على التراكم الحيوي في اجزاء مختلفة من الجسم وقابليتها على احداث اورام سرطانية (Arora et al., 2008 ؛ Dermentzis et al., 2011).

تحتوي مياه فضلات الصرف الصحي على كميات كبيرة من العناصر الثقيلة (الصفدي والظاهر، 2008؛ Mojiri, 2011). إذ ان مياه الفضلات المنزلية تضيف الحديد والمنغنيز والنيكل والخاصين والكوبلت والكروم والزرنيخ الى الاجسام المائية كما ان مياه المجاري التي تحمل انجرافات المدن خصوصاً في الفصول الممطرة تكون غنية بالنحاس والكروم والخاصين والرصاص (Agarwal, 2009b). كما ان استخدام الانهار كوسيلة لتصريف مياه الصرف الصحي يعد من اهم المشاكل التي جعلت تراكيز بعض العناصر الثقيلة في حالة ارتفاع في كثير من المياه العراقية (نغمش وآخرون، 2008).

فقد اجرى Al-Zaidi and Al-Rekabi (1996) دراسة حول تأثير تصريف مياه الفضلات على الصفات البكتريولوجية والكيميائية لنهر الفرات في مدينة الناصرية ووجدوا ان هنالك زيادة واضحة بلغت عدة اضعاف في تراكيز جميع العناصر المدروسة (Co, Cr, Cu, V, Pb, Cd, Ni, Zn, Mn, Fe) نتيجة لطرح كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي غير المعالجة الى النهر اذ بلغت الزيادة 303.9%، 300%، 257.1%، 206.2%، 204.5%، 175%، 168.1%، 155.7%، 140%، 89.9% للعناصر على التوالي مقارنةً بمحطة المقارنة.

اما Mustafa (2006) فقد وجد ان طرح مياه الصرف الصحي ادى الى ازدياد في تركيز عناصر (Zn, Pb, Ni, Cu, Cd) في مياه نهر تانجيرو في مدينة السليمانية اذ بلغت تراكيزها 0.38، 0.77، 1.78، 2.7، 56.4 ملغرام/لتر على التوالي.

كما اشارت جمعة والانباري (2010) الى ان طرح مياه الصرف الصحي من محطة الرستمية ادى الى ازدياد في تركيز عنصر الكاديوم في مياه نهر ديالى فقد وجدوا انه قد تجاوز الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية اذ بلغ تركيزه 21.5 مايكغم/لتر.

عند دراسة تلوث الانظمة البيئية المائية بالعناصر الثقيلة فانه يتم تحليل مكوناتها المختلفة لغرض التقييم والمراقبة والسيطرة على التلوث بهذه العناصر، اذ يعد الماء المكون الاكثر وضوحاً لاعطاء صورة عن التلوث، كما ان تراكيز الملوثات في المادة الدقائقية غالباً مايجهد الدليل الاكثر ثباتاً وملائمة عن حالة المياه، وتعد الرواسب من المصادر المحتملة لتلوث المياه السطحية بالعناصر الثقيلة وذلك لان العناصر الثقيلة تميل بشدة الى الارتباط مع الرواسب وبالتالي امكانية تحريرها الى المياه المحيطة مرة اخرى عند التغير في الاس الهيدروجيني او جهد الاكسدة والاختزال او محتوى المياه من المواد العضوية، كما ان استخدام الكائنات الحية في المراقبة الحيوية Bio-monitoring للتلوث بالعناصر الثقيلة بدأ ياخذ اهتماماً متزايداً وهذا يعود الى قابليتها على تركيز هذه العناصر داخل اجسامها (Forstner and Wittmann, 1981)؛ Hamed and Emara, 2006؛ UNEP/GEMS, 2006).

١-٢-٣-١- العناصر الثقيلة في المياه والرواسب:

تتواجد العناصر الثقيلة في المياه بالشكل الذائب Dissolved heavy metals وهي ايونات هذه العناصر او بعض مركباتها الكيميائية او تكون بالشكل الدقائقى Particulate heavy Metals وتشمل بعض الكائنات الحية كالهائمات النباتية والحيوانية والبكتريا والفطريات او غير حية مثل جزيئات الطين والمركبات الكلسية والسليكية والمواد العضوية العالقة في المياه (Forstner and Wittman, 1981 ؛ Calmano *et al.*, 1993).

وقد درس العديد من الباحثين العناصر الثقيلة في المياه، فقد اجرى Nair *et al.* (2010) دراسة عن تلوث مياه نهر Meenachil في الهند بالعناصر الثقيلة وبين ان مياه هذا النهر غير صالحة لاغراض الشرب بسبب التراكيز العالية للحديد والرصاص والكاديوم وعزا ذلك الى تصريف مياه الفضلات المنزلية وفضلات المدن والانجرافات الزراعية بالاضافة الى الطبيعة الصخرية لحوض النهر لكون هذه المنطقة خالية من النشاطات الصناعية. وقد درس Wogu and Okaka (2011) تركيز العناصر الثقيلة في مياه نهر Warri في نيجريا ووجد ان تركيز الكاديوم والكروم والمنغنيز والنيكل قد تجاوز المحددات القياسية للاستخدامات البشرية.

وقد اجرى Al-Lami and Al-Jaberi (٢٠٠٢) دراسة لتحديد تركيز ستة عناصر ثقيلة هي Cd و Pb و Ni و Zn و Mn و Cu في منطقة اعلى الوسط Upper-mid region من نهر دجلة ووجد ان اعلى القيم كانت لعنصر Zn في المياه اذ بلغ مداها (152.1-26.2) مايكروغرام/لتر وعنصر Mn في الدقائق العالقة (5517-696.9) مايكروغرام/غرام اما اقل القيم فكانت لعنصر Cd في المياه والدقائق العالقة (3.7-0.2) مايكروغرام/لتر و(2.6-0.7) مايكروغرام/غرام على التوالي.

كما درست Al-Tae *et al.* (٢٠٠٧) اربعة من العناصر الثقيلة هي (Hg ، Pb ، Cd ، Al) في مياه نهر الحلة في محافظة بابل ووجدت ان تركيزها قد تجاوز المحددات المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية اذ بلغ معدل تركيزها 434 ، 114 ، 36 ، 75 مايكغم/ لتر على التوالي.

كما درس Hassan *et al.* (2010) تركيز وتوزيع تسعة من العناصر الثقيلة هي Cd و Co و Cr و Cu و Fe و Mn و Ni و Pb و Zn في نهر الفرات ووجد ان تركيز العناصر الثقيلة في الحالة الدقائقية كان اعلى من تركيزها في الحالة الذائبة في المياه.

تعمل الرواسب كمستلم نهائي ومصدر للملوثات في البيئة المائية لذلك فان تلوثها يعد احد اسوأ المشاكل في الانظمة البيئية المائية (Krishna *et al.*, 2011). اذ انها تلعب دوراً مهماً في تحديد نوعية المياه لان سعة استيعاب الانظمة المائية الطبيعية للعناصر السامة تكمن في قدرة الرواسب على الارتباط مع هذه العناصر وازالتها من المياه ومن جهة اخرى فان بعض هذه العناصر المخزنة في الرواسب يمكن ان تنطلق الى المياه المحيطة بها من خلال بعض العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية مما يجعلها متوافرة للكائنات الحية الموجودة في هذه المياه (منظمة الصحة العالمية، 1997). وبذلك فان العناصر الثقيلة الملوثة للرواسب يمكن ان تؤثر في نوعية المياه والتراكم الحيوي لهذه العناصر في الكائنات الحية في البيئة المائية والذي ينتج على المدى الطويل تأثيرات محتملة على صحة الانسان والنظام البيئي (Harikumar and Jisha,2010). فقد درس Inengite *et al.* (٢٠١٠) تركيز عناصر Fe و Pb و Cr و Ni و V في رواسب نهر Kolo في نيجيريا ووجد ان متوسط تركيزها السنوي كان 5109.85 و 1.60 و 14.229 و 10.18 و 0.001 ملغم/كغم على التوالي.

كما اجرى Saha and Hossian (٢٠١١) دراسة لتقييم التلوث بخمسة من العناصر الثقيلة (Zn ، Cu ، Cr ، Cd ، Pb) في رواسب نهر Buriganga في بنغلادش ووجد ان تركيزها تراوح بين 105.6-60.3 ، 1.6-0.4 ، 139.6-52.8 ، 346-70 ، 984.9-245 غم/كغم وزناً جافاً على التوالي، ووضح ان تركيز Pb و Cu و Zn في جميع العينات قد تجاوز محددات وكالة حماية البيئة الامريكية USEPA للرواسب الملوثة اما تراكيز Cr و Cd فقد تجاوزت المحددات في مدياتها المتوسطة والملوثة جداً.

وقد درست الطائي (١٩٩٩) تركيز وتوزيع عشرة من العناصر الثقيلة هي (Cr ، Co ، Cd) ، Cu ، Fe ، Hg ، Mn ، Ni ، Pb ، Zn) في رواسب نهر الحلة بجزئها المتبادل والمتبقي ووجدت ان تركيزها في الجزء المتبقي كان اعلى من المتبادل اذ كان معدل تركيز هذه العناصر في الجزء المتبادل هو 2.25 ، 21.43 ، 114.24 ، 14.61 ، 27770.15 ، 456.36 ، 819.99 ، 61.69 ، 25.69 ، 26.64 مايكغم/ غم وزناً جافاً على التوالي، اما في الجزء المتبقي فكان معدل تركيزها 1.67 ، 27.69 ، 211.26 ، 19.84 ، 91349.63 ، 356.85 ، 1575.08 ، 131.35 ، 32.51 ، 46.77 مايكغم/ غم وزناً جافاً على التوالي .

كما درس Al-Juboury (٢٠٠٩) التلوث الطبيعي بالعناصر الثقيلة في نهر دجلة ووضح ان الارتباط الذي يحصل بين معادن الطين والعناصر الثقيلة في الرواسب يشكل مصدراً للتلوث الطبيعي في النهر على الرغم من ان معظم الملوثات تأتي من طرح مياه الفضلات الى النهر.

اما الزبيدي (٢٠١٢) فقد درست تركيز سبعة عناصر ثقيلة هي (Zn ،Pb ،Fe ،Cu ،Cr ،Cd) في رواسب نهر الديوانية ووجدت ان تركيزها في الجزء المتبادل تراوح بين (١,٨٧-٦,٢٦ و ٣٧٩,٨٩-ND و ١٨,٧٣-٩,٨٩ و ١٨,٧٣-٩,٨٩ و ٣٥٦٣٢,٤٢-١٩٨٦٤,٩٧ و ١٢,٥-١٩,٤١ و ٢٨,١٧-١٨,٧٣ و ٢٢٦,٥-١٩٧,٥٦) مايكغم/ غم وزناً جافاً على التوالي وفي الجزء المتبقي بين (٢,٥-٠,٤٩ و ٢٠٤,٠٥-ND و ٢٦,١٥-٨,٧٦ و ٢٦,١٣-٣٥٧٥٤,٥-٦٨٣٧٤,٥ و ٣١,٧-٤٨,٤٨ و ٤٨,٨٢-٣٨,١٥ و ٤٨,٢٨-٣٦,٢٨ و ٥١,١٨) مايكروغرام/غرام وزناً جافاً على التوالي.

١-٢-٣-٢- الادلة الحيوية على التلوث بالعناصر الثقيلة:

تميل العناصر الثقيلة عند دخولها الى البيئة المائية الى ان تنتشت او تتوزع في المكونات الحية Biota لذلك نجد ان الطرق التقليدية لمراقبة العناصر الثقيلة في البيئة المائية عن طريق تقدير تركيزها في المياه والرواسب ربما قد تكون غير كافية لتقييم نوعية المياه ولذا اقترحت فكرة استخدام الكائنات الحية في المراقبة Biomonitoring للاستدلال على التلوث بالعناصر الثقيلة في البيئة المائية (Abdul Rashid et al., 2009). فقد اشار Usero et al. (2005) الى ان تقدير تركيز العناصر الثقيلة في الكائنات الحية يجب ان يكون جزءاً من اي تقييم او برنامج مراقبة للبيئة المائية.

اذ ان قدرة الكائنات الحية سواء كانت حيوانات او نباتات على تركيز المواد السامة داخل اجسامها يؤهلها لان تستعمل كادلة حيوية Bioindicators (Kopciuch et al., 2004). وقد درس العديد من الباحثين استخدام الكائنات الحية كادلة حيوية لتقدير تلوث الانظمة المائية بالعناصر الثقيلة (Wahbeh, 1990؛ Adams, 2001؛ Altug and Guler, 2002؛ Daka et al., 2006؛ Beldi et al., 2006).

استخدمت انواعاً عديدة من النواع كأدوات لمراقبة تلوث الانظمة المائية بالعناصر الثقيلة وذلك لقابليتها على تركيز هذه العناصر داخل اجسامها (Gupta and Singh, 2011). فقد استخدمت من قبل الكثير من الباحثين كادلة حيوية بشكل اساسي لكونها واسعة الانتشار ومقيمة وذات تغذية ارتشاحية filter feeding لذلك لها قدرة عالية على تجميع تراكيز عالية من العناصر الثقيلة دون ان تؤذيها بالاضافة الى سهولة التعامل معها كما انها تعطي دليلاً في أي وقت عن تلوث البيئة وتستطيع ان تركز الملوثات في انسجتها بتراكيز اكبر من المياه المحيطة (Otchere, 2003؛ Adjei et al., 2011).

فقد درس Hee (2008) تركيز عناصر Cd و Cu و Fe و Ni و Pb و Zn في القواقع *Nerita lineata* ووجد ان معدل تركيزها في الانسجة الرخوة كان 1.18 ، 15.43 ،

546.21 ، 6.69 ، 94.42 ، 87.07 (مايكروغرام/غرام وزناً جافاً) على التوالي ووضح ان هذا القوقع يمكن ان يستخدم بشكل جيد من اجل المراقبة الحيوية للعناصر الثقيلة.

كما درس *Ndome et al.* (2010) تركيز العناصر الثقيلة في ثلاثة انواع من النواعم التي تستخدم كغذاء في نيجيريا هي *Tympanotonus fuscatus* و *Mactra nitida* و *Donax rugosus* ووجد انها ملوثة بالعناصر الثقيلة وكان تراكم هذه العناصر يتبع التسلسل الآتي Zn < Fe < Cd < Cr < Mn < Cu لكل الانواع مجتمعةً وبين ان متوسط تركيز جميع العناصر في النواعم كان اعلى من الحدود القصوى المسموح بها للصيد والحياة المائية كما ان مستواها كان خارج الحدود المقبولة للاستهلاك البشري.

و درس *Kamaruzzaman et al.* (٢٠١١) تركيز عناصر Fe و Zn و Cu و Co و Pb و Cd في الانسجة الرخوة للمحار *Perna viridis* في نهر Pahang في ماليزيا ووجد ان متوسط تركيزها كان 576.45 ، 45.54 ، 19.05 ، 17.85 ، 0.47 ، 0.3 مايكغم/ غم على التوالي ولاحظ ان تركيزها الحيوي يتبع التسلسل التالي Fe < Zn < Cu < Co < Pb < Cd مما يشير الى ان العناصر الضرورية تتراكم بمعدل اسرع من العناصر غير الضرورية.

اما سلمان (٢٠٠٦) فقد درس تركيز تسعة عناصر ثقيلة في نوعين من محارات المياه العذبة هما *Corbicula fluminea* و *Unio tigridis* في نهر الفرات بين سدة الهندية ومدينة الكوفة ووجد ان تركيزها في كلا النوعين يتبع التسلسل التالي Fe < Zn < Mn < Cu < Cd < Co < Pb < Cr < Ni كما لاحظ ان تركيزها يرتبط بالحالة الدفائنية للماء وعزا ذلك الى التغذية الترشيحية لهذه الاحياء.

كما درست الدهيمي (٢٠٠٦) تركيز عناصر Fe و Zn و Cu و Mn و Cr و Cd و Pb في نوعين من المحار هما *Corbicula fluminea* و *Unio tigridis* في نهر الحلة ووجدت ان تركيزها في المحار *C. fluminea* قد بلغ 226.82 ، 0.65 ، 0.22 ، 19.51 ، 0.06 ، 0.06 ، 0.41 ، 0.06 مايكغم/ غم على التوالي اما في المحار *U. tigridis* فقد بلغ 251.88 ، 0.43 ، 0.21 ، 6.48 ، 0.05 ، 0.057 ، 0.34 مايكغم/ غم على التوالي.

اما كزار (٢٠٠٩) فقد درست تركيز عناصر Cd و Cu و Pb و Zn في ثلاثة انواع من القواقع هي *Bellamya bengalensis* و *Lymnaea auricularia* و *Melanoides turbeculata* في هور شرق الحمار ووجدت ان القوقع *B. bengalensis* له قدرة اعلى من النوعين الاخرين على تركيز العناصر الثقيلة ولاحظت ان ذلك يرتبط بمحتوى الدهن في هذه القواقع.

اما النباتات المائية فأنها معروفة جيداً بقابليتها على تركيز ومراكمة العناصر الثقيلة (Kara, 2005). اذ ان هنالك انواعاً عديدة من النباتات تستخدم بكثرة كأدلة حيوية لتقييم نوعية النظام البيئي وهذا يعود الى حساسيتها للتغيرات الكيميائية في تركيب البيئة وحقيقة كونها تراكم الملوثات بالإضافة الى توفرها بكثرة وامكانية اخذ العينات على المدى الطويل وانخفاض كلفتها (Kopciuch et al., 2004).

فقد درس Demirezen and Aksoy (2006) امكانية استخدام خمسة انواع من النباتات المائية هي *Phragmites australis* و *Typha angustifolia* و *Potamogeton pectinatus* و *Ranunculus sphaerospermus* و *Groenlandia densa* كأدلة حيوية لتحديد التلوث بالعناصر الثقيلة في هور Sultan في تركيا واوضحا ان جميع هذه النباتات يمكن ان تستخدم كأدلة حيوية وأشاروا الى ان نبات القصب *P. australis* هو الاكثر ملائمة لمثل هذه الدراسات.

كما اجرى Ali et al. (2008) دراسة لاستخدام ثلاثة نباتات مائية هي *Phragmites australis* و *Cyperus rotundus* و *Eichhornia crossipes* كدليل على تلوث قناة الاسماعيلية في القاهره بالرصاص ووجد ان هذه النباتات لها قدرة عالية على تركيز عنصر الرصاص وبالتالي امكانية استخدامها كمتحسسات حيوية biosensors للتلوث بالرصاص. اما صالح (2001) فقد درست التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة (Cr، Cu، Co، Cd)، (Zn، Pb، Ni، Mn، Fe) في اوراق النبات المائي *Ruppia maritima* المجمع من نهر الفرات ووجدت ان هذا النبات له قدرة على مراكمة هذه العناصر بمعامل تراكم قدره 0.01، 0.009، 0.003، 0.9، 0.98، 1.42، 0.004، 0.003، 0.009 مره على التوالي بقدر تركيزها في عمود الماء.

كما درس علکم (2002) تركيز العناصر الثقيلة في ثلاثة انواع من النباتات المائية هي *Typha domingensis* و *Ceratophyllum demersum* و *Myriophyllum verticillatum* في نهر الديوانية وبين ان هذه النباتات لها قدرة عالية على تجميع العناصر الثقيلة اذ كان تدرج معدل تركيز هذه العناصر في النباتات المدروسة هو $Cu < Zn < Mn < Pb < Cd$.

اما سلمان وآخرون (2010) فقد اجرى دراسة لبيان امكانية استخدام بعض الاحياء المائية كأدلة حيوية للتلوث بالعناصر الثقيلة في نهر الفرات شملت قياس تركيز وتوزيع بعض العناصر الثقيلة (Zn، Pb، Ni، Mn، Fe، Cu، Cr، Co، Cd) في اربعة انواع من النباتات المائية هي *Typha domingensis* و *Potamogeton pectinatus* و *Ceratophyllum demersum*

Phragmites australis و *domingensis* وظهرت نتائج الدراسة تقارب تركيز العناصر الثقيلة في النباتات المائية المدروسة مع وجود تغيرات فصلية اذ تراوحت قيم تركيز العناصر بين (0.38-1176.10) مايكروغرام/غرام كما بينت الدراسة ان تركيز هذه العناصر في النباتات كان اعلى من تركيزها في الماء والرواسب.

اما الغانمي (٢٠١١) فقد درس امكانية استخدام بعض النباتات المائية كادله حيوية على تلوث نهر الفرات بالعناصر الثقيلة شملت نبات *Ceratophyllum demersum* و *Phragmites australis* و *Typha domingensis* و *Myriophyllum verticillatum* ووجد ارتفاع في تركيز العناصر الثقيلة في انسجة النباتات مقارنة مع تراكيها في المياه والرواسب وعزا ذلك الى قابلية هذه النباتات على مراكمة هذه العناصر.

١-٢-٤- ادلة التلوث بالاحياء المجهرية الممرضة:

من اهم الاخطار الصحية الشائعة والواسعة الانتشار تلك التي ترتبط بتلوث مياه الشرب ومصادرنا بشكل مباشر او غير مباشر بمطروحات الانسان والحيوان وخصوصاً المواد البرازية faeces والتي تحمل احياء مجهرية ممرضة تكون مسؤولة عن العديد من الامراض المعدية (WHO, 1997).

هنالك انواع كثيرة من البكتريا تستوطن طبيعياً في المياه فهي تتواجد في عمود الماء والرواسب او ملتصقة على الاجسام الصلبة او اجسام النباتات والحيوانات المائية وان القسم الاكبر من البكتريا الموجودة في المياه السطحية لا تسبب الامراض وانما تلعب دوراً مهماً في وظائف النظام البيئي المائي اذ تنجز وظائف اساسية في الشبكة الغذائية في البيئة المائية (Nollet, 2007).

ان طرح فضلات الانسان يعد المصدر الرئيس الذي عن طريقه تدخل الاحياء الممرضة ومنها البكتريا والطفيليات المعدية والميكروبات الاخرى الى الماء او مع طرح فضلات بعض الصناعات المحتوية على هذه الاحياء مثل فضلات معامل الدباغة والجلود والمجازر والصناعات الغذائية المختلفة بضمنها صناعة الالبان ومعامل تعليب المواد الغذائية (Mrello et al., 2006). اذ ان مياه الفضلات غير المعالجة عادةً ما تحتوي على اعداد كبيرة من البكتريا بعضها من اصل برازي مثل بكتريا *Escherichia coli* بالاضافة الى العديد من الكائنات الممرضة (Hynes, 1974).

يعد الماء وسطاً ناقلاً للاحياء المجهرية الممرضة مثل *Salmonella typhi* و *Shigella spp.* والعديد من انواع الفايروسات والطفيليات التي تسبب العديد من الامراض للانسان مثل الهيضة

والحمى والتهاب الكبد الفايروسي وشلل الاطفال اضافة الى الملاريا والبلهارزيا (سرحان، 2002؛ Ibekwe and Lyon, 2008). اذ ان 80 % من الامراض المنتشرة في العالم تعود الى الصرف الصحي غير الكامل المعالجة والمياه الملوثة (Abera *et al.*, 2011). في حين ان ٢٠% تقريباً من حالات تفشي الامراض المسجلة مرتبطة مع الممرضات البكتيرية المنقولة بالمياه والتي تعود الى جنسي السالمونيلا والشيكلا (Santra, 2010). اذ تتسبب المياه الملوثة بوفاة 25 الف شخص يومياً في العالم كما يبلغ مجموع وفيات الاطفال دون سن الخامسة في العالم ما يقرب من 4.6 مليون طفل سنوياً بسبب الاصابة بالاسهال الذي ينتقل عن طريق المياه الملوثة (السعدي، 2006).

ان الاختبارات المستخدمة للكشف عن مسببات المرضية في المياه يمكن ان تكون صعبة لعدد من الاسباب منها: (1) ان بعض مسببات المرضية قد تكون صعبة او مستحيلة الزرع في اغلب المختبرات (2) حدود الكشف (detection limit) للطرق المختبرية ربما تكون اعلى بكثير من الجرعة المعدية (infectious dose) لذلك فان الماء المفحوص الذي يعد امناً لايزال بإمكانه ان يسبب الامراض (3) وغالباً ما تكون مسببات المرضية وراء الامراض المتعلقة بالسباحة غير معروفة لذا سيكون فحص جميع مسببات المرضية التي قد تكون موجودة مكلف جداً ومستهلك للوقت، لذلك فالعلماء والمسؤولين عن ادارة الشواطئ وصناع السياسة البيئية اوصوا باستخدام الادلة المايكروبية لتلوث المياه بدلاً من البحث عن مسببات المرضية الحقيقية (Knee *et al.*, 2008).

ان تقييم نوعية المياه باستخدام الادلة المايكروبية يعد ذا اهمية كبيرة وهو موضوع العديد من الدراسات التي حاولت تحديد الدليل الاكثر وثاقة الذي يشير الى وجود مسببات المرضية وتحديد مستوياتها التي ستضمن نوعية مياه مقبولة للاستخدامات المختلفة (Owili, 2003). وادلة التلوث البرازي هي احياء مجهرية يدل وجودها على ان المياه ملوثة ببراز الانسان او الحيوانات ذات الدم الحار وبذلك ربما تكون حاوية على مسببات مرضية (Viessman *et al.*, 2009). وهناك العديد من الخصائص التي يتصف بها الدليل البكتيري للتلوث البرازي منها: (١) ان يكون احد الافراد التي تتواجد طبيعياً في امعاء الانسان او الحيوانات ذات الدم الحار (٢) غير ممرض (٣) يوجد عند تواجد مسببات المرضية ويختفي عند اختفائها (٤) يوجد باعداد اكبر من عدد مسببات المرضية (٥) غير قادر على التضاعف في البيئة (٦) مقاوم على حد سواء على الاقل كالمسبب المرضي للعوامل البيئية والمطهرات في محطات معالجة المياه ومياه الفضلات (٧) قابل للكشف بوساطة الوسائل السريعة والسهلة والرخيصة (Goodwin *et al.*, 2009).

تستخدم بكتريا القولون (TC) Total Coliforms والقولون البرازية Feacal coliforms (FC) كدليل على التلوث البرازي لان بكتريا القولون معترف بها دولياً في تقييم النوعية المايكروبية للمياه كما ان قياس بكتريا القولون البرازية FC ثبت انه المؤشر الاكثر وثوقاً للتلوث البرازي للماء (Fernandez-Alvarez *et al.*, 1991) كذلك تستخدم بكتريا المسبقيات البرازية (FS) Feacal streptococci كدليل على التلوث البرازي بسبب امكانية هذه المجموعة على البقاء في البيئة المائية اكثر من TC و FC لذا فهي تعطي اشارة الى ان التلوث البرازي ربما يكون بعيداً زمنياً او مكانياً (منظمة الصحة العالمية، 1997). ولذلك تستخدم هذه المجاميع الثلاثة من البكتريا (FS، FC، TC) في الولايات المتحدة وبقية بلدان العالم في الادارة والسيطرة على نوعية وسلامة المياه المستخدمة للاغراض المختلفة (Barrell *et al.*, 2000)؛ (Anderson *et al.*, 2005). كما انها مهمة لتحديد نوعية المياه الخام ليس فقط من ناحية تقييم درجة التلوث لكن ايضاً لتحديد افضل موقع لمصادر المياه المستخدمة واختيار افضل شكل للمعالجة (WHO,1997).

وبكتريا القولون Coliform bacteria هي مجموعة من البكتريا التي تعود الى العائلة المعوية Enterobacteriaceae والتي تتصف بكونها لاهوائية اختياريّاً سالبة لصبغة كرام غير مكونة للسبورات ذات شكل عصوي تخمر سكر اللاكتوز وتنتج غاز وحامض خلال ٢٤ ساعة بدرجة حرارة 35°م وتشمل هذه المجموعة بكتريا *E. Coli* و *Klebsiella* و *Enterobacter* و *Citrobacter* (Berlutti *et al.*, 2008؛ Tharannum *et al.*, 2009). وفي الاختبارات الروتينية لمصادر تزويد المياه فان الغرض من فحص بكتريا القولون الكلية TC هو تقييم كفاءة عمل محطات المعالجة وتكامل انظمة التوزيع كذلك تستخدم لاغراض التحري عن احتمالية وجود تلوث برازي (APHA, 2003).

اما بكتريا القولون البرازية Feacal coliforms والتي تسمى ايضاً بكتريا القولون المحتملة للحرارة Thermotolerant coliforms فهي مجموعة من بكتريا القولون تضم جميع الانواع التي لها القدرة على تخمير سكر اللاكتوز بدرجة حرارة 44.5°م وتشمل بكتريا *E. coli* و *Klebsiella pneumoniae* وان وجود هذه المجموعة من البكتريا يعد دليلاً على وجود مواد برازية ملوثة مصدرها الانسان او الحيوانات ذات الدم الحار (Bitton, 2005). ويستخدم الكشف عن بكتريا القولون البرازية FC للعديد من الاغراض مثل كشف التلوث في مياه الشرب والجداول ومصادر المياه الخام وكذلك في انظمة معالجة مياه الفضلات ومياه السباحة ومياه البحر وفي الادارة العامة لنوعية المياه (APHA, 2003).

اما بكتريا المسبقيات البرازية Feacal streptococci فهي كرويات موجبة لصبغة كرام سالبة لفحص الكتاليز غير مكونة للسبورات محللة للاسكلين Esculin hydrolysis تنمو بدرجة حرارة 35 °م على وسط زرعي يحتوي على املاح الصفراء Bile salt وازيد الصوديوم Sodium azide (Cabral, 2010). وهذه المجموعة من البكتريا تعود الى جنس Streptococcus وتشمل عدد من الانواع هي: *S. faecalis* و *S. faecium* و *S. equines* و *S. bovis* و *S. avium* و *S. gallinarum* (APHA, 2003). وتستخدم بكتريا المسبقيات البرازية لتحديد التلوث البرازي في المياه السطحية العذبة والبحرية المستخدمة للسباحة والترفيه وتحديد التلوث الناتج عن الانجراف السطحي الى المياه الجوفية او السطحية كذلك تستخدم كدليل اضافي على كفاءة المعالجة كما انها ذات اهمية لاغراض السيطرة الروتينية بعد الاضرار او الاعطال التي تحدث في انظمة توزيع المياه (WHO, 1997 ؛ APHA, 2003).

هنالك العديد من الدراسات التي اجريت لتحديد التلوث المايكروبي في المصادر المائية، فقد اجرى *Marino et al.* (1995) دراسة لمعرفة التلوث المايكروبي للمياه وعلاقته بحدوث الامراض المعوية وغير المعوية لدى الاشخاص الذين يسبحون في هذه المياه واثبتت الدراسة ان هنالك علاقة وثيقة بين الاصابة بهذه الامراض والمايكروبات المرتبطة بالتلوث البرازي.

كما اجرى *Armisen et al.* (2005) دراسة لتحديد مصادر التلوث البرازي في مصب نهر Seine في فرنسا ووجد ان تركيز بكتريا القولون البرازية FC قد تجاوز المحددات الاوربية للاستخدامات المنزلية والترفيهية للمياه وكان تصريف المياه من محطات معالجة الفضلات لمدينة باريس بالاضافة الى المحطات الاخرى التي تقع على جانبي النهر المصدر الرئيس لبكتريا القولون البرازية.

اما *Fawole et al.* (٢٠٠٨) فقد اجرى دراسة عن تلوث نهر Alamuyo في نيجيريا ولاحظ ارتفاعاً في العدد الكلي للبكتريا والعدد الاكثر احتمالاً لبكتريا القولون اذ تراوحت اعدادها بين $(0.8-36.2 \times 10^6)$ خلية/مل و $(120-1100)$ خلية/١٠٠ مل على التوالي وعزا ذلك الى طرح مياه الصرف الصحي ومخلفات المسالخ مباشرة الى النهر.

كما اجرى صبري وآخرون (2001) دراسته لتحديد التلوث البكتيري في نهر الفرات و اشار الى ارتفاع اعداد البكتريا في مناطق الخلط مع مياه المجاري القادمة من المدن اذ كانت اعداد البكتريا اعلى من تلك المسجلة في نهر دجلة كما انها اعلى من المسجلة في عامي 1999 و 1998 في نفس النهر اذ بلغ العدد الاكثر احتمالاً (MPN) $10^6 \times 240$ ، $10^6 \times 150$ ، $10^6 \times 2.4$ ، $10^3 \times 4$ ، $10^7 \times 200$ خلية/100 مل لكل من بكتريا القولون TC و القولون البرازية FC والمسبقيات TS والمسبقيات البرازية FS و العدد الكلي للبكتريا TBC على التوالي.

واجرى العلياوي والناشي (٢٠٠١) دراسة للكشف عن تلوث المياه في نهر الديوانية وأشار الى ان العدد الكلي للبكتريا الهوائية وبكتريا القولون وبكتريا القولون البرازية قد تجاوز المحددات العراقية والعالمية في مياه النهر وعزى ذلك الى طرح مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة الى النهر.

وقد درس الجهصاني (2003) تأثير المطروحات المدنية والصناعية لمدينة الموصل وأشار الى ان مياه نهر دجلة غير ملائمة للشرب بسبب ارتفاع اعداد البكتريا الدالة على التلوث. اما التميمي (2004) في دراسته لمياه نهري دجلة وديالى جنوبي بغداد فقد سجل ارتفاعاً في اعداد بكتريا القولون والقولون البرازية في نهر ديالى بلغت $10^7 \times 7$ و $10^7 \times 1.7$ خلية/١٠٠ مل على التوالي مقارنة بنهر دجلة حيث بلغت اعدادها $10^6 \times 9$ و $10^5 \times 9$ خلية/١٠٠ مل على التوالي وعزى ذلك الى تصريف مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة في الرستمية الى نهر ديالى.

١-٢-٥- التنقية الذاتية:

تستجيب البيئة المائية لدخول المواد الملوثة بواسطة عدد من الاليات التي تعمل على اعادة الظروف الطبيعية من خلال تحويل المواد الملوثة الى نواتج ذات تأثيرات سلبية اقل على البيئة ويشار لمثل هذه العملية بالتنقية الذاتية Self purification (Vagnetti et al., 2003). اذ تعمل التنقية الذاتية على حفظ التوازن البيئي وتمثل قوتها مقياساً اساسياً لوصف القابلية الوظيفية للنظام البيئي (Heidenwag et al., 2001).

والتنقية الذاتية تعني نظاماً من العمليات الطبيعية المختلفة التي تؤدي الى تحسين نوعية المياه كنتيجة لتأثير العوامل الطبيعية دون اي تدخل من قبل الانسان لمعالجة او تنقية المياه (Ostroumov, 2006). كما تعرف على انها ظاهرة ديناميكية معقدة تعكس التغيرات الهيدرولوجية والحيوية التي تشكل الاساس لقابلية الانهار والجداول على استيعاب الفضلات (Chatzinikolaou and Lazaridou, 2007).

وتتضمن التنقية الذاتية العديد من العمليات المختلفة التي تشكل الاساس لقابلية المياه على تنقية نفسها من الملوثات وتشمل: (Ostroumov, 2006).

- ١- العمليات الفيزيائية : وتشمل التخفيف، الامتزاج، الامتزاز، الترسيب، التبخر.
- ٢- العمليات الكيميائية : وتشمل الانحلال (التميو)، التفاعلات الكيموضوئية والتحلل الضوئي، الاكسدة والاختزال، تفاعلات الجذور الحرة، الارتباط مع الجزيئات الاخرى وتكوين المعقدات.

٣- العمليات الحيوية: وتشمل الاكسدة والاختزال بواسطة الاحياء المجهرية، التحولات الناتجة عن افراز المواد الكيميائية والانزيمات، التراكم بواسطة الكائنات الحية، ترشيح المياه من قبل الكائنات المتغذية على المواد العالقة Suspension-feeders، انتاج الاوكسجين الذي يشترك في الاكسدة الكيميائية للملوثات، تنظيم العمليات الحيوية لتنقية المياه بواسطة الكائنات الحية الاخرى. ان مدى التنقية الذاتية في اي مجرى مائي يعتمد على العديد من العوامل مثل درجة الحرارة ومستوى المجرى وسرعة الجريان وكمية المركبات اللاعضوية في المجرى وتوزيع وانواع الاعشاب المائية على طول قناة المجرى المائي (Ifabiyi, 2008).

وقد وجد Masrevaniah (٢٠١٠) ان اعادة التهوية Re-aeration الناتجة عن الجريان المضطرب للانهار تلعب دوراً مهماً في تسريع عملية التنقية الذاتية. اما Omole et al. (2012) فقد بين ان الاحياء المجهرية هي المسؤولة عن تحلل الفضلات العضوية و اشار الى ان الفضلات غير القابلة للتحلل والفضلات الحامضية هي التي تعيق عملية التنقية الذاتية للانهار. كما اوضح Mala and Maly (2009) ان وجود العناصر الثقيلة يقلل من قابلية المياه السطحية على تنقية نفسها كونها سامة للاحياء المجهرية المسؤولة عن تحليل المركبات العضوية. كما ان وجود بعض الملوثات مثل المواد ذات الفعالية السطحية والمنظفات يمكن ان تثبط عملية ترشيح المياه من قبل الكائنات ترشيحية التغذية (النواعم ثنائية المصراع) وبالتالي تقلل من كفاءة التنقية الذاتية (Ostroumov, 2006).

الفصل الثاني: مواد العمل وطرائقه

1-2- منطقة الدراسة:

يمثل نهر الديوانية الفرع الغربي لشط الحلة والذي يمر بمدينة الديوانية والسدير والحمزه والرميثة التي يتفرع النهر فيها الى ثلاثة فروع تتلاشى في الاراضي الزراعية ويبلغ طوله حوالي 124 كم (الخشاب وآخرون، ١٩٨٣).

ويتراوح عرض النهر بين (٤٥-٥٠) متر ويتوسع في بعض المناطق ليصل الى ٧٠ متر وعمقه يتراوح بين (٣-٤) متر ويبلغ معدل عمق الماء فيه بين (١,٥-٣) متر حسب التغيرات الفصلية (ابراهيم، ٢٠٠٠).

ويعد نهر الديوانية مصدر المياه الرئيس للأغراض الزراعية والمدنية، إذ تبلغ مساحة الأراضي الزراعية التي تروى من مياه النهر حوالي ٥٠٥ الف دونم (ابراهيم، ٢٠٠٥). كما انه مصدر

للمياه لـ ٥٣ مشروع ومجمع لمياه الاسالة والتي تزود السكان المحليين بما مقداره ٩٥٨٧ م³/ساعة من المياه الصالحة للاستخدام المدني (مديرية ماء الديوانية، 2011).
ويخترق النهر تجمعات سكانية وأراضي زراعية وتصب فيه مخلفات صناعية وبشرية متعددة،
تؤثر هذه العوامل جميعها في نوعية مياهه وتغير من مواصفاتها وصلاحياتها للاغراض البشرية
(عبد الرضا وآخرون، ١٩٩٦).

تقع منطقة الدراسة على نهر الديوانية الى الجنوب من مركز المدينة بحوالي ١١ كم حيث تقع
محطة معالجة مياه الصرف الصحي القادمة من المدينة، والتي انشأت عام 1984 من قبل شركة
Continental Construction limited الهندية وشركة passavant الالمانية بطاقة تصميمية
مقدارها 12000 م^٣/يوم (ادارة محطة المعالجة، ٢٠١١). لتأمين متطلبات معالجة الفضلات لـ
٨٠٠٠٠ شخص، اذ تكون نوعية التصريف النهائي ٢٠ ملغرام / لتر للمتطلب البيوكيميائي
للاوكسجين BOD و 30 ملغرام /لتر للمواد العالقة الكلية TSS لتكون هذه المواصفات مطابقة
للمواصفات العراقية رقم ٢٥ لسنة ١٩٦٧ ونظراً لتزايد عدد سكان مدينة الديوانية فانها تلبى فقط
20% من حاجة المدينة لمعالجة مياه فضلات الصرف الصحي (Palmer, 2004).

يدخل الى محطة المعالجة في الوقت الحاضر ٤١٠٠٠ م^٣/يوم من مياه الفضلات القادمة من
المدينة (مديرية مجاري الديوانية، ٢٠١١). ليتم معالجتها داخل المحطة بمرحلتين هما المعالجة
الابتدائية والتي تتضمن بعض العمليات الفيزيائية مثل ازالة المواد الصلبة الكبيرة
والرمال بأستخدام المصافي واحواض ازالة الرمال بعدها تنتقل مياه الفضلات الى المرحلة الثانية
التي تمثل المعالجة الحيوية بوساطة الحمأة المنشطة (Activated sludge) في احواض التهوية
ثم تنتقل مياه الفضلات الى احواض الترسيب الثانوية لتطرح بعدها الى النهر مباشرةً.

وتتصف هذه المنطقة بوجود بعض الانشطة البشرية المتمثلة بمصنعي المطاط والنسيج اللذان
يقعان الى الشمال من منطقة الدراسة بحوالي ٤ كم وبعض الاحياء السكنية المحاذية للنهر
بالاضافة الى الاراضي الزراعية والقرى المنتشرة على جانبي النهر، وتتصف منطقة الدراسة
ايضاً بوجود بعض النباتات المائية مثل القصب *Phragmites australis* والبردي *Typha*
domingensis والشمبلان *Ceratophyllum demersum*.

شملت الدراسة الحالية تحديد اربع محطات على النهر (شكل-1)، اذ تقع المحطة الاولى الى
الشمال من نقطة التصريف (تصريف مياه الفضلات من محطة المعالجة الى النهر) بحوالي ١ كم
ويبلغ عرض النهر في هذه المنطقة حوالي ٢٤ م ويصل عمقه الى ٣,٥ م ، اما المحطة الثانية
فتبعد مسافة 5 م الى الجنوب من نقطة التصريف اذ يبلغ عرض النهر في هذه المنطقة حوالي 34
م ويصل عمقه الى ٤,٥ م ، وتقع المحطة الثالثة الى الجنوب من المحطة الثانية بحوالي ١ كم

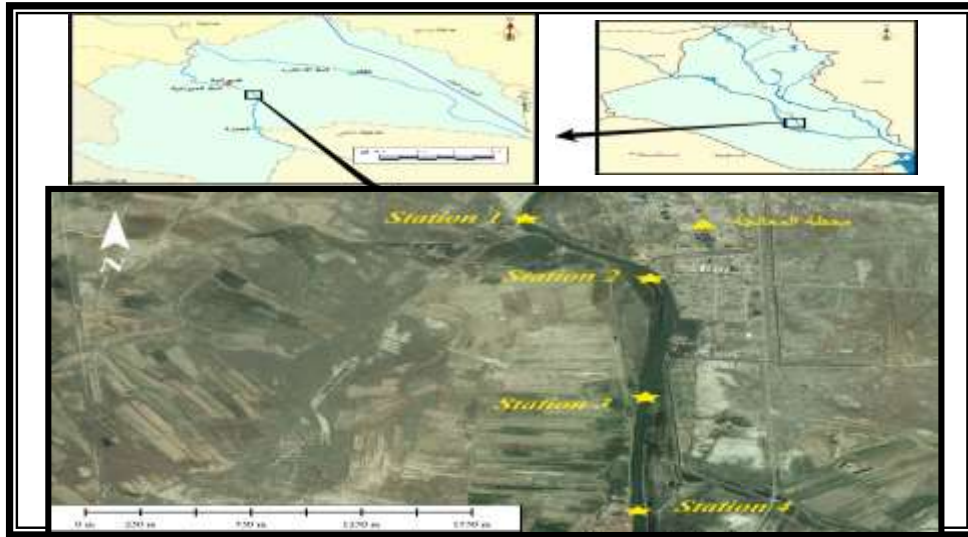
ويبلغ عرض النهر في هذه المنطقة حوالي 35 م ويصل عمقه الى ٤ م ، اما المحطة الرابعة فتقع الى الجنوب من المحطة الثالثة بحوالي ١ كم ايضاً ويبلغ عرض النهر فيها حوالي 46 م ويصل عمقه الى ٣,٥ م كما توجد بعض المبازل الصغيرة للاراضي الزراعية وبحيرات الاسماك التي تقع قريبة من ضفاف النهر في هذه المنطقة.

شكل (1) خريطة توضح منطقة الدراسة (برنامج GIS)

Collection of samples

2-2- جمع العينات

تم جمع العينات شهرياً ولمدة سنة كاملة من محطات الدراسة الأربعة ابتداءً من كانون الاول ٢٠١٠ ولغاية تشرين الثاني ٢٠١١ وكما يلي:



جمعت عينات الماء لاجراء الفحوصات الفيزيائية والكيميائية وفحوصات العناصر الثقيلة بواقع ثلاثة مكررات لكل عينة من عمق ٣٠ سم من سطح الماء باستخدام حاويات من البولي اثيلين سعة ٥ لتر تم غسلها بواسطة حامض الهيدروكلوريك المخفف (10%) ثم شطفت بالماء المقطر ثم بالماء المعاد تقطيره (Nollet, 2007).

جمعت عينات الماء باستخدام قناني زجاجية شفافة واخرى معتمة سعة ٢٥٠ مل (قناني ونكلر) لغرض تقدير الاوكسجين المذاب DO والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين BOD₅ .

جمعت عينات الماء لاجراء الفحوصات البكتيرية بواسطة قناني زجاجية سعة ١٠٠ مل محكمة الغلق تم تعقيمها بواسطة جهاز Autoclave وحفظت العينات مبردة لحين الوصول الى المختبر (APHA, 2003).

جمعت عينات الرواسب القاعية باستخدام جامع عينات الرواسب Grab sampler وحفظت في اكياس بلاستيكية نظيفة لحين الوصول الى المختبر.

جمعت الاجزاء الخضرية حديثة التكوين لنبات القصب (*Guest et Phragmites australis*, 1968), وغسلت بماء النهر لازالة المواد العالقة ثم وضعت في اكياس بلاستيكية نظيفة لحين الوصول الى المختبر.

جمعت عينات النواعم بطنية القدم (*Viviparus bengalensis*, 1973) (Ahmed, 1973)، من محطات الدراسة بعد غسلها بمياه النهر لازالة المواد العالقة ثم غسلت بالماء المقطر في المختبر وجمدت لحين تحليلها.

2-3- تحضير المحاليل:

اتبعت الطرق الموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الأمريكية (APHA, 2003) لتحضير بعض المحاليل والكواشف وكما يلي :

المحلول الملون Color reagent :

يستخدم هذا المحلول في اختبار النترات والنترت، وتم تحضيره من اضافة ١٠٠ مل من حامض الفسفوريك ٨٥% و ١٠ غرام من Sulfanilamide الى ٨٠٠ مل من الماء المقطر الخالي من الايونات وبعد ذوبان Sulfanilamide بشكل كامل يضاف ١ غرام من N-(1-naphthyl)- ethylenediamine dihydrochloride ويمزج جيداً لتتم الاذابة ثم يخفف الى واحد لتر، يبقى هذا المحلول مستقراً لمدة شهر عند خزنه في قنينة معتمة في الثلاجة.

المحلول المنظم Buffer solution A :

يستخدم هذا المحلول في فحص الكبريتات وتم تحضيره باذابة ٣٠ غرام من كلوريد المغنسيوم $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ و ٥ غرام خلات الصوديوم $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ و ١ غرام نترات البوتاسيوم KNO_3 و ٢٠ مل حامض الخليك CH_3COOH ٩٩% في ٥٠٠ مل ماء مقطر ثم يكمل الحجم الى اللتر.

المحلول المؤكسد Oxidizing solution :

استخدم هذا المحلول في الكشف عن الامونيا وتم تحضيره من مزج ١٠٠ مل من محلول السترات القاعدي (يحضر من اذابة ٢٠٠ غرام Trisodium citrate و ١٠ غرام من Sodium hydroxide في ماء مقطر لا اينيونى ثم يخفف الى ١٠٠٠ مل) مع ٢٥ مل من هابوكلوريت الصوديوم (محلول تجاري حوالى ٥%) ويحضر هذا المحلول بشكل يومي.

كاشف فيرون Ferroin indicator :

استخدم هذا الكاشف في اختبار المتطلب الكيمياوي للاوكسجين COD حيث تم تحضيره باذابة ١,٤٨٥ غرام من Phenanthroline monohydrate ١:١٠ و ٦٩٥ ملغرام من كبريتات الحديدوز سباعي الماء $FeSO_4.7H_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم يكمل الحجم الى ١٠٠ مل.

4-2- الفحوصات الفيزيائية:

Temperature

١- درجة الحرارة

تم قياس درجة حرارة الهواء والماء بوساطة محرار زئبقي مدرج من (٠-١٠٠) °م.

Electrical conductivity

٢- التوصيلية الكهربائية

تم قياس التوصيلية الكهربائية بوساطة جهاز قياس التوصيلية الكهربائية موديل Martini Mi 170 امريكي المنشأ بعد معايرته بالمحاليل القياسية و عبر عن النتائج بالميكروسيمنز/سم.

Turbidity

٣- العكورة

استعمل جهاز قياس العكورة موديل La Motte 2020e امريكي المنشأ بعد معايرته بالمحاليل القياسية لقياس العكورة و عبر عن النتائج بوحدة Nephelometric turbidity unit (NTU) .

Total dissolved solid (T.D.S.)

٤- المواد الصلبة الذائبة الكلية

اتبعت الطريقة الموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الأمريكية (APHA, 2003) وذلك بترشيح ١٠٠ مل من العينة خلال ورق ترشيح ٠,٤٥ مايكرومتر ثم بخر الراشح في فرن درجة حرارته (١٠٣-١٠٥) °م لتقدير قيمة المواد الصلبة الذائبة و عبر عن النتائج بوحدات ملغرام/لتر.

Total suspended solid (T.S.S.)

٥- المواد الصلبة العالقة الكلية

تم قياسها باتباع الطريقة الموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الأمريكية

(APHA,2003) وذلك بترشيح ١٠٠ مل من العينة خلال ورق ترشيح ٠,٤٥ مايكرومتر معلومة الوزن ثم جففت الورقة بدرجة حراره (١٠٣-١٠٥) °م لتقدير قيمة المواد الصلبة العالقة وعبر عن النتائج بوحدات ملغرام/لتر.

5-2- الفحوصات الكيميائية :

١- الاس الهيدروجيني pH
تم قياس الاس الهيدروجيني بوساطة جهاز قياس الاس الهيدروجيني موديل Milwaukee Sm 801 بعد معايرته بالمحاليل الدائرة القياسية.

٢- الاوكسجين المذاب Dissolved oxygen
اتبعت طريقة ونكلر (تحوير الازايد Azide modification) والموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الامريكية (APHA, 2003) لتحديد كمية الأوكسجين المذاب بعد تثبيتها حقلياً ثم التسحيح مع محلول ثايوسلفات الصوديوم (M 0.025) ، وعبر عن النتائج بالملغرام/لتر.

٣- المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين Biochemical oxygen demand (BOD)
تم قياس المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين وفق ماجاء في (APHA, 2003) وكما يلي:
العينات التي لا تحتاج الى تخفيف:
تم حضن قناني ونكلر المعتمة وغير المثبتة لمدة ٥ ايام بدرجة حرارة 20 °م ومن ثم تم قياس الاوكسجين الذائب وان الفرق مع الاوكسجين الذائب الابتدائي DO يمثل قيمة BOD₅ مقدره بالملغرام/لتر.

العينات التي تحتاج الى تخفيف:
اذ تم تخفيف العينة بوساطة ماء مشبع بالاكسجين ثم ملئ اثنين من قناني ونكلر احدهما شفافة تم تثبيت الاوكسجين فيها مباشرة في الحقل لتقدير الاوكسجين الذائب الابتدائي D_1 والآخرى معتمة وغير مثبتة وضعت في الحاضنة لمدة ٥ ايام بدرجة حرارة ٢٠ °م بعدها تم تقدير الاوكسجين الذائب النهائي D_2 وعبر عن النتائج بوحدات ملغرام/لتر:

$$BOD_5 \text{ mg/L} = \frac{D_1 - D_2}{\quad}$$

P

إذ ان :

D_1 : الاوكسجين الذائب للعينه المخففة مباشرةً بعد التخفيف بالملغرام/لتر.

D_2 : الاوكسجين الذائب للعينه المخففة بعد الحضانة لمدة ٥ ايام بدرجة حرارة ٢٠ °م بالملغرام/لتر.

P : معامل التخفيف.

٤- المتطلب الكيمياوي للاوكسجين (COD) Chemical oxygen demand

اتبعت طريقة التصعيد المفتوح (Open reflux) الموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الأمريكية (APHA, 2003) لقياس المتطلب الكيمياوي للاوكسجين وذلك بوضع ٥٠ مل من العينة في دورق الجهاز ثم اضافة ١ غرام من كبريتات الزئبق و ٥ مل من حامض الكبريتيك المركز بعدها يضاف ٢٥ مل من دايكرومات البوتاسيوم (0.25 N) ثم يربط الدورق الى المكثف بعدها يضاف حامض الكبريتيك المتبقي (٧٠) مل ويسخن الجهاز الى درجة الغليان لمدة ساعتين ثم يترك ليبرد ويسحج مع محلول كبريتات الحديدوز الامونياكي (0.25 M) بعد اضافة (٢-٣) قطرة من كاشف فيرون اذ يتحول اللون من الاخضر المزرق الى البني المحمر، مع اجراء جميع الخطوات السابقة على عينة من الماء المقطر والتي تمثل المصحح الصوري (blank) ويحسب المتطلب الكيمياوي للاوكسجين من المعادلة التالية :

$$COD \text{ as mg } O_2/L = \frac{(A - B) \times M \times 8000}{\text{ml of sample}}$$

إذ ان :

A : حجم كبريتات الحديدوز الامونياكي المستعمل مع الماء المقطر المستخدم كمصحح صوري (مل).

B : حجم كبريتات الحديدوز الامونياكي المستعمل مع العينة (مل).

M : مولارية كبريتات الحديدوز الامونياكي.

٨٠٠٠ : الوزن الملي مكافئ للاوكسجين $\times 10000$ مل/لتر.

وعبر عن النتائج بوحدات ملغرام/لتر.

Available carbon dioxide (CO₂)

٥- ثنائي اوكسيد الكربون المتوفر

اتبعت الطريقة الموضحة من قبل Maiti (2004) لتقدير ثنائي اوكسيد الكربون في عينات الماء وذلك بتسحيح ١٠٠ مل من العينة مع محلول هيدروكسيد الصوديوم (N 0.05) واستخدام الفينولفتالين كدليل وعبر عن النتائج بوحدات ملغرام/لتر.

$$Free CO_2 \text{ mg/L} = \frac{A \times N \times 44 \times 1000}{\text{ml of sample}}$$

اذ ان:

A : حجم هيدروكسيد الصوديوم المستخدم في التسحيح (مل).

N : عيارية هيدروكسيد الصوديوم.

Total alkalinity

6- القاعدية الكلية

اتبعت الطريقة الموضحة من قبل Maiti (2004) في تقدير القاعدية لعينات الماء وذلك بتسحيح ١٠٠ مل من العينة مع محلول قياسي من حامض الكبريتيك (N 0.02) واستخدام المثيل البرتقالي كدليل وعبر عن النتائج بوحدات ملغرام CaCO₃/لتر.

Total hardness

7- العسرة الكلية

تم تقدير العسرة الكلية باتباع الطريقة المذكورة في (APHA, 2003) وذلك بتسحيح 50 مل من العينة المخففة مع محلول Na₂EDTA القياسي (M 0.01) بعد اضافة ١ مل من المحلول المنظم واستخدام صبغة Eriochrome Black T كدليل وعبر عن النتائج بوحدات ملغرام CaCO₃/لتر.

Calcium hardness

8- عسرة الكالسيوم

تم تقدير عسرة الكالسيوم باتباع الطريقة المذكورة في (APHA, 2003) وذلك بتسحيح 50 مل من العينة مع محلول Na₂EDTA القياسي (M 0.01) بعد اضافة ٢ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم (1N) لرفع قيمة الاس الهيدروجيني الى (١٢-١٣) واستخدام صبغة الميوركسايد كدليل وعبر عن النتائج بوحدات ملغرام CaCO₃/لتر.

9- المغنيسيوم

Magnesium

اتبعت الطريقة المذكورة في (APHA, 2003) لحساب تركيز المغنيسيوم، وحسب المعادلة التالية :

$$\text{Mg mg/L} = [\text{total hardness (as mg CaCO}_3\text{/L)} - \text{calcium hardness (as mg CaCO}_3\text{/L)}] \times 0.243$$

وعبر عن النتائج بوحدات ملغرام CaCO₃/لتر.

10- الصوديوم والبوتاسيوم

Sodium and Potassium

قيست تراكيز الصوديوم والبوتاسيوم بواسطة جهاز المطياف الضوئي اللهب Flame photometer موديل Elico CL 375 وعبر عن النتائج بوحدات ملغرام/لتر (APHA, 2003).

11- الكلوريد

Chloride

اتبعت طريقة التسحيح مع نترات الفضة والمذكورة في (APHA, 2003) لتقدير تركيز ايون الكلوريد وذلك باضافة ١ مل من كرومات البوتاسيوم الى ١٠٠ مل من العينة ثم سححت مع محلول نترات الفضة القياسي (0.0141 N) لحين ظهور اللون البني كما اجريت هذه الخطوات على عينة من الماء المقطر لتمثل المصحح الصوري، وعبر عن النتائج بوحدات ملغرام/لتر كما في المعادلة التالية :

$$\text{Cl}^- \text{ mg/L} = \frac{(A - B) \times N \times 35450}{\text{ml of sample}}$$

إذ ان :

A: حجم نترات الفضة القياسي المستخدم لتسحيح العينة (مل).

B: حجم نترات الفضة القياسي المستخدم لتسحيح الماء المقطر (مل).

N: عيارية محلول نترات الفضة القياسي.

12- الكبريتات

Sulfate

اتبعت طريقة العكورة (Turbidimetric method) والموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الامريكية (APHA, 2003) لتقدير الكبريتات وذلك باضافة ٢٠ مل من المحلول المنظم أ (Buffer solution A) الى ١٠٠ مل من العينة مع المزج ثم يضاف ملئ ملعقة من بلورات كلوريد الباريوم (BaCl₂ crystal) بعدها تقاس الامتصاصية على طول موجي ٤٢٠ نانومتر بواسطة جهاز المطياف الضوئي موديل Chrom. Tech. UV-1100 وعبر عن النتائج بوحدات ملغرام/لتر.

Nitrite

13- النتريت

تم قياس النتريت باضافة ٢ مل من المحلول الملون (color reagent) الى ٥٠ مل من العينة المرشحة خلال ورق ترشيح ٠,٤٥ مايكرومتر ثم قرئت الامتصاصية على طول موجي ٥٤٣ نانومتر بواسطة جهاز المطياف الضوئي موديل Chrom. Tech. UV-1100 وعبر عن النتائج بوحدات مايكروغرام/لتر (APHA, 2003).

Nitrate

14- النترات

استعملت طريقة الاختزال بواسطة عمود الكاديوم (Cadmium reduction column) والموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الامريكية (APHA, 2003) حيث تم اختزال النترات الى نتريت ثم قيست الامتصاصية على طول موجي ٥٤٣ نانومتر بعد اضافة ٢ مل من المحلول الملون (color reagent) الى ٥٠ مل من العينة التي تم تمريرها خلال عمود الكاديوم وتم التعبير عن النتائج بوحدات مايكروغرام/لتر.

Ammonia

15- الامونيا

استعملت طريقة الفينات (Phenate method) والموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الامريكية (APHA, 2003) لتقدير تركيز الامونيا، اذ اخذ ٢٥ مل من العينة واضيف اليها ١ مل من phenol solution و ١ مل من sodium nitroprusside solution (0.5% w/v) و ٢,٥ مل من oxidizing solution ثم تترك لمدة ساعة واحدة على الاقل في ضوء خافت بدرجة حرارة الغرفة ٢٢ - ٢٧ °م بعدها تقاس الامتصاصية على طول موجي ٦٤٠ نانومتر بواسطة جهاز المطياف الضوئي موديل Chrom. Tech. UV-1100 وعبر عن النتائج بوحدات مايكروغرام/لتر.

16- الفوسفات

Phosphate

اتبعت طريقة كلوريد القصديروز (Stannous chloride) الموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الامريكية (APHA, 2003) لقياس تركيز الفوسفات وذلك باضافة ٤ مل من محلول موليبيدات الامونيوم و ١٠ قطرات من محلول كلوريد القصديروز الى ١٠٠ مل من العينة ثم تقاس الامتصاصية على طول موجي ٦٩٠ نانومتر بوساطة جهاز المطياف الضوئي موديل Chrom. Tech. UV-1100 وعبر عن النتائج بوحدات مايكروغرام/لتر.

2-6- قياس الكربون العضوي الكلي في الرواسب % TOC

Determination of Total organic carbon in sediment

اتبعت طريقة Walkley-Black (1934) والموضحة من قبل (Gaudette *et al.*, 1974) لتقدير محتوى الرواسب من الكربون العضوي الكلي (Total Organic Carbon (TOC)، وذلك بوزن (٠,٢-٠,٥) غرام من عينة الرواسب المجففة ووضعها في ورق مخروطي ثم اضافة (١٠) مل بالضبط من محلول داكرومات البوتاسيوم (1 N) $K_2Cr_2O_7$ و (٢٠) مل من حامض الكبريتيك H_2SO_4 المركز الى ورق العينة وورق اخر من دون عينة ليمثل المصحح الصوري (blank) وبعد ٣٠ دقيقة تخفف الى ٢٠٠ مل بالماء المقطر ثم يضاف (١٠) مل من حامض الفسفوريك H_3PO_4 (٨٥%) و ٠,٢ غرام من فلوريد الصوديوم NaF و (١٥) قطرة من الدليل Diphenylamine الى الدورقين ثم يسحج مع محلول كبريتات الحديدوز الامونياكي $(0.5N) Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ ، اذ يتحول اللون البني الى الاخضر ثم الى الرصاصي المزرق Bluish-black grey ثم الى الاخضر اللامع Brilliant green ليمثل نقطة النهاية. حسبت النسبة المئوية للكربون العضوي الكلي حسب المعادلة الاتية :

$$\% \text{ TOC} = 10(1 - T/S) [1.0 \text{ N } (0.003) (100/W)]$$

إذ ان :

T : حجم محلول كبريتات الحديدوز الامونياكي اللازم لتسحيح العينة (مل).

S : حجم محلول كبريتات الحديدوز الامونياكي اللازم لتسحيح المصحح الصوري (مل).

T/S : معامل يمحي تأثير عيارية محلول كبريتات الحديدوز الامونياكي.

0.003 : مليكافى وزن الكربون.

1.0 N : عيارية محلول داكرومات البوتاسيوم.

10 : حجم محلول دايكرومات البوتاسيوم (مل).

W : وزن عينة الرواسب (غرام).

7-2- التحليل الحجمي لحبيبات الرواسب:

استخدمت طريقة المكثاف hydrometer لتقدير النسبة المئوية لمكونات الرواسب والموضحة من قبل (بشور والصائغ، ٢٠٠٧)، وذلك بوزن ٥٠ غرام من التربة المجففة و المتجانسة وتوضع في الخلاط ثم يضاف كمية من الماء المقطر و ١٠ مل من محلول كالكون المفرق (sodium hexametaphosphate) ويحرك الخليط لمدة ٣-٤ دقائق بعدها يوضع في اسطوانة مدرجة سعة واحد لتر ويكمل الحجم الى اللتر، ثم يمزج الخليط من دون احداث حركة دورانية ويوضع المكثاف بعد ٢٠ ثانية وبعد ٤٠ ثانية تؤخذ قراءة المكثاف مع تسجيل درجة الحرارة لتصحيح القراءة (يضاف 0.36 لكل درجة حرارة اعلى من ٢٠ م° ويطرح 0.36 لكل درجة حرارة اقل من ٢٠ م°) لتحديد النسبة المئوية للغرين والطين، ثم يعاد رج الخليط ويترك لمدة ساعتين بعدها تؤخذ قراءة المكثاف وتسجل الحرارة لتحديد النسبة المئوية للطين، اما النسبة المئوية للرمل فيتم تحديدها عن طريق طرح نسبة الغرين والطين من (١٠٠).

8-2- استخلاص العناصر الثقيلة:

Dissolved Heavy Metals

1- العناصر الثقيلة الذائبة

تم ترشيح عينات المياه حجم ٢ لتر لكل عينة وبواقع ثلاثة مكررات لكل محطة خلال ورق ترشيح نوع Millipore Filter paper 0.45 µm والذي تم وزنه مسبقاً بعد ان غسل بحامض النتريك المخفف (0.5 N) ثم بالماء الخالي من الايونات وجفف بدرجة حرارة ٦٠ م° لمدة (١٢) ساعة، ثم ركزت عينات الماء المرشحة بامرارها خلال عمود التبادل الايوني Ion exchange column ٢×٥٠ سم والحاوي على رتنج نوع (Chelex-100) بالشكل الصوديومي (Sodium form) حجم (50-100 mesh) مجهز من شركة Bio-Rad company بسرعة لا تزيد عن ٥ مل/دقيقة، ثم غسلت ايونات العناصر الثقيلة باستخدام ٨٠ مل من حامض النتريك المخفف (2 N) وبخر المحلول بدرجة حرارة ٧٠ م° الى ما قبل الجفاف ثم اضيف له 1 مل من حامض النتريك HNO₃ المركز و ١٠ مل من الماء الخالي من الايونات وترك المحلول لاكمال الاذابة (Riley and Taylor, 1968). بعد ذلك اكمل الحجم النهائي الى ٢٥ مل بالماء المقطر الخالي من الايونات وحفظ في قناني من البولي اثلين لحين قياس تراكيز ايونات العناصر

باستخدام جهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى وعبر عن النتائج بوحدات مايكروغرام/لتر (APHA, 2003).

Particulate Heavy Metals

2- العناصر الثقيلة الدقائقية

جفت اوراق الترشيح المستعملة لترشيح عينات الماء بدرجة حرارة ٨٠ °م لمدة ٤٨ ساعة ثم وزنت لغرض استخراج كمية العوالق ومن ثم استخلاص ايونات العناصر الثقيلة الدقائقية منها وذلك بوزن 0.5 غرام من العينة الجافة ووضعت في اوعية من التفلون خاصة لهذا الغرض وعوملت بـ (٦) مل من مزيج حامض الهيدوكلوريك المركز HCl وحامض النتريك المركز HNO_3 بنسبة (١:١) وسخن على درجة حرارة ٨٠ °م وبخرت الى قرب الجفاف ثم اضيف اليها ٤ مل من مزيج حامض البركلوريك $HClO_4$ والهيدروفلوريك HF المركزين بنسبة (١:١) بعد ذلك بخر المحلول الى مرحلة قرب الجفاف ثم اذيب الراسب بـ ٢٠ مل من حامض الهيدروكلوريك المخفف (0.5 N) وترك لمدة عشر دقائق بعدها فصلت العينة بجهاز الطرد المركزي لمدة ٢٠ دقيقة بسرعة ٣٠٠٠ دورة/دقيقة، اخذ المحلول ووضع في قنينة حجمية سعة ٢٥ مل اما الراسب فغسل بماء مقطر خالٍ من الايونات واضيف ماء الغسل الى القنينة الحجمية بعد ان فصل الراسب واكمل الحجم الى ٢٥ مل (Sturgeon *et al.*, 1982). حفظت العينات في قناني من البولي اثلين لحين القياس بجهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى وعبر عن النتائج بوحدات مايكروغرام/غرام.

٣- استخلاص العناصر الثقيلة من الرواسب

Extraction of Heavy Metals from Sediment

جفت عينات الرواسب بدرجة حرارة ٦٠ °م لمدة ٤٨ ساعة بعد مزجها جيداً وازالة المواد الصلبة منها ثم طحنت بهاون خزفي و مررت خلال منخل من النايلون قطر ثقوبه (٦٥) مايكروميتر وحفظت في اوعية خاصة من البولي اثلين معلمة بصورة واضحة لحين استخلاص ايونات العناصر الثقيلة بجزئها المتبادل Exchangeable fraction والمتبقي Residual fraction وكما يلي :

Exchangeable Heavy Metals extraction استخلاص العناصر الثقيلة المتبادلة

استخدمت طريقة Chester and Voutsinou (1981) لاستخلاص ايونات العناصر الثقيلة في الجزء المتبادل من الرواسب اذ تم وزن 1 غرام من العينة الجافة ووضعت في انبوبة اختبار من التفلون حجم 50 مل ذات غطاء محكم ثم اضيف اليها 20 مل من حامض الهيدروكلوريك (0.5 N) ثم وضعت في جهاز هزاز لمدة 16 ساعة، بعد ذلك فصلت بجهاز الطرد المركزي بسرعة 3000 دورة/دقيقة لمدة 20 دقيقة ثم نقل المحلول الى قناني من البولي اثلين وحفظت لحين القياس بجهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى وعبر عن النتائج بوحدات مايكروغرام/غرام.

استخلاص العناصر الثقيلة المتبقية Residual Heavy Metal extraction

بعد ان تم استخلاص الجزء المتبادل من الرواسب اخذ الجزء الراسب المتبقي واجريت عليه عملية الهضم لغرض استخلاص ايونات العناصر المتبقية في الرواسب باتباع طريقة Sturgeon et al. (1982) وكمايلي :

اضيف للراسب 40 مل من الماء المقطر الخالي من الايونات لغرض التخلص من اثار العناصر المتبادلة والحامض المستعمل، ثم اجريت عملية الطرد المركزي على العينات وبسرعة 3000 دورة/دقيقة ولمدة 20 دقيقة للتخلص من ماء الغسل، ثم نقل الراسب بصورة كمية الى بيكر من التفلون مع تجنب أي فقدان للراسب ثم شطفت انبوبة الاختبار عدة مرات بالماء المقطر الخالي من الايونات لازالة بقايا الراسب الملتصقة على جدران الانبوبة ثم اضيف ماء الغسل الى البيكر الحاوي على العينة بعدها بخرت العينة الى قرب الجفاف على درجة حرارة 80 م ثم اضيف الى الراسب 6 مل من مزيج حامضي النتريك والهيدروكلوريك المركزين بنسبة (1:1) وبخرت بدرجة حرارة 80 م الى قرب الجفاف ثم اضيف 4 مل من مزيج حامضي الهيدروفلوريك والبركلوريك بنسبة (1:1) بعدها بخر المحلول الى قرب الجفاف ثم اذيب الراسب بـ 20 مل من حامض الهيدروكلوريك (0.5 N) وترك المحلول لمدة 10 دقائق بعدها فصل بجهاز الطرد المركزي لمدة 20 دقيقة بسرعة 3000 دورة/دقيقة ثم وضع المحلول في قنينة حجمية سعة 25 مل اما الراسب فغسل بالماء الخالي من الايونات واضيف ماء الغسل الى القنينة الحجمية بعد ان فصل الراسب ثم اكمل الحجم الى 25 مل، حفظ المحلول في قناني من البولي اثلين نظيفة ومعلمة لحين الفحص بجهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى وعبر عن النتائج بوحدات مايكروغرام/غرام.

4-استخلاص العناصر الثقيلة من النباتات المائية

Extraction of Heavy Metals from Aquatic Plants

بعد ان جمعت الاوراق حديثة النمو من نبات القصب *P. australis* غسلت بماء النهر ثم بماء دافئ درجة حرارته ٣٨ م لزالة اللاقريات الصغيرة العالقة بها (Lytle and Smith, 1995) ، بعد ذلك غسلت الاجزاء النباتية بماء مقطر خالٍ من الايونات وجففت بدرجة حرارة ٧٠ م ، ثم طحنت العينات الجافة ومررت خلال منخل سعة ثقوبه (40 mesh) اذ استخدمت طريقة Orson et al. (١٩٩٢) لاستخلاص ايونات العناصر الثقيلة وذلك بوزن ٠,٥ غرام من العينة ثم وضعت في انبوبة اختبار نوع بايركس واضيف اليها ٥ مل من حامض النتريك HNO₃ المركز وتركت العينات لمدة ١٦ ساعة ثم هضمت بوضعها على درجة حرارة ١٠٠ م لمدة ساعة واحدة، بعد ذلك اضيف ٣ مل من حامض البركلوريك ٧٠% واجري للعينات تصعيد reflux لمدة ٣٠ دقيقة على درجة حرارة ٢٠٠ م حتى يصبح المحلول رائقاً، ثم اجريت عملية الطرد المركزي لمدة ١٠ دقائق بسرعة ٢٠٠٠ دورة/دقيقة لغرض التخلص من احتمالية وجود مواد عالقة ثم يكمل الحجم الى ٥٠ مل باستخدام الماء الخالي من الايونات، حفظت العينات في اوعية من البولي اثلين لحين القياس بجهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى وعبر عن النتائج بوحدات مايكروغرام/غرام.

5- استخلاص العناصر الثقيلة من النواع

Extraction of Heavy Metals from Mollusks

جمعت عينات القواقع *V. bengalensis* وهو من النواعم بطنية القدم Gastropods من محطات الدراسة بصورة شهرية اذ غسلت بماء النهر ووضعت في اكياس بلاستيكية معلمة وفي المختبر غسلت بالماء المقطر لازالة ما علق عليها من اطيان او طحالب او أية مواد غريبة اخرى وجمدت لحين استخراج الانسجة وهضمها.

تم استخراج الانسجة الرخوة (Soft tissues) للافراد ذات الاحجام المتساوية وبعده 50 فرد بواسطة مشرط بلاستيكي وجففت بدرجة حرارة ٧٠ م لمدة ٢٤ ساعة ثم طحنت باستخدام هاون خزفي وبذلك اصبحت جاهزة لعملية الهضم.

تم استخلاص ايونات العناصر الثقيلة بالاعتماد على طريقة UNEPA/FAO/IAEA (١٩٨٢) والمحورة من قبل Otchere (٢٠٠٣) وذلك بوزن ٠,٢ غرام من العينة الجافة ووضعها في بيكر من التفلون ثم اضيف اليها ١٠ مل من حامض النتريك HNO₃ المركز وسخن على درجة حرارة ٧٠-٩٠ م الى ان تكتمل عملية هضم الانسجة بعدها ترفع درجة الحرارة تدريجياً الى ١٣٥ م مع اضافة قطرات من بيروكسيد الهيدروجين H₂O₂ لاكمال عملية الاكسدة، يترك المحلول ليبرد ويكمل الحجم الى ٥٠ مل بالماء الخالي من الايونات ثم تجرى عملية الطرد

المركزي لازالة المواد الدهنية العالقة بسرعة ٢٥٠٠ دورة/دقيقة لمدة عشر دقائق، بعدها تنقل العينات الى اوعية من البولي اثلين نظيفة ومعلمة بصورة واضحة لحين القياس بجهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى وعبر عن النتائج بوحدات مايكروغرام/غرام.

Blank solutions

9-2- محاليل المصحح الصوري

حضرت محاليل المصحح الصوري (Blank solution) لكل نوع من العينات (الماء والرواسب والنباتات المائية والنواعم) وعولمت بطريقة تحليل العينات نفسها لغرض تقدير التلوث الذي قد يحصل نتيجة استعمال المواد الكيميائية المختلفة او من ظروف المختبر اذ يتم طرح قيمة هذه التراكيز من تراكيز العينات الاصلية.

10-2- قياس ايونات العناصر الثقيلة:

تم قياس ايونات العناصر الثقيلة في العينات المدروسة باستعمال جهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى Flame Atomic Absorption Spectrophotometer موديل Shimadzu AA-6300 بعد ان تم تحضير المحاليل القياسية للعناصر التي تم فحصها (Standard solution) حسب الطرق المذكورة في (APHA, 2003).

11-2- حساب تراكيز العناصر الثقيلة:

حسبت تراكيز العناصر الثقيلة من منحنى المعايرة حسب المعادلات المذكورة في (UNESCO, 1992) والموضحة من قبل (الطائي، ١٩٩٩):

١- العناصر الذائبة في الماء

$$E_{Con.} = \frac{A \times B}{C} \times 1000$$

إذ ان :

$E_{Con.}$: تركيز العنصر الذائب في الماء (مايكروغرام/لتر).

A : تركيز العنصر المستخرج من منحنى المعايرة (ملغرام/لتر).

B : الحجم النهائي للعينة المرشحة (مل).

C : الحجم الابتدائي للعينة المرشحة (مل).

٢- العناصر الثقيلة في الدقائق والرواسب وانسجة النبات والنواعم

$$E_{Con.} = \frac{A \times B \times df}{D}$$

إذ ان :

$E_{Con.}$: تركيز العنصر في العينة (مايكروغرام/غرام وزناً جافاً).

A : تركيز العنصر المستخرج من منحنى المعايرة (ملغرام/لتر).

B : الحجم النهائي للعينة (مل).

df : معامل التخفيف Dilution Factor، اذا استخدم يكون كما يلي:

$$df = \frac{\text{volum of dilution sample solution in ml}}{\text{volum of a liquot taken for dilution in ml}}$$

D : الوزن الجاف للعينة (غرام).

12-2- معامل التركيز الاحيائي (B.C.F) Bioconcentration factor ومعامل الترسيب

الاحيائي (B.S.F) Biosedimentation Factor:

حسبت تبعاً لطريقة (Evans and Engel, 1994) وذلك بتقسيم معدل التركيز الكلي

لكل عنصر في الاحياء (A) على تركيزه في الماء (B) والرواسب (C) على التوالي.

$$B.C.F = A / B$$

$$B.S.F = A / C$$

١٣-٢ - تقدير درجة تلوث الرواسب بالعناصر الثقيلة وتقدير اقل مدى مؤثر على الكائنات الحية

:Effect Range-Low (ERL)

تم تحديد درجة تلوث الرواسب فيما اذا كانت غير ملوثة او متوسطة او شديدة التلوث بالعناصر الثقيلة وذلك بمقارنة قيمة التركيز الكلي لهذه العناصر مع القيم القياسية المحددة من قبل وكالة حماية البيئة الامريكية USEPA ملحق (٢).

كما تم تحديد اقل مدى مؤثر ERL للعناصر الثقيلة في الرواسب على الكائنات الحية وذلك بمقارنة تركيزها الكلي في الرواسب مع المحددات القياسية الموضوعه من قبل الادارة القومية للمحيطات والغلاف الجوي NOAA ملحق (٣).

14-2- الفحوصات البكتيرية:

1- حساب العدد الكلي للبكتريا (Determination of total bacterial count (TBC))

اتبعت طريقة صب الاطباق Pour plate والموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الامريكية (APHA, 2003) لتقدير العدد الكلي للبكتريا، اذ تم تحضير سلسلة من التخافيف والتي زرعت باستخدام وسط الغراء المغذي Nutrient agar ثم حضنت الاطباق بدرجة حرارة ٣٥ ٠ لمدة ٤٨ ساعة بعدها حسب عدد المستعمرات في الاطباق التي تحتوي على مستعمرات يتراوح عددها بين ٣٠-٣٠٠ مستعمرة تمهيداً لحساب الوحدات المكونة للمستعمرات CFU :

$$\text{CFU/mL} = \frac{\text{Colonies counted}}{\text{Actual volume of sample in dish, mL}}$$

2- العدد الكلي لبكتريا القولون (Total coliform (TC))

تم حساب العدد الكلي لبكتريا القولون باتباع طريقة الانابيب المتعددة Multiple-tube technique لتقدير العدد الاكثر احتمالاً (MPN) Most probable number والموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الامريكية (APHA, 2003) وكما يلي:

أ- الفحص الافتراضي Presumptive test :

اذ تم تلقیح تسعة انابيب تحتوي على وسط Lauryl tryptose broth مقسمة الى ثلاث مجاميع، المجموعة الاولى وتحتوي على تركيز مضاعف Double strength من الوسط والتي تم

تلقيحها بـ ١٠ مل من العينة اما المجموعة الثانية والثالثة والتي تتكون كل منها من ثلاثة انابيب تحتوي على وسط مفرد التركيز Single strength فقد تم تلقيحها بـ ١ مل و ٠,١ مل من العينة على التوالي ثم حضنت الانابيب بدرجة حرارة ٣٥ م لمدة ٢٤-٤٨ ساعة و عدت النتيجة موجبة للانابيب التي انتجت حامض وغاز.

ب- الفحص التاكدي Confirmed test :

تم تلقيح انابيب حاوية على وسط Brilliant green lactose bile broth بلقاحات من الانابيب الموجبة في الفحص الافتراضي (presumptive test) وحضنت بدرجة حرارة ٣٥ م ، اذ ان انتاج غاز خلال أي وقت (٦ او ٢٤ الى ٤٨ ساعة) يعد نتيجة موجبة.

ج- الفحص التكميلي Completed test :

تخطط لاقحة من الانابيب الموجبة في الفحص التاكدي (confirmed test) على وسط غراء الماكونكي MacConky agar وتحضن الاطباق بدرجة حرارة ٣٥ م لمدة ٢٤ ساعة حيث تنمو مستعمرات حمراء اللون وقد تكون محاطة بهالة فاتحة اللون من املاح الصفراء المترسبة، كذلك تم تحضير مسحات لتصبغها بصبغة كرام (Gram stain) للتأكد من كونها عصيات سالبة لصبغة كرام غير مكونة للسبورات.

تم حساب العدد الاكثر احتمالاً (MPN) من الانابيب التي اعطت نتيجة موجبة وعبر عن النتائج بعدد بكتريا القولون لكل ١٠٠ مل من العينة.

Fecal Coliform (FC)

3- بكتريا القولون البرازية

اتبعت طريقة الانابيب المتعددة Multiple-tube technique لتقدير العدد الاكثر احتمالاً (MPN) لبكتريا القولون البرازية (FC) والموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الامريكية (APHA, 2003) :

أ- الفحص الافتراضي Presumptive test :

تم تلقيح ثلاث مجاميع من انابيب الاختبار حاوية على وسط Lauryl tryptose broth حيث لقتت المجموعة الاولى (ثلاثة انابيب تحتوي على تركيز مضاعف من الوسط) بـ ١٠ مل من العينة اما المجموعة الثانية والثالثة (ثلاثة انابيب لكل مجموعة تحتوي على تركيز مفرد من الوسط) بـ ١ مل و ٠,١ مل من العينة على التوالي ثم حضنت الانابيب بدرجة حرارة ٣٥ م لمدة ٢٤-٤٨ ساعة و عدت الانابيب التي انتجت حامض وغاز موجبة النتيجة.

ب- الفحص التاكدي Confirmed test :

تم تلقيح انابيب حاوية على وسط EC-medium بلاقحة من الانابيب الموجبة في الفحص الافتراضي (presumptive test) وحضنت الانابيب بدرجة حرارة ٤٤,٥ م لمدة ٢٤ ساعة اذ ان انتاج غاز يعد نتيجة موجبة.

ج- الفحص التكميلي Completed test :

توخذ لاقحة من الانابيب الموجبة في الفحص التاكيدي (confirmed test) وتخطط على وسط غراء الماكونكي MacConky agar وتحضن بدرجة حرارة ٣٥ م لمدة ٢٤ ساعة، اذ تظهر مستعمرات حمراء اللون وقد تكون محاطة بهالة فاتحة اللون من املاح الصفراء المترسبة، كذلك تحضر مسحات لصبغها بصبغة كرام للتأكد من كونها عصيات سالبة لصبغة كرام غير مكونة للسبورات.

تم حساب العدد الاكثر احتمالاً (MPN) من الانابيب التي اعطت نتيجة موجبة لتقدير العدد الكلي لبكتريا القولون البرازية (FC) وعبر عن النتيجة بعدد الخلايا لكل ١٠٠ مل من العينة.

4- بكتريا المسبقيات البرازية Fecal Streptococcus (FS)

استخدمت طريقة الانابيب المتعددة Multiple-tube technique والموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الامريكية (APHA, 2003) لتقدير العدد الاكثر احتمالاً (MPN) لبكتريا المسبقيات البرازية (FS) وكما يلي :

أ- الفحص الافتراضي Presumptive test :

تم تلقيح تسعة انابيب حاوية على وسط Azide dextrose broth ثلاثة منها حاوية على تركيز مضاعف من الوسط الزرعى لقتحت بـ ١٠ مل من العينة والثلاثة الاخرى تحتوي على تركيز مفرد من الوسط لقتحت بـ ١ مل من العينة اما آخر ثلاثة انابيب والتي تحتوي على تركيز مفرد من الوسط فلقحت بـ ٠,١ مل من العينة، حضنت الانابيب بدرجة حرارة ٣٥ م لمدة ٢٤ ساعة واعتبرت النتيجة موجبة في الانابيب التي اعطت عكورة.

ب- الفحص التاكيدي Confirmed test :

تنقل لاقحة من الانابيب التي اعطت نتيجة موجبة في الفحص الافتراضي وتخطط على اطباق حاوية على وسط Pfizer selective enterococcus (PSE) agar ثم تحضن الاطباق

بدرجة حرارة ٣٥ م لمدة ٢٤ ساعة، ان تكون مستعمرات سوداء- بنية مع وجود هالة بنية اللون حول المستعمرات يؤكد وجود بكتريا المسبقيات البرازية (FS).
حسب العدد الاكثر احتمالاً (MPN) من الانابيب التي اعطت نتيجة موجبة وعبر عن النتيجة بعدد البكتريا لكل ١٠٠ مل من العينة.

٢- ١٥- التحليل الاحصائي:

استخدم تحليل التباين (ANOVA) واختبار اقل فرق معنوي (LSD) لتحليل النتائج احصائياً باستخدام النظام الاحصائي SPSS واعتمد معامل الارتباط (r) لايجاد العلاقة بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية وتراكيز العناصر الثقيلة (الراوي وخلف الله، ١٩٨٠).

الفصل الثالث: النتائج

٣- ١- الفحوصات الفيزيائية:

١- درجة حرارة الهواء والماء:

تراوحت درجة حرارة الهواء بين اقل قيمة لها 10.17 م° في المحطة الثانية خلال تشرين الأول 2011 واعلى قيمة 41.17 م° في المحطة الاولى خلال تموز 2011 جدول (3،2)، شكل (2).
أما درجة حرارة الماء فتراوحت بين اقل قيمة 12.83 م° في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 واعلى قيمة 32.33 م° في المحطة الاولى خلال تموز 2011 جدول (3،2)، شكل (3).
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع درجة حرارة الهواء ملحق (٦).

٢- التوصيلية الكهربائية:

تراوحت قيم التوصيلية الكهربائية بين اقل قيمة لها 1092.67 مايكروسمنز/سم في المحطة الاولى خلال نيسان 2011 واعلى قيمة لها 2011.33 مايكروسمنز/سم في المحطة الثانية خلال ايار 2011 جدول (3،2)، شكل (4).
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الهواء والمواد الصلبة الذائبة والعسرة والصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد ملحق (٦).

٣- العكورة:

سجلت نتائج الدراسة اقل قيمة للعكوره (NTU) 6.63 في المحطة الرابعة خلال آذار 2011 و اعلى قيمة (NTU) 53.83 في المحطة الثانية خلال أيلول 2011 جدول (3،5)، شكل (5).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الهواء والماء والمواد الصلبة العالقة ملحق (٦).

جدول (١) الخصائص الفيزيائية والكيميائية في جميع المحطات خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-
٢٠١١ السطر الاول: (المدى)، السطر الثاني: (المعدل \pm الانحراف المعياري)

المقاس	المحطات العامل	الاولى	الثانية	الثالثة	الرابعة
حرارة الهواء °م	41.17-13.67 9.95 \pm 26.93	37.17-10.17 10.16 \pm 23.61	38.33-11.17 10.01 \pm 24.78	39.33-11.33 10.21 \pm 26.04	
حرارة الماء °م	32.33-13.33 7.11 \pm 22.42	31.83-12.83 7.16 \pm 22.17	32-13 7.11 \pm 22.34	32.17-13.17 7.14 \pm 22.49	
التوصيلية الكهربائية μ s/cm	1423.67-1092.67 94.06 \pm 1264.44	2011.33-1326.67 218.89 \pm 1709.36	1424.67-1152.67 80.01 \pm 1290.36	1421.67-1151.67 77.31 \pm 1289.22	
العكورة NTU	45-7.4 13.4 \pm 20.76	53.83-8.93 13.43 \pm 28.35	38.53-7.4 12.17 \pm 20.42	44.33-6.63 13.4 \pm 20.9	
المواد الصلبة الذائبة mg/l	929.67-620 92.83 \pm 823.64	1423.33-733 190.99 \pm 1093.94	989-693.33 92.03 \pm 853.78	963.33-676 80.63 \pm 844.25	
المواد الصلبة العالقة mg/l	87.4-22.63 22.71 \pm 46.53	76.5-24.57 17.33 \pm 53.1	74.33-19.6 22.35 \pm 47.08	87.47-18.33 24.99 \pm 49.03	
الاس الهيدروجيني	8.27-7.07 0.35 \pm 7.73	7.97-6.97 0.25 \pm 7.57	8.23-7 0.33 \pm 7.73	8.3-6.9 0.42 \pm 7.64	
الاووكسجين المذاب mg/l	9.13-4.83 1.46 \pm 6.83	4.53-0.23 1.31 \pm 1.24	9-4.03 1.53 \pm 6.34	8.97-4.4 1.57 \pm 6.61	
المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين mg/l	1.8-0.3 0.47 \pm 1	68.6-16.1 14.69 \pm 37.38	3.8-1.1 0.69 \pm 2.13	4.8-0.7 1.13 \pm 1.65	
المتطلب الكيميائي للاوكسجين mg/l	40-10.67 8.81 \pm 18.67	80-40 12.94 \pm 62.45	56-13.33 13.28 \pm 35.22	64-13.33 14.07 \pm 26.67	
ثنائي اوكسيد الكاربون mg/l	44-22 7.66 \pm 27.44	100.47-27.13 23.92 \pm 65.16	66.73-18.33 13.97 \pm 37.58	67.47-19.07 12.97 \pm 34.41	
قاعدية كلية mg CaCO ₃ /l	210-110 28.21 \pm 156.67	306.67-213.33 28.27 \pm 248.33	230-150 22.85 \pm 181.94	210-153.33 18.94 \pm 173.61	
عسرة كلية mg CaCO ₃ /l	498-349.33 41.27 \pm 404.33	656.67-434.67 63.12 \pm 531.39	547.33-371.33 57.9 \pm 450.33	535.33-364.67 52.94 \pm 421.61	
عسرة كالسيوم mg CaCO ₃ /l	286.67-169.33 36.41 \pm 227.56	363.33-250.67 39.22 \pm 307.28	343.33-202.67 44.02 \pm 258.94	310-190.67 36.68 \pm 238.33	
مغنسيوم mg CaCO ₃ /l	61.1-18.47 10.7 \pm 43.2	88.97-26.7 15.11 \pm 54.43	66.93-30.3 11.4 \pm 46.51	68.03-13.3 12.8 \pm 44.51	
صوديوم mg/l	147.33-73.13 22.06 \pm 98.81	242.7-107.27 33.74 \pm 154.71	158.7-73.8 26.15 \pm 111.35	157.63-74.63 24.97 \pm 111.1	
بوتاسيوم mg/l	6.27-3 0.89 \pm 4.93	13.5-5.27 2.5 \pm 8.92	6.77-4.37 0.83 \pm 5.51	6.53-4.6 0.66 \pm 5.41	
كلوريد mg/l	61.06-43.2 5.13 \pm 50.98	122.11-54.34 18.21 \pm 89.83	84.1-43.78 9.96 \pm 59.67	78.14-44.35 9.04 \pm 58.09	
كبريتات mg/l	354.97-184.33 49.48 \pm 265.58	404.47-262.67 35.15 \pm 313.71	383.67-241.63 38.45 \pm 290.48	382.97-224.4 40.12 \pm 286.78	
امونيا μ g/l	213.67-25 65.21 \pm 105.49	11137.33-2020.33 3285.54 \pm 7247.07	931.87-50.67 272.59 \pm 351.14	1102.07-38.97 303.66 \pm 343.78	
نترت μ g/l	11.27-4 2.16 \pm 7.96	27.7-7.93 5.86 \pm 15.32	18.53-5.33 3.28 \pm 9.64	20.43-4.1 4.06 \pm 9.73	
نترات μ g/l	861.93-170.7 244.81 \pm 464.45	614.33-97.9 161.66 \pm 280.21	742.2-134.47 218.14 \pm 412.17	838.9-139.1 246.99 \pm 444.66	
فوسفات μ g/l	41.37-11.93 8.85 \pm 25.57	866.2-32.4 284.17 \pm 514.57	95.3-12.3 22.64 \pm 50.04	116.7-12.67 28.5 \pm 49.19	

جدول (٢) المعدلات الشهرية لقيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية في المحطة الاولى لمياه نهر الديوانية خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١

المقاس	الاشهر	العامل	كانون الاول ٢٠١٠	كانون الثاني ٢٠١١	شباط ٢٠١١	آذار ٢٠١١	نيسان ٢٠١١	أيار ٢٠١١	حزيران ٢٠١١	تموز ٢٠١١	أب ٢٠١١	ايلول ٢٠١١	تشرين الاول ٢٠١١	تشرين الثاني ٢٠١١
	حرارة الهواء °م		13.83	18.33	13.17	33.67	22.17	35.33	32.83	37.17	29.83	26.17	10.17	10.67
	حرارة الماء °م		13.17	15.33	17.17	22.33	23.83	29.17	29	31.83	30.17	26.17	15	12.83
	التوصيلية الكهربائية μs/cm		1467	1902.67	1466.67	1326.67	1722.33	2011.33	1765.33	1855.67	1805	1775	1488	1926.67
	العكورة NTU		14.23	17.67	17.13	8.93	28.77	39.77	40.1	35.5	34.5	53.83	16.63	33.13
	المواد الصلبة الذائبة mg/l		1057.33	1423.33	1023.33	889.67	1025.67	1295.67	1095.33	1176.33	1260	1204	943.67	733
	المواد الصلبة العالقة mg/l		30.23	32.5	46.47	24.57	50.27	56.77	72.2	62.4	62.3	76.5	50.2	72.73
	الاس الهيدروجيني		7.57	7.67	7.63	7.63	7.43	7.6	7.8	7.97	7.37	7.67	7.5	6.97
	الاوksجين الذائب mg/l		2.83	0.47	0.97	4.53	0.23	0.4	0.67	0.9	0.3	0.37	2.27	0.9
	المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين mg/l		16.1	22.4	32	28.8	68.6	41	39	25	42	51.33	31	51.33
	المتطلب الكيميائي للاوكسجين mg/l		64	56	80	72	72	66.67	72	40	48	72	42.67	64
	ثنائي اوكسيد الكربون mg/l		96.2	79.93	68.93	27.13	44	100.47	44	77	83.6	70.4	35.2	55
	قاعدية كلية mg CaCO ₃ /l		230	236.67	220	213.33	306.67	296.67	230	246.67	250	250	240	260
	عسرة كلية mg CaCO ₃ /l		450.67	530.67	546	434.67	454	590.67	537.33	548.67	577.33	522.67	656.67	527.33
	عسرة كالسيوم mg CaCO ₃ /l		340.67	309.33	298.67	254.67	332	250.67	354	363.33	342	288.67	290.67	262.67
	مغنسيوم mg CaCO ₃ /l		26.7	53.73	60.13	43.73	49.43	62.87	44.2	45.03	57.17	56.87	88.97	64.33
	صوديوم mg/l		143.47	167.87	124.13	107.27	156.63	148.1	133.5	155.73	180.17	154.43	142.5	242.7
	بوتاسيوم mg/l		5.27	10.7	7.13	6.23	9.47	9.6	8.67	8.23	11.53	10.8	5.93	13.5
	كلوريد mg/l		54.34	122.11	83.14	65.66	93.5	95.62	85.44	92.74	98.5	79.3	109.53	98.11
	كبريتات mg/l		305.07	305.97	298.87	302.17	262.67	344.63	334.93	404.47	307.37	307.67	288.2	302.5
	امونيا μg/l		2610.87	10974.53	5005.53	2020.33	8833.53	9033.4	6460.93	6880.57	10827.77	9394.6	3785.43	11137.33
	نترت μg/l		7.93	19.2	21.13	14.5	20	11.43	12.33	9.07	13.43	27.7	10	17.13
	نترات μg/l		394.27	305.5	406.7	614.33	186.27	168.57	161.07	102.93	97.9	143.37	353.1	428.53
	فوسفات μg/l		187.6	491.03	490.47	198.27	845.93	686.7	506.8	311.93	823.1	734.37	32.4	866.2

تشرين الثاني ٢٠١١	تشرين الاول ٢٠١١	ايلول ٢٠١١	آب ٢٠١١	تموز ٢٠١١	حزيران ٢٠١١	آيار ٢٠١١	نيسان ٢٠١١	آذار ٢٠١١	شباط ٢٠١١	كانون الثاني ٢٠١١	كانون الاول ٢٠١٠	المقاس الاشهر العامل
13.67	13.67	33.17	36.17	41.17	37.67	35.17	25.83	30.17	22.17	18.17	16.17	حرارة الهواء °م
13.33	15.33	26.33	30.33	32.33	29.67	28.83	24.33	21.83	17.67	15.33	13.67	حرارة الماء °م
1329	1289.33	1319	1339.67	1423.67	1312.67	1217.33	1092.67	1184	1270.33	1130.33	1265.33	التوصيلية الكهربائية µs/cm
9.17	15.33	27.77	33.33	45	40.37	27.7	12.93	7.4	10.53	9.9	9.7	العكورة NTU
620	831	921.33	929.67	921.33	844	799	686.67	831.67	842	791.67	865.33	المواد الصلبة الذائبة mg/l
29.3	39.43	52.37	72.1	87.4	79.23	46.23	25.73	27.43	52.27	22.63	24.23	المواد الصلبة العالقة mg/l
7.37	7.4	7.07	7.47	8.27	8.1	7.8	7.73	7.8	7.9	8.03	7.87	الاس الهيدروجيني

جدول (٣) المعدلات الشهرية لقيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية في المحطة الثانية لمياه نهر الديوانية خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١

9.13	8.5	6.33	5.3	4.83	5.53	5.1	6.53	7.07	7.43	7.83	8.43	الايوكسجين المذاب mg/l
0.9	1.8	1	0.3	1.1	0.5	0.3	0.8	1.5	1.1	1.2	1.5	المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين mg/l
13.33	16	13.33	10.67	10.67	13.33	18.67	24	40	29.33	13.33	21.33	المتطلب الكيميائي للاوكسجين mg/l
25.67	22	26.4	28.6	22	22	44	35.2	17.6	24.2	24.2	37.4	ثنائي اوكسيد الكربون mg/l
110	143.33	146.67	130	150	186.67	210	130	150	166.67	180	176.67	قاعدية كلية CaCO ₃ /l mg
372	498	440	433.33	362.67	404	406	349.33	386.67	430.67	373.33	396	عسرة كلية CaCO ₃ /l mg
169.33	246.67	233.33	267.33	286.67	244.67	259.33	178.67	202	209.33	196.67	236.67	عسرة كالسيوم CaCO ₃ /l mg
49.27	61.1	50.2	40.3	18.47	38.73	35.63	41.47	47.87	53.73	42.93	38.73	مغنسيوم CaCO ₃ /l mg
147.33	129.23	110.77	107.23	81.37	76.37	73.13	84.1	95.67	92.67	87.5	100.33	صوديوم mg/l
6.27	5.77	5.73	5.67	4.87	4.67	4.4	3	5.27	4.97	4.3	4.27	بوتاسيوم mg/l
61.06	46.66	51.26	55.87	51.65	48.77	43.2	48	52.61	53.76	54.72	44.16	كلوريد mg/l
263.87	275.8	298.4	299.43	354.97	315.07	230.17	184.33	250.23	283.23	235.63	195.87	كبريتات mg/l
186.3	42.4	120.1	60.5	25	32.03	148.27	143.9	39.17	213.67	97.27	157.27	امونيا µg/l
8.1	6.93	8	8.93	7.43	9.5	11.27	10.73	4	6.03	9.27	5.33	نترت µg/l
719.3	440.87	315.13	213.4	170.7	310.5	306.9	253.17	759.47	861.93	754.13	467.87	نترات µg/l
20.8	11.93	27.33	18.6	30.97	22.07	35	41.37	34	20.37	15.13	29.27	فوسفات µg/l

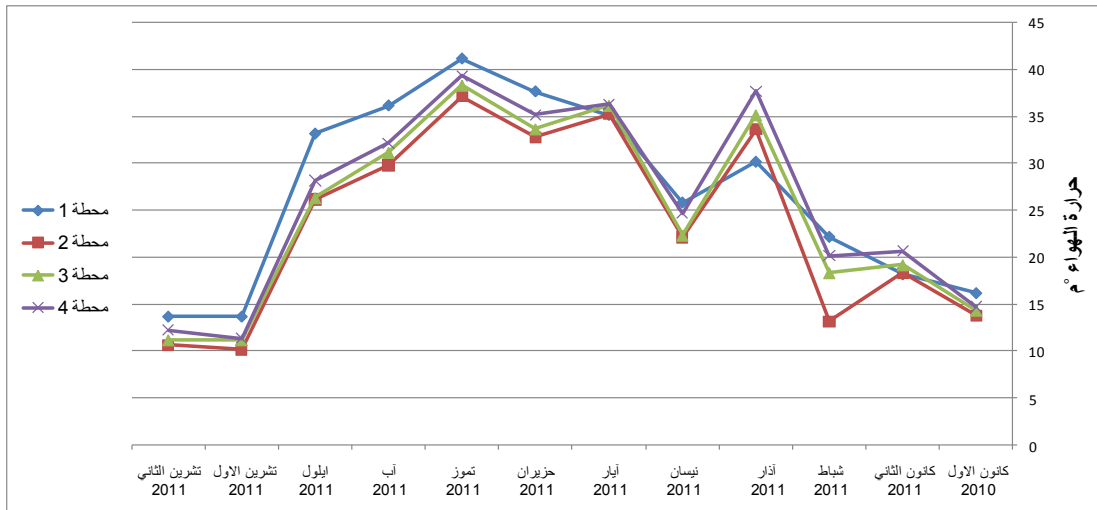
جدول (٤) المعدلات الشهرية لقيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية في المحطة الثالثة لمياه نهر الديوانية خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١

المقاس	الاشهر	العامل	كانون الاول ٢٠١٠	كانون الثاني ٢٠١١	شباط ٢٠١١	آذار ٢٠١١	نيسان ٢٠١١	أيار ٢٠١١	حزيران ٢٠١١	تموز ٢٠١١	أب ٢٠١١	ايلول ٢٠١١	تشرين الاول ٢٠١١	تشرين الثاني ٢٠١١
	حرارة الهواء °م		14.33	19.17	18.33	35.17	22.33	36.17	33.67	38.33	31.17	26.33	11.17	11.17
	حرارة الماء °م		13.33	15.67	17.33	22.67	24.17	29.17	29.17	32	30.17	26.17	15.17	13
	التوصيلية الكهربائية µs/cm		1267.33	1152.67	1275.67	1263.67	1180.33	1227	1351.33	1424.67	1360.33	1327	1287.33	1367
	العكورة NTU		11.33	10.43	9.43	7.4	12.2	28.77	37.53	38.53	32.13	32.03	14.2	11.03
	المواد الصلبة الذائبة mg/l		961.67	807	835	832.67	722	809	849.67	916.67	989	958	871.33	693.33
	المواد الصلبة العالقة mg/l		22.7	26.37	25.8	19.6	22.2	55.57	66.33	74.33	68.03	70.53	44.83	68.7
	الاس الهيدروجيني		7.73	8	7.87	7.83	7.6	7.77	8.23	8.13	7.6	7.57	7.47	7
	الايوكسجين المذاب mg/l		7.87	7.13	6.8	7	5.43	5.17	4.77	4.03	5	5.77	8.1	9
	المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين mg/l		2.4	2.9	1.6	2	3.8	1.9	1.1	1.7	1.9	1.9	2.1	2.3
	المتطلب الكيميائي للاوكسجين mg/l		53.33	32	48	56	26.67	32	32	13.33	49.33	24	29.33	26.67
	ثنائي اوكسيد الكربون mg/l		66.73	33.73	24.2	18.33	35.93	60.87	26.4	35.2	37.4	41.8	31.53	38.87
	قاعدية كلية CaCO ₃ /l mg		183.33	200	166.67	170	210	230	193.33	173.33	180	166.67	150	160
	عسرة كلية CaCO ₃ /l mg		416	383.33	490.67	414.67	371.33	394.67	441.33	477.33	536	487.33	547.33	444
	عسرة كالسيوم CaCO ₃ /l mg		287.33	202.67	252	230.67	203.33	270	236	343.33	322.67	265.33	272	222
	مغنسيوم CaCO ₃ /l mg		31.27	43.9	57.97	44.7	40.8	30.3	49.9	32.6	51.83	53.93	66.93	53.97

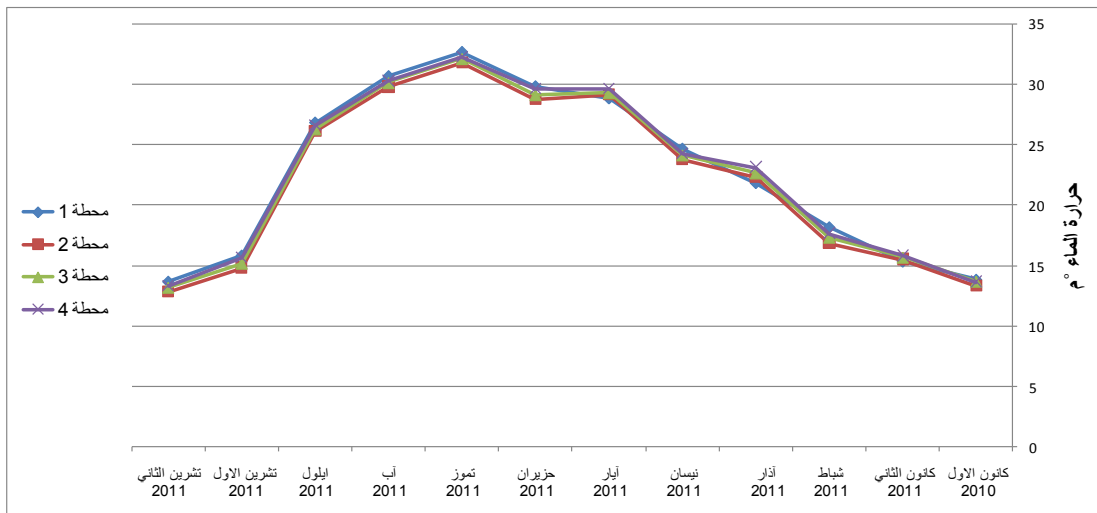
158.7	138.77	129.33	119.17	90.73	86.23	73.8	115.03	97.47	97.9	89.33	139.73	صوديوم mg/l
6.77	6.07	6.5	6.73	5	5.17	4.57	5.63	5.33	5.07	4.37	4.87	بوتاسيوم mg/l
64.51	59.9	61.63	84.1	59.33	52.81	43.78	58.37	57.02	66.82	58.37	49.34	كلوريد mg/l
271.53	283.73	306.33	272.07	383.67	316.83	314.47	242.23	267.53	287.37	241.63	298.37	كبريتات mg/l
714.6	89.27	442.73	350.37	95.8	402.83	151.2	931.87	50.67	304.2	527.8	152.33	امونيا µg/l
8.8	8.9	10	9.53	9.53	10.37	11.53	18.53	7.73	6.33	9.13	5.33	نترت µg/l
تشرين الثاني ٢٠١١	تشرين الاول ٢٠١١	ايلول ٢٠١١	أب ٢٠١١	تموز ٢٠١١	حزيران ٢٠١١	آيار ٢٠١١	نيسان ٢٠١١	آذار ٢٠١١	شباط ٢٠١١	كانون الثاني ٢٠١١	كانون الاول ٢٠١٠	الاشهر العامل
												المقاس

جدول (٥) المعدلات الشهرية لقيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية في المحطة الرابعة لمياه نهر الديوانية خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١

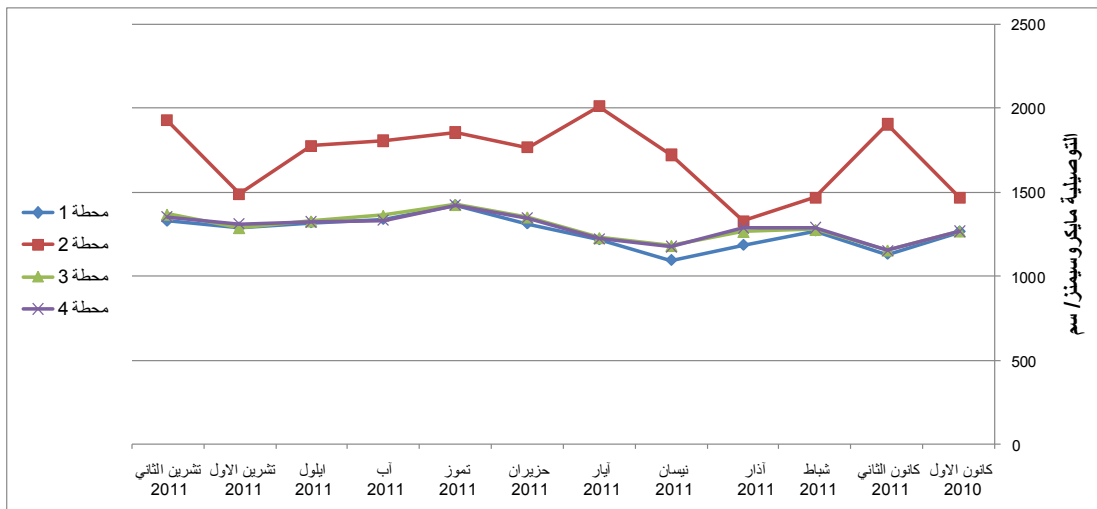
12.17	11.33	28.17	32.17	39.33	35.17	36.33	24.67	37.67	20.17	20.67	14.67	حرارة الهواء °م
13.17	15.17	26.33	30.33	32.17	29.5	29.33	24.33	22.83	17.33	15.67	13.67	حرارة الماء °م
1354	1310.67	1322.67	1332	1421.67	1345.33	1220.67	1174	1286	1286	1151.67	1266	التوصيلية الكهربائية µs/cm
10.37	16.37	33.03	32.4	44.33	38.03	28.63	11.1	6.63	8.83	10.03	11.03	العكورة NTU
676	842.67	931.67	963.33	918.67	852.67	813.67	735.33	839.33	856.67	813.67	887.33	المواد الصلبة الذائبة mg/l
70.57	49.23	70.27	74.57	87.47	69.3	51.23	21.53	18.33	27.47	26.17	22.17	المواد الصلبة العالقة mg/l
6.9	7.23	6.97	7.83	7.5	8.3	7.73	7.6	7.9	7.9	8	7.77	الاس الهيدروجيني
8.97	8.77	6.13	4.77	4.4	5	5.1	6.07	7.5	7.4	7.47	7.7	الاولكسجين المذاب mg/l
2.3	1.3	1.3	0.8	1.1	0.7	0.7	4.8	2.2	1.3	1.4	1.9	المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين mg/l
21.33	18.67	16	13.33	13.33	24	24	32	64	40	26.67	26.67	المتطلب الكيميائي للاوكسجين mg/l
29.33	28.6	33	31.53	41.8	25.67	47.67	36.67	19.07	26.4	25.67	67.47	ثنائي اوكسيد الكربون mg/l
153.33	153.33	163.33	153.33	170	186.67	210	203.33	170	163.33	183.33	173.33	قاعدية كلية mg CaCO ₃ /l
398	535.33	472.67	482.67	364.67	418	394	364.67	396	450	376	407.33	عسرة كلية mg CaCO ₃ /l
190.67	255.33	258	291.33	310	253.33	220.67	203.33	218	224	199.33	236	عسرة كالسيوم mg CaCO ₃ /l
50.4	68.03	52.13	46.5	13.3	39.7	42.13	39.2	43.27	54.9	42.93	41.63	مغنسيوم mg CaCO ₃ /l
157.63	139.57	121.9	114.73	82.77	85.27	74.63	121.17	98.4	100.8	102.63	133.7	صوديوم mg/l
6.53	5.9	6.07	6.07	4.97	5	4.6	5.93	5.27	5.1	4.67	4.77	بوتاسيوم mg/l
62.78	59.14	59.9	67.58	51.07	53.38	44.35	58.56	55.3	78.14	59.33	47.55	كلوريد mg/l
270.83	281.8	303.03	304.73	382.97	316.27	278.1	224.4	255.33	285.97	245.2	292.7	كبريتات mg/l
597.83	84.27	423	342.17	55.5	405.47	169.87	1102.07	38.97	233.9	534.7	137.57	امونيا µg/l
9.53	7.5	9.4	9.73	10.23	10.23	12.6	20.43	6.63	6.3	10.13	4.1	نترت µg/l
690.93	417.1	294.4	191.1	139.1	257.63	268.9	248.13	770.3	838.9	676.57	542.87	نترات µg/l
59.3	12.67	55.6	32.87	45.43	54.33	85	116.7	41.67	25.4	31.33	30	فوسفات µg/l



شكل (٢) التغيرات الشهرية في درجة حرارة الهواء في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٣) التغيرات الشهرية في درجة حرارة الماء في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٤) التغيرات الشهرية في التوصيلية الكهربائية في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

٤- المواد الصلبة الذائبة:

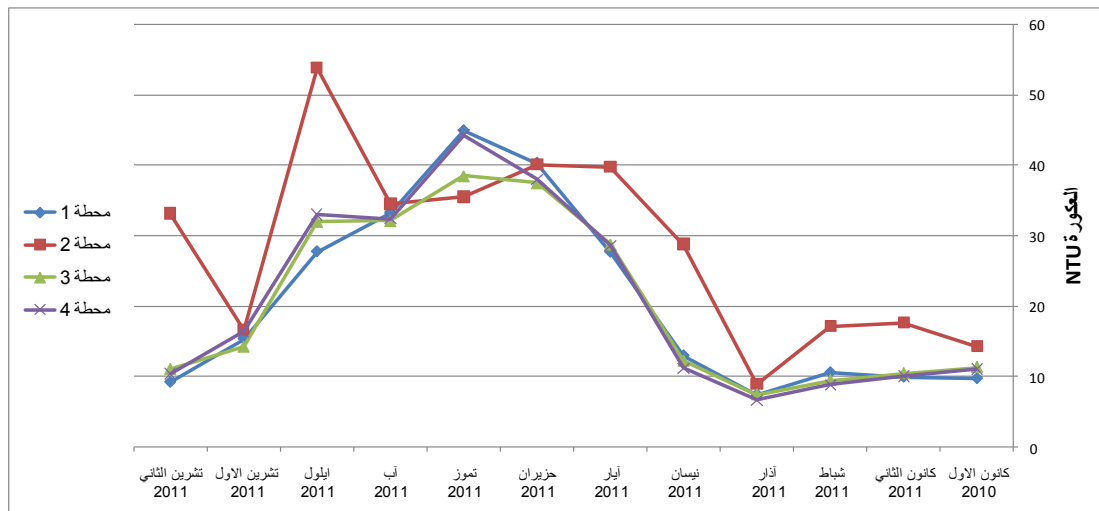
تراوحت قيم المواد الصلبة الذائبة بين اقل قيمة 620 ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال تشرين الثاني 2011 واعلى قيمة لها 1423.33 ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال كانون الثاني 2011 جدول (2،3)، شكل (6).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع درجة الحرارة والتوصيلية الكهربائية والعسرة ملحق (٦).

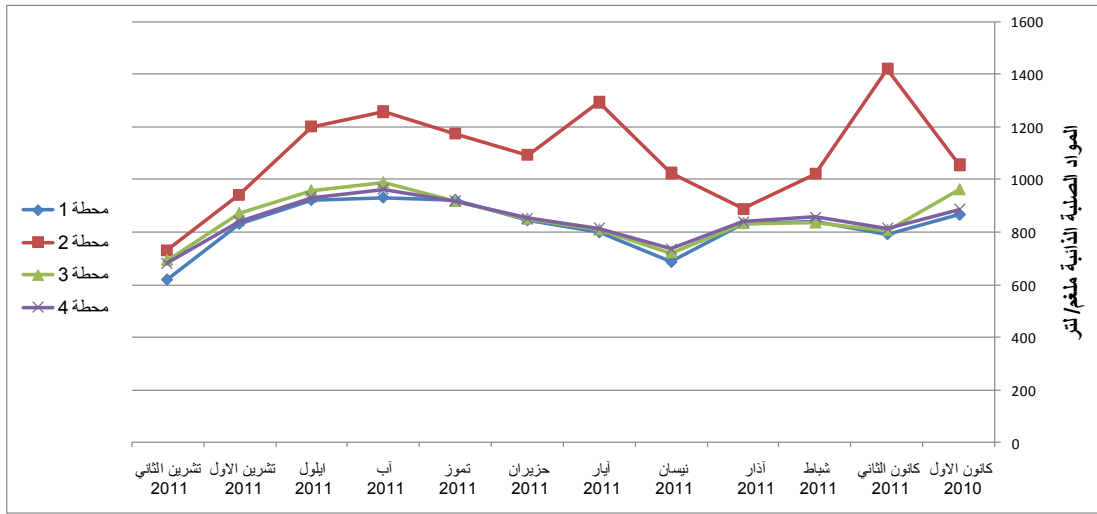
٥- المواد الصلبة العالقة:

بينت نتائج الدراسة ان قيمة المواد الصلبة العالقة تراوحت بين اوطأ قيمة 18.33 ملغرام/لتر في المحطة الرابعة خلال آذار 2011 واعلى قيمة 87.47 ملغرام/لتر في نفس المحطة خلال تموز 2011 جدول (5)، شكل (7).

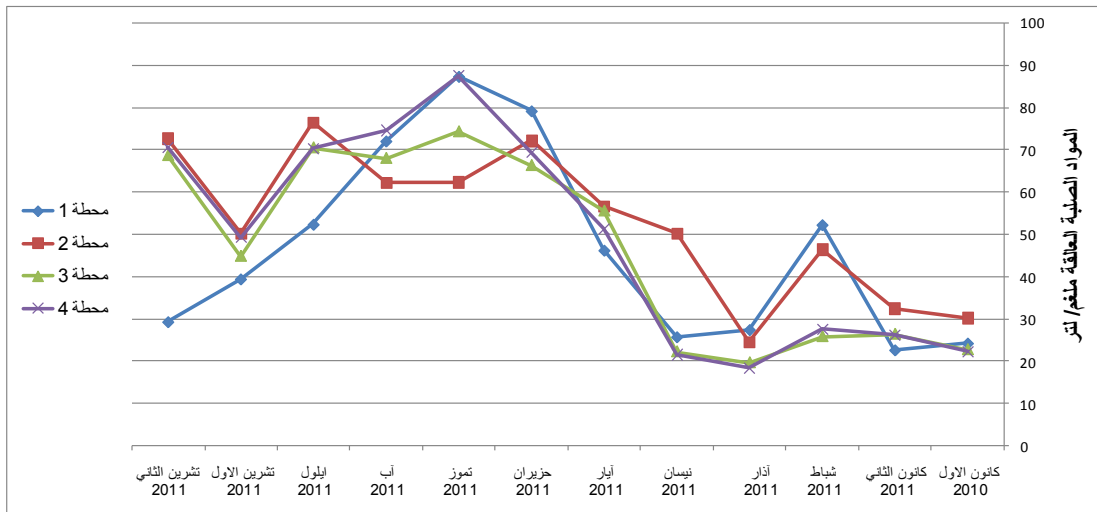
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع درجة الحرارة والعكورة ملحق (٦).



شكل (٥) التغيرات الشهرية في قيم عكورة الماء في المحطات الاربعه خلال مدة الدراسة



شكل (٦) التغيرات الشهرية في قيم المواد الصلبة الذائبة في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٧) التغيرات الشهرية في قيم المواد الصلبة العالقة في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

٣-٢- الفحوصات الكيميائية:

1- الأس الهيدروجيني:

تراوحت قيم الأس الهيدروجيني خلال مدة الدراسة بين اقل قيمة 6.9 في المحطة الرابعة خلال تشرين الثاني 2011 واعلى قيمة 8.3 في نفس المحطة خلال حزيران 2011 جدول (2،5)، شكل (8).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين محطات الدراسة فيما عدا المحطة الثانية التي اظهرت انخفاضاً في قيم الاس الهيدروجيني كما بينت النتائج وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) في قيم الاس الهيدروجيني بين الاشهر خلال مدة الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الهواء والماء ملحق (٦).

٢- الأوكسجين المذاب:

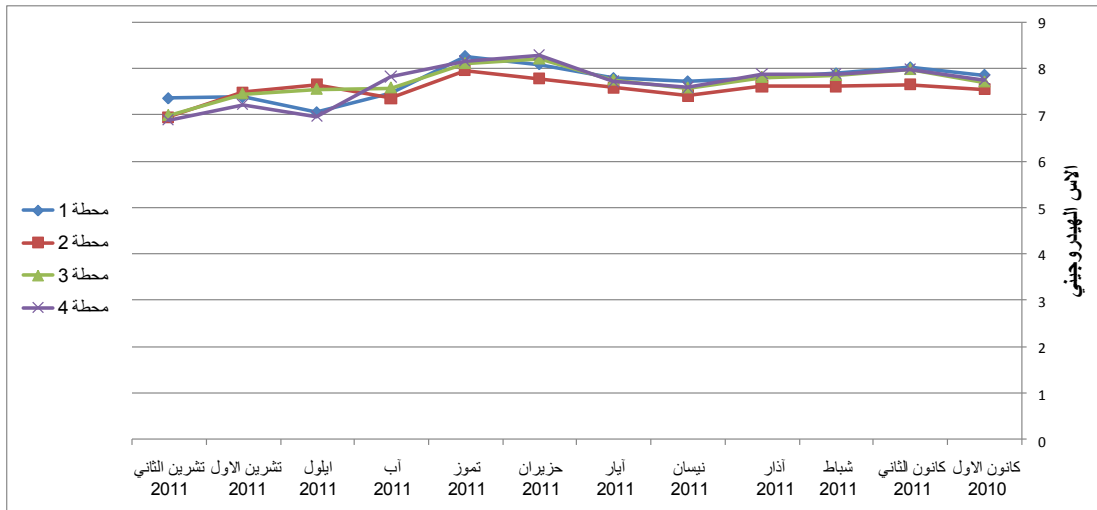
بينت نتائج الدراسة ان قيم الأوكسجين المذاب تراوحت بين اقل قيمة له 0.23 ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال نيسان 2011 واعلى قيمة له 9.13 ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال تشرين الثاني 2011 جدول (2،3)، شكل (9).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية سلبية مع حرارة الهواء والماء والمواد الصلبة الذائبة والمتطلب البايوكيميائي للأوكسجين والامونيا والنترت والعدد الكلي للبكتريا ملحق (٦،٨).

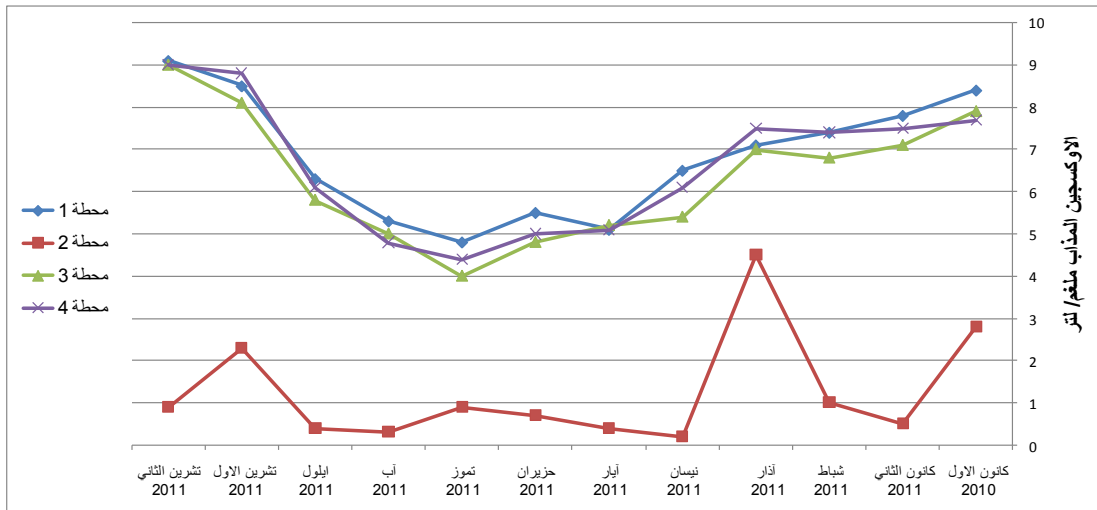
٣- المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين:

بينت نتائج الدراسة ان اقل قيمة للمتطلب البايوكيميائي للأوكسجين كانت 0.3 ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال أيار و آب 2011 اما اعلى قيمة 68.6 ملغرام/لتر فقد سجلت في المحطة الثانية خلال نيسان 2011 جدول (2،3)، شكل (10).

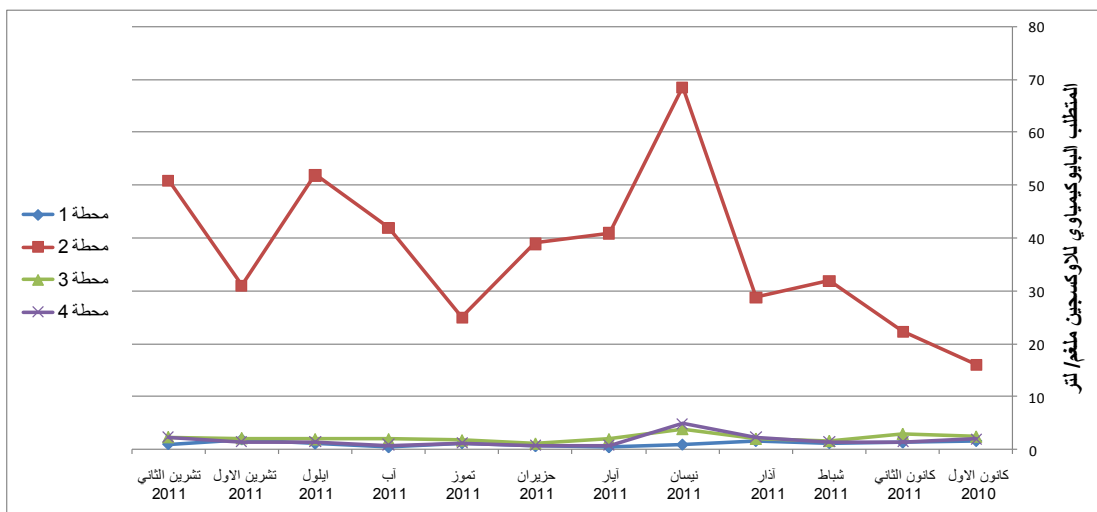
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع درجة حرارة الماء والمتطلب الكيميائي للأوكسجين والامونيا والنترت والفسفات والعدد الكلي للبكتريا ملحق (٦،٨).



شكل (٨) التغيرات الشهرية في قيم الاس الهيدروجيني في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٩) التغيرات الشهرية في تركيز الاوكسجين المذاب في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (١٠) التغيرات الشهرية في قيم المتطلب البيوكيميائي للاوكسجين في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

٤- المتطلب الكيميائي للأوكسجين:

سجلت اقل قيمة للمتطلب الكيميائي للأوكسجين 10.67 ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال تموز و آب 2011 في حين سجلت أعلى قيمة 80 ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال شباط 2011 جدول (2،3)، شكل (11).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع المواد الصلبة الذائبة والمتطلب البايوكيميائي للأوكسجين وعكسية مع حرارة الماء ملحق (٦).

٥- ثنائي اوكسيد الكربون:

تراوحت قيم ثنائي اوكسيد الكربون بين اقل قيمة 17.6 ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال آذار 2011 واعلى قيمة 100.47 ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال أيار 2011 جدول (2،3)، شكل (12).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين والقاعدية الكلية وعكسية مع الاوكسجين المذاب والاس الهيدروجيني ملحق (٦).

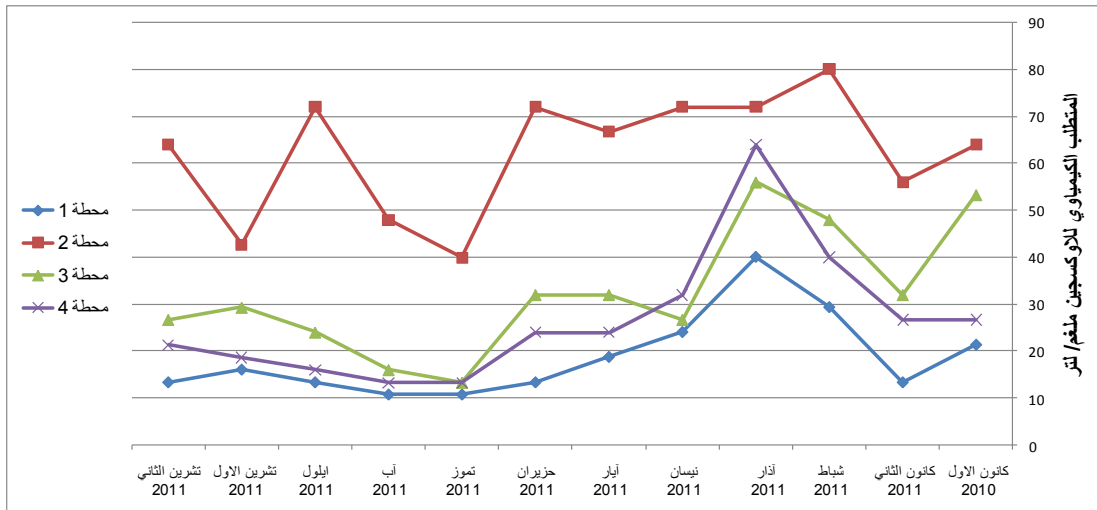
٦- القاعدية الكلية:

بينت نتائج الدراسة ان قيم القاعدية الكلية تراوحت بين اقل قيمة 110 ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الاولى خلال تشرين الثاني 2011 واعلى قيمة 306.67 ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الثانية خلال نيسان 2011 جدول (2،3)، شكل (13).

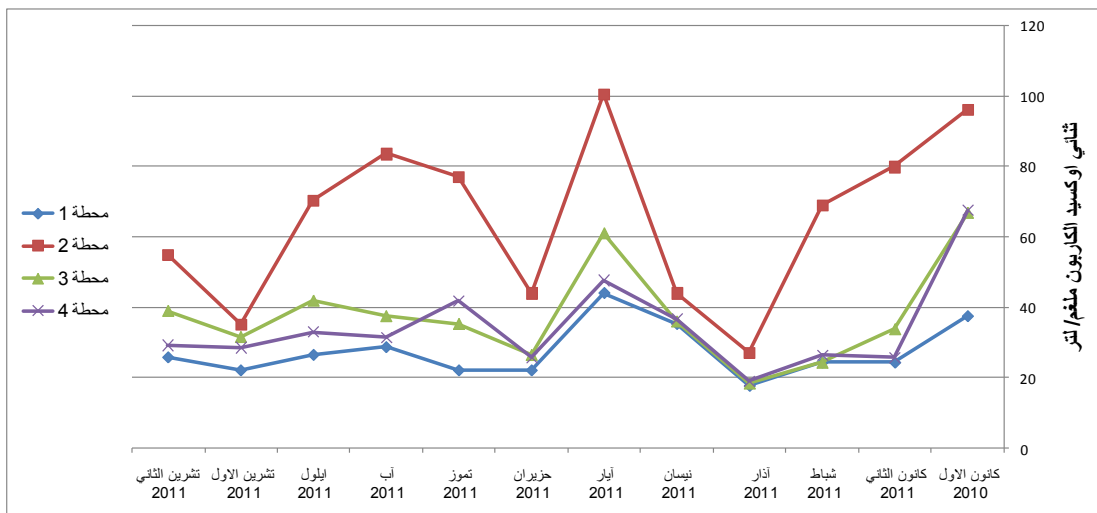
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون والفوسفات وعكسية مع الاوكسجين المذاب ملحق (٦).

٧- العسرة الكلية:

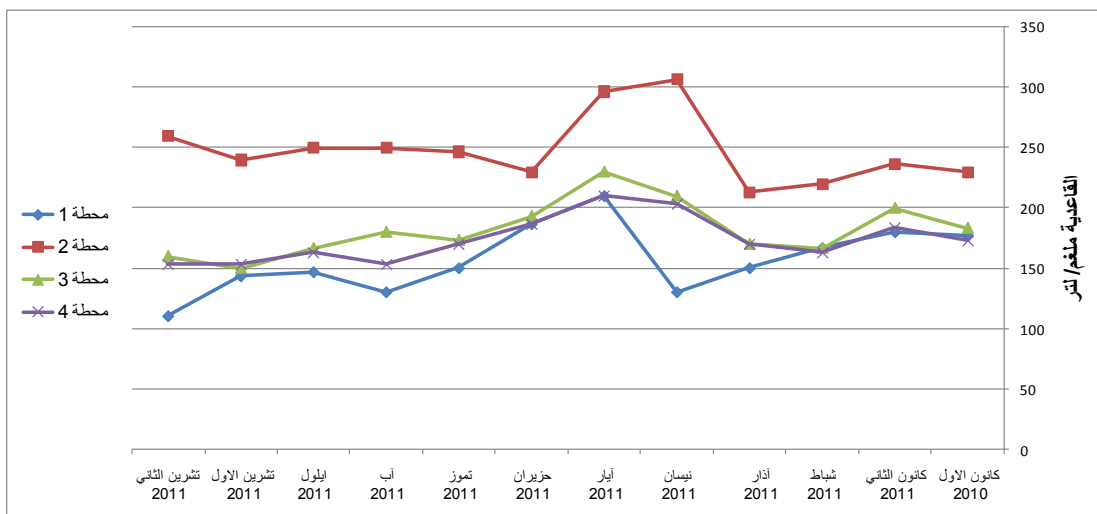
بينت نتائج الدراسة ان اقل قيمة للعسرة 349.33 ملغرام CaCO_3 /لتر قد سجلت في المحطة الاولى خلال نيسان 2011 واعلى قيمة 656.67 ملغرام CaCO_3 /لتر سجلت في المحطة الثانية خلال تشرين الأول 2011 جدول (2،3)، شكل (14).



شكل (١١) التغيرات الشهرية في قيم المتطلب الكيميائي للاوكسجين في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (١٢) التغيرات الشهرية في قيم ثنائي اوكسيد الكربون في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (١٣) التغيرات الشهرية في قيم القاعدية الكلية في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع التوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والكالسيوم والمغنسيوم والكلوريد والكبريتات ملحق (٦).

٨- عسرة الكالسيوم:

بينت نتائج الدراسة ان عسرة الكالسيوم تراوحت بين اقل قيمة 169.33 ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الاولى خلال تشرين الثاني 2011 واعلى قيمة لها 363.33 ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الثانية خلال تموز 2011 جدول (3،2)، شكل (15).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء وثنائي اوكسيد الكربون والقاعدية والعسرة الكلية والكبريتات وعكسية مع المغنسيوم ملحق (٦).

٩- المغنسيوم:

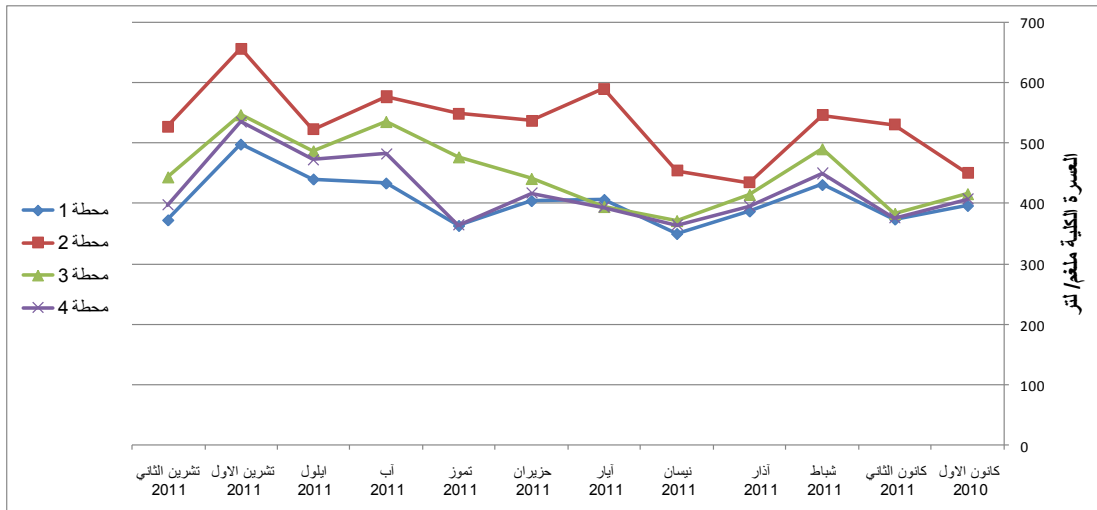
تراوحت قيم المغنسيوم بين اوطأ قيمة له 13.3 ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الرابعة خلال تموز 2011 واعلى قيمة 88.97 ملغرام CaCO_3 /لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الأول 2011 جدول (5،2)، شكل (16).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع العسرة الكلية وعكسية مع حرارة الماء والكالسيوم والكبريتات ملحق (٦).

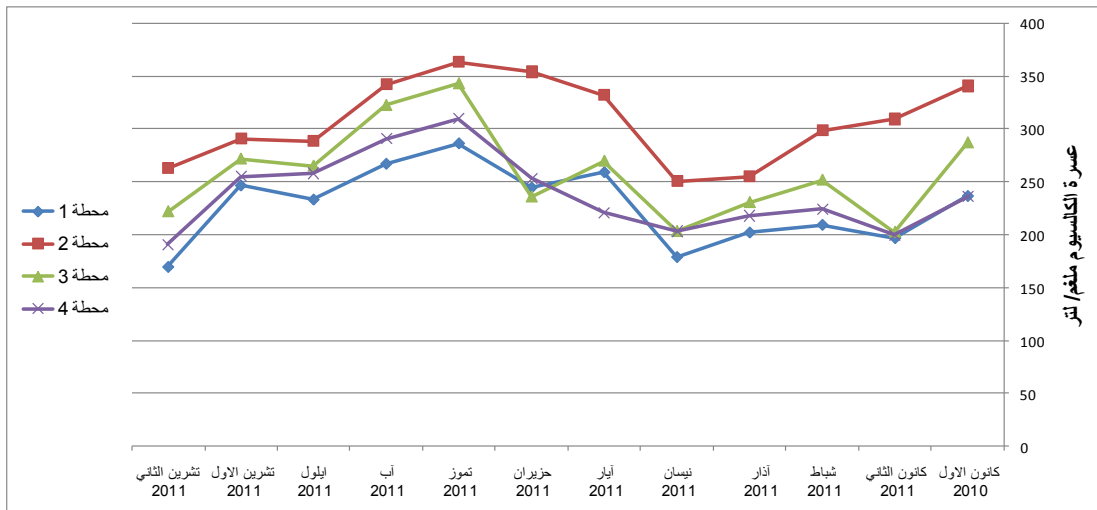
١٠- الصوديوم:

سجلت نتائج الدراسة اوطأ قيمة للصوديوم 73.13 ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال ايار 2011 في حين كانت أعلى قيمة 242.7 ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 جدول (3،2)، شكل (17).

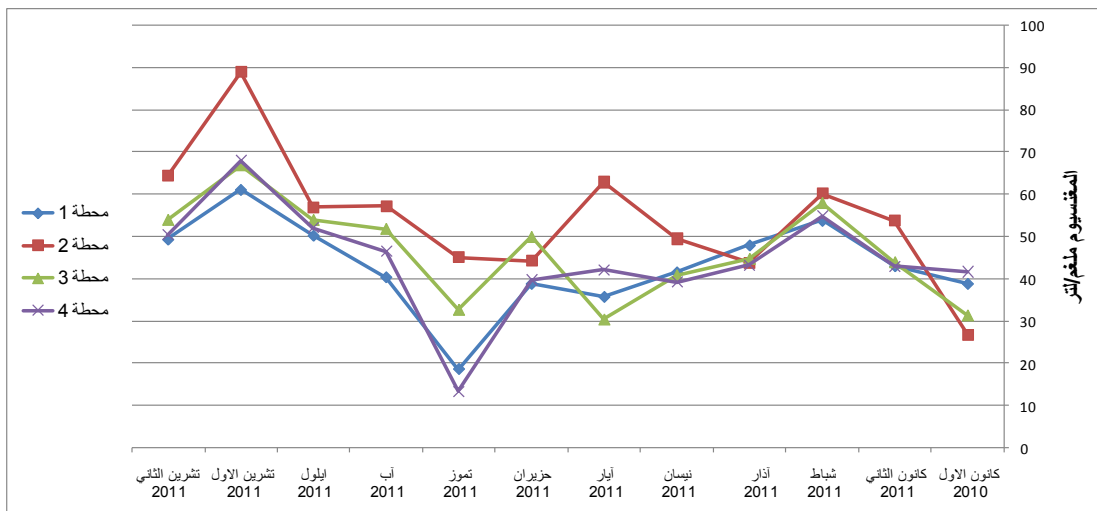
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع التوصيلية الكهربائية والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والعسرة والبوتاسيوم والكلوريد وعكسية مع درجة الحرارة والاس الهيدروجيني ملحق (٦).



شكل (١٤) التغيرات الشهرية في قيم العسرة الكلية في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (١٥) التغيرات الشهرية في قيم عسرة الكالسيوم في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (١٦) التغيرات الشهرية في قيم المغنسيوم في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

١١ - البوتاسيوم:

بينت النتائج ان تركيز البوتاسيوم قد تراوح بين اقل قيمة 3 ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال نيسان 2011 واعلى قيمة 13.5 ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 جدول (3،2)، شكل (18).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع التوصيلية الكهربائية والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والصوديوم والكلوريد وعكسية مع الاس الهيدروجيني والاكسجين المذاب ملحق (٦).

١٢ - الكلوريد:

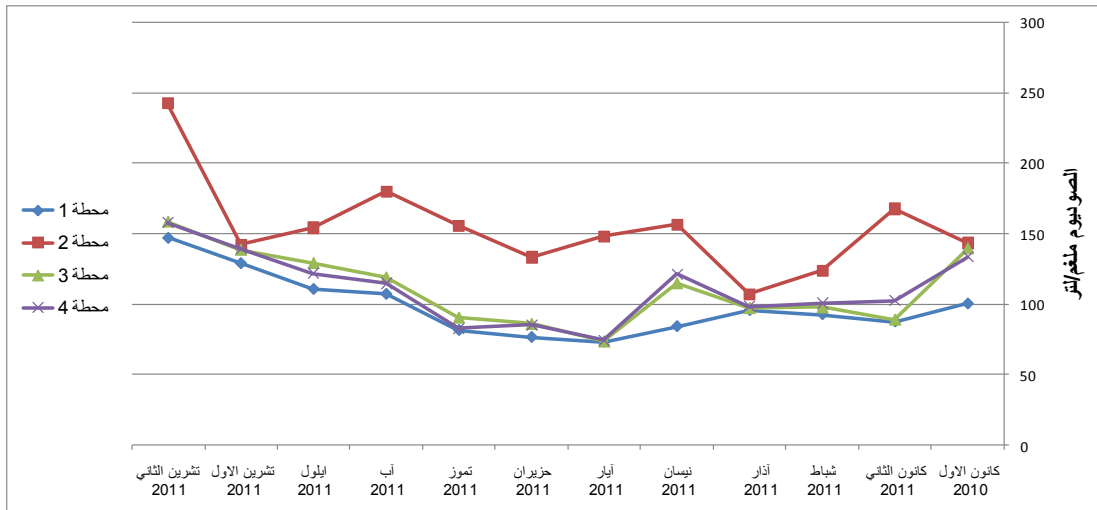
تراوحت قيم الكلوريد بين اقل قيمة 43.2 ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال ايار 2011 واعلى قيمة 122.11 ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال كانون الثاني 2011 جدول (3،2)، شكل (19).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع التوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والعسرة والصوديوم والبوتاسيوم وعكسية مع حرارة الماء والاس الهيدروجيني ملحق (٦).

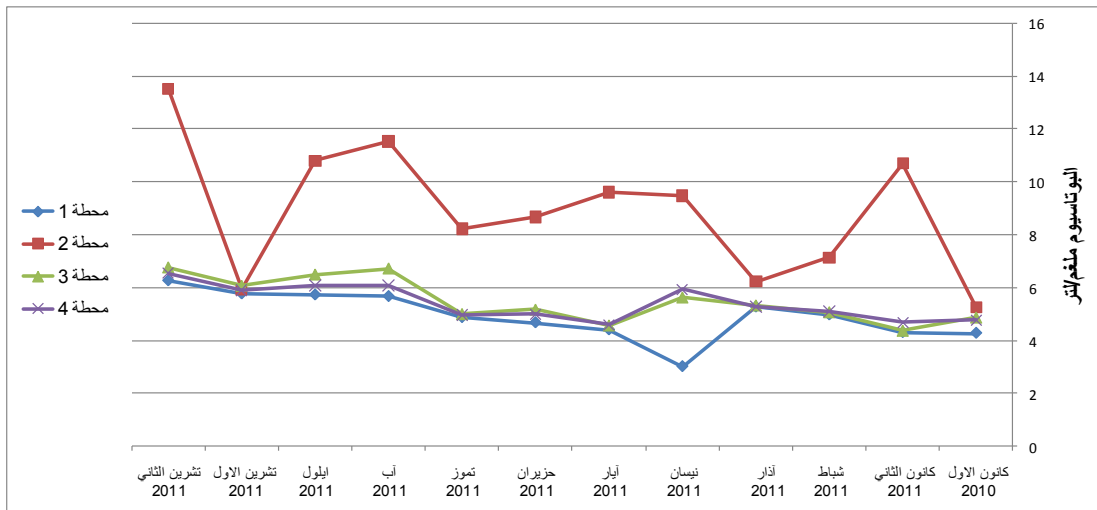
١٣ - الكبريتات:

أظهرت نتائج الدراسة ان قيم الكبريتات قد تراوحت بين 184.33 ملغرام/لتر في المحطة الاولى خلال نيسان 2011 و 404.47 ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال تموز 2011 جدول (3،2)، شكل (20).

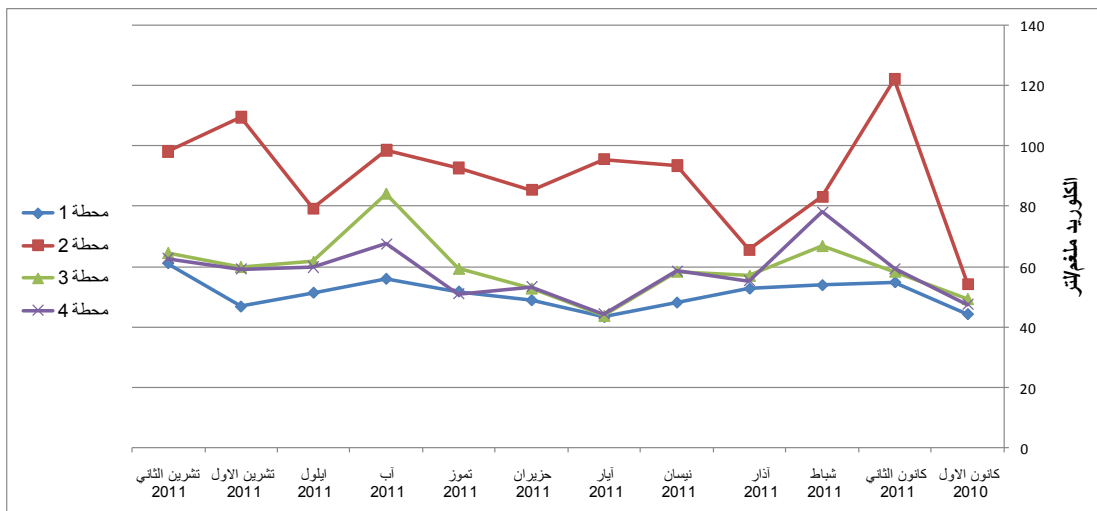
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والتوصيلية الكهربائية والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والعسرة الكلية وعسرة الكالسيوم وعكسية مع الاوكسجين المذاب والمغنسيوم ملحق (٦).



شكل (١٧) التغيرات الشهرية في قيم الصوديوم في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (١٨) التغيرات الشهرية في قيم البوتاسيوم في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (١٩) التغيرات الشهرية في قيم الكلوريد في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

١٤ - الامونيا:

بينت النتائج ان اقل قيمة للامونيا كانت 25 مايكروغرام/لتر في المحطة الاولى خلال تموز 2011 واعلى قيمة 11137.33 مايكروغرام/لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 جدول (3،2)، شكل (21).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والقاعدية والكلوريد والنترت والعدد الكلي للبكتريا وعكسية مع الاس الهيدروجيني والاكسجين المذاب والنترات ملحق (٦،٨).

١٥ - النترت:

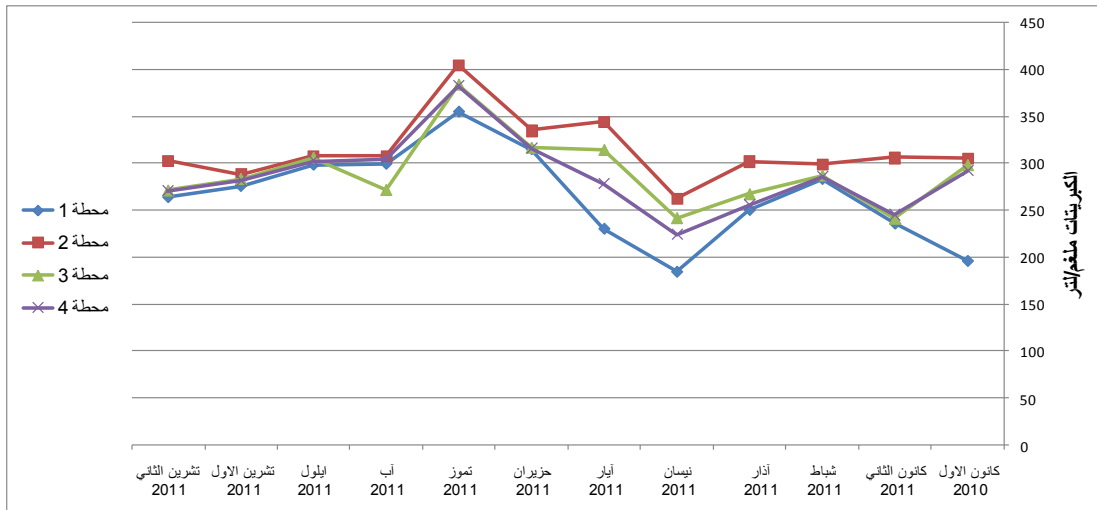
بينت النتائج ان اقل قيمة للنترت 4 مايكروغرام/لتر سجلت في المحطة الاولى خلال آذار 2011 واعلى قيمة 27.7 مايكروغرام/لتر سجلت في المحطة الثانية خلال أيلول 2011 جدول (3،2)، شكل (22).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والقاعدية والامونيا والعدد الكلي للبكتريا وعكسية مع الاس الهيدروجيني والاكسجين المذاب والنترات ملحق (٦،٨).

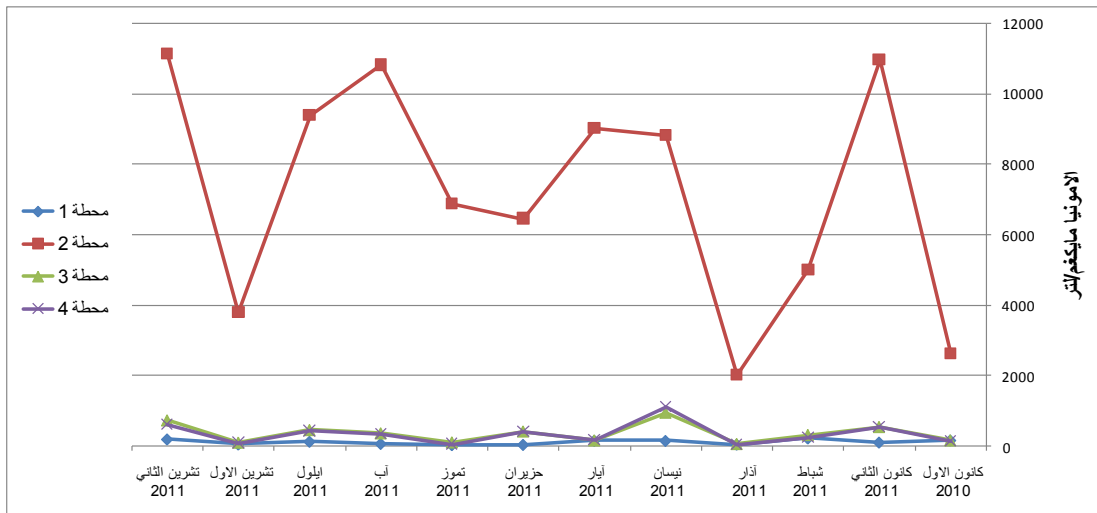
١٦ - النترات:

بينت النتائج ان اقل قيمة للنترات 97.9 مايكروغرام/لتر كانت في المحطة الثانية خلال آب 2011 في حين ان اعلى قيمة 861.93 مايكروغرام/لتر قد سجلت في المحطة الاولى خلال شباط 2011 جدول (3،2)، شكل (23).

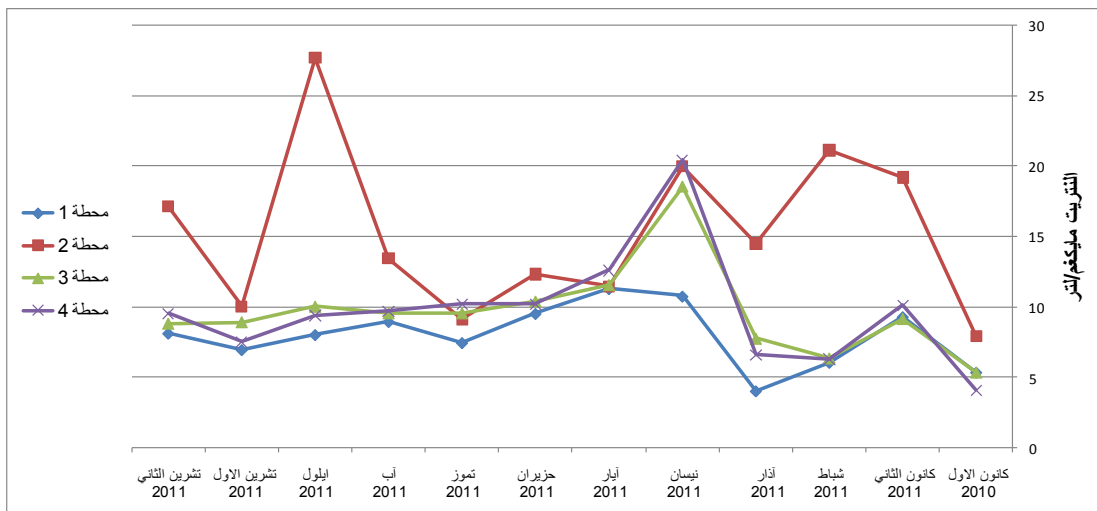
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع الاوكسجين المذاب وعكسية مع حرارة الماء والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون والقاعدية والامونيا والنترت ملحق (٦).



شكل (٢٠) التغيرات الشهرية في قيم الكبريتات في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٢١) التغيرات الشهرية في قيم الامونيا في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

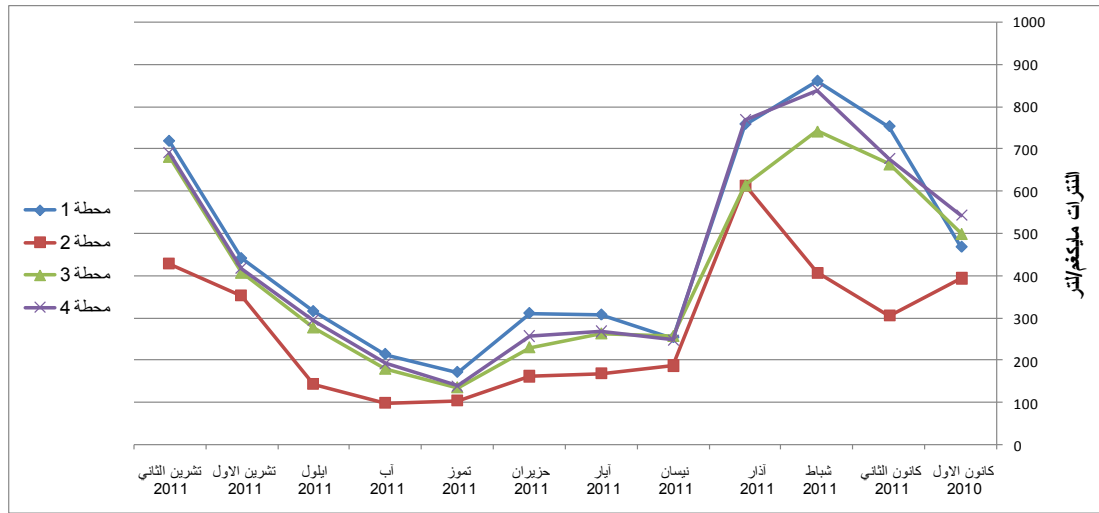


شكل (٢٢) التغيرات الشهرية في قيم النتريت في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

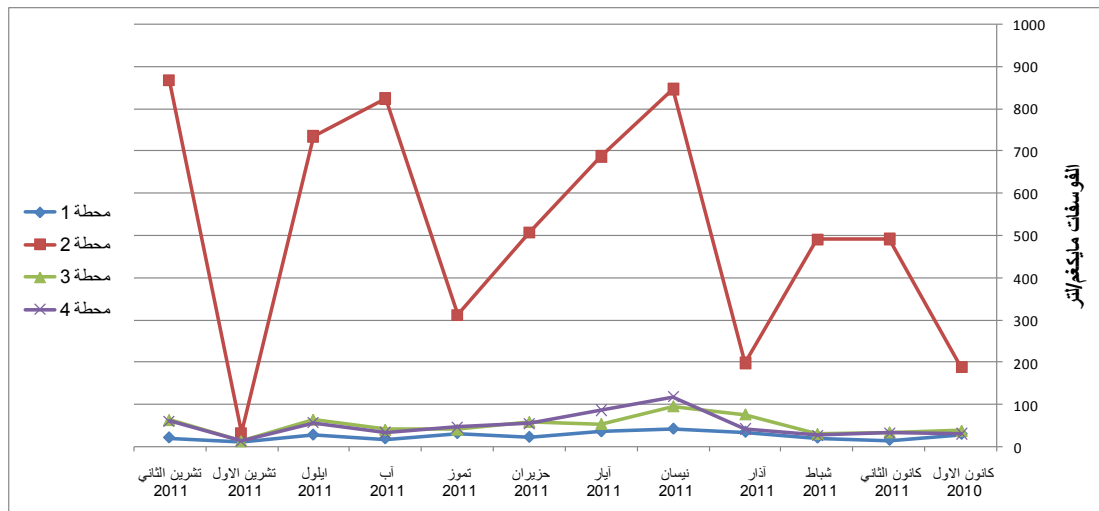
١٧ - الفوسفات:

بينت النتائج ان اقل قيمة للفوسفات 11.93 مايكروغرام/لتر كانت في المحطة الاولى خلال تشرين الاول 2011 اما اعلى قيمة لها 866.2 مايكروغرام/لتر فكانت في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 جدول (2،3)، شكل (24).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والصدويوم والبتوتاسيوم والعدد الكلي للبكتريا وعكسية مع الاس الهيدروجيني والاكسجين المذاب ملحق (٦،٨).



شكل (٢٣) التغيرات الشهرية في قيم النترات في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

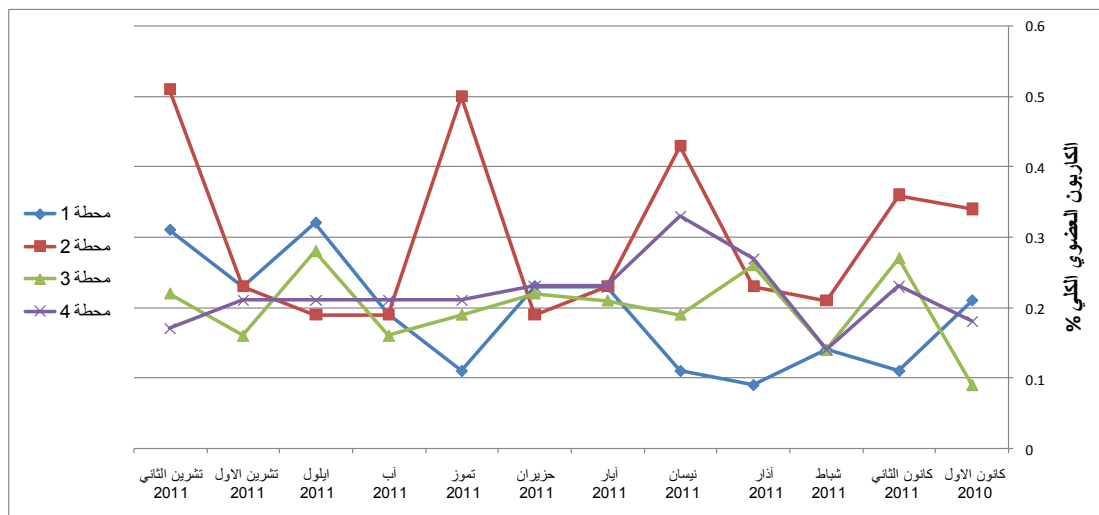


شكل (٢٤) التغيرات الشهرية في قيم الفوسفات في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

٣-٣- النسبة المئوية للكربون العضوي الكلي في الرواسب:

بينت نتائج الدراسة ان النسبة المئوية للكربون العضوي الكلي في الرواسب قد تراوحت بين اقل قيمة لها 0.09 % في المحطة الاولى خلال آذار ٢٠١١ والمحطة الثالثة خلال كانون الاول ٢٠١٠ واعلى قيمة 0.51 % في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني ٢٠١١ جدول (٦)، شكل (٢٥).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والقاعدية والكروم المتبادل والمتبقي والكادميوم المتبادل والرصاص المتبادل والنحاس المتبادل وعكسية مع حرارة الماء والاس الهيدروجيني والاكسجين المذاب ملحق (٦،٧).



شكل (٢٥) التغيرات الشهرية في قيم النسبة المئوية للكربون العضوي الكلي في الرواسب في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

٣-٤- التحليل الحجمي لحبيبات الرواسب:

بينت النتائج ان نسجة الرواسب كانت رملية في جميع محطات الدراسة اذ كانت النسبة المئوية للرمل (89.92 ، 90.22 ، 90.48 ، 90.7%) والغرين (2.34 ، 2.66 ، 2.9 ، 3.18%) والطين (6.9 ، 6.88 ، 6.86 ، 6.96%) في المحطة الاولى والثانية والثالثة والرابعة على التوالي جدول (٧)، شكل (٢٦).

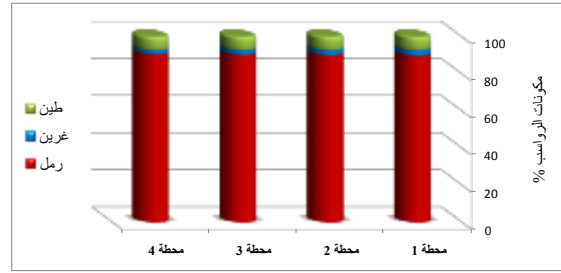
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين محطات الدراسة في النسبة المئوية لمكونات الرواسب.

جدول (٦) المعدلات الشهرية لقيم الكربون العضوي الكلي في جميع المحطات خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١

المحطة	كانون الاول ٢٠١٠	كانون الثاني ٢٠١١	شباط ٢٠١١	آذار ٢٠١١	نيسان ٢٠١١	أيار ٢٠١١	حزيران ٢٠١١	تموز ٢٠١١	آب ٢٠١١	ايلول ٢٠١١	تشرين الاول ٢٠١١	تشرين الثاني ٢٠١١
الاولى	0.21	0.11	0.14	0.09	0.11	0.23	0.23	0.11	0.19	0.32	0.23	0.31
الثانية	0.34	0.36	0.21	0.23	0.43	0.23	0.19	0.5	0.19	0.19	0.23	0.51
الثالثة	0.09	0.27	0.14	0.26	0.19	0.21	0.22	0.19	0.16	0.28	0.16	0.22
الرابعة	0.18	0.23	0.14	0.27	0.33	0.23	0.23	0.21	0.21	0.21	0.21	0.17

جدول (٧) النسبة المئوية لمكونات الرواسب في محطات الدراسة

نسجة الرواسب	نسبة الرمل %	نسبة الغرين %	نسبة الطين %	المحطة
رملية	89.92	3.18	6.9	الاولى
رملية	90.22	2.9	6.88	الثانية
رملية	90.48	2.66	6.86	الثالثة
رملية	90.7	2.34	6.96	الرابعة



شكل (٢٦) النسبة المئوية لمكونات الرواسب في محطات الدراسة الاربعة

٣-٥- العناصر الثقيلة:

3-5-1- العناصر الثقيلة في الماء:

1- الكروم Cr:

اظهرت نتائج الدراسة ان تركيز عنصر الكروم الذائب في المياه قد تراوح بين اقل قيمة له 1.52 مايكروغرام/لتر في المحطة الرابعة خلال كانون الثاني 2011 و اعلى قيمة 18.54

العنصر	المحطات	الاولى	الثانية	الثالثة	الرابعة
--------	---------	--------	---------	---------	---------

مايكروغرام/لتر في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 جدول (9)، شكل (27).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والتوصيلية الكهربائية والعسرة والكروم الدقائق والكروم المتبادل والكاميوم الذائب والرصاص الذائب وعكسية مع الاس الهيدروجيني ملحق (٧،٩).

اما في الحالة الدقائقية فقد كان اقل تركيز لعنصر الكروم 88.88 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال شباط 2011 اما اعلى تركيز له 444.59 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً فقد سجل في المحطة الثانية خلال تشرين الأول 2011 جدول (9)، شكل (28).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع الكروم الذائب والمتبادل والكاميوم الذائب والدقائق والرصاص الدقائق وعكسية مع حرارة الماء والاس الهيدروجيني ملحق (٧،٩).

٢- الكاديوم Cd:

بينت النتائج ان تركيز عنصر الكاديوم الذائب في المياه تراوح بين قيمة غير محسوسة (ND) في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 وكانون الثاني ونيسان 2011 والمحطة الثانية والثالثة خلال كانون الأول 2010 ونيسان 2011 والمحطة الرابعة خلال كانون الأول 2010 وشباط ونيسان 2011 اما اعلى قيمة له (0.61) مايكروغرام/لتر فقد سجلت في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 جدول (10)، شكل (29).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع التوصيلية الكهربائية والكروم الذائب والرصاص الذائب وعكسية مع الاس الهيدروجيني والكاميوم الدقائق ملحق (٧،٩).

جدول (٨) العناصر الثقيلة في جميع المحطات خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١ السطر

الاول: (المدى)، السطر الثاني: (المعدل \pm الانحراف المعياري)

18.34-1.52 5.88±10.45	17.96-2.07 5.79±10.37	18.54-2.43 5.56±10.3	17.15-1.66 5.59±9.02	ذائب	ماء	Cr الكروم	
334.72-130.43 49.65±201.94	281.43-125.42 38.31±195.52	444.59-114.65 77.44±224.44	367.82-88.88 68.36±201.53	دقائقي			
17.36-8.73 2.44±14.27	18.63-9.48 2.75±14.2	20.63-11.87 2.13±16.16	15.42-6.15 3.47±12.44	متبادل	رواسب		
123.56-87.85 8.8±103.67	118.25-95.74 7.54±104.79	129.66-97.39 8.91±107.36	112.25-80.05 8.47±98.62	متبقي			
29.67-3.54 9.2±14.86	27.76-4.7 8.42±14.74	30.05-3.54 8.9±16.33	25.44-2.13 8.71±13.1	قصب			
30.17-17.25 3.92±23.48	29.78-17.81 3.83±23.41	28.42-18.32 3.88±23.54	28.34-16.35 4.16±21.96	فوق			
0.52-ND 0.18±0.19	0.52-ND 0.16±0.17	0.61-ND 0.18±0.16	0.49-ND 0.16±0.15	ذائب	ماء		
15.41-5.42 3.18±10.91	14.05-8.22 2.05±11.16	19.12-9.61 2.55±12.01	15.33-7.35 2.7±9.85	دقائقي			
0.59-0.33 0.06±0.47	0.55-0.35 0.06±0.46	0.84-0.37 0.11±0.54	0.53-0.36 0.05±0.45	متبادل	رواسب		
0.97-0.37 0.17±0.7	0.97-0.38 0.15±0.67	0.86-0.52 0.13±0.65	0.81-0.34 0.15±0.58	متبقي			
4.11-0.49 0.94±1.7	4.71-0.45 1.16±1.9	4.71-0.45 1.23±2.21	4.46-0.36 1.22±176	قصب			
7.71-0.86 2.02±4.44	8.99-0.64 2.59±4.01	8.59-0.86 2.74±4.06	8.56-.34 2.63±3.79	فوق			
4.74-3.45 0.41±4.03	4.54-2.91 0.44±3.95	5.07-3.66 0.34±4.25	4.84-3.34 0.43±3.89	ذائب	ماء	Pb الرصاص	
149.54-73.85 22.54±118.01	143.09-94.01 14.85±122.42	194.18-100.42 23.82±134.41	158.82-82.71 22.27±107.42	دقائقي			
13.56-10.17 0.96±12.03	14.07-10.74 0.87±11.99	15.22-11.67 1.08±13.28	12.15-8.94 1.11±10.98	متبادل	رواسب		
17.97-13.36 1.4±14.73	17.77-13.36 1.42±15.07	17.95-13.29 1.37±14.9	17.93-9.67 2.11±14.75	متبقي			
35.85-13.42 6.73±23.81	34.5-13.89 6.55±23.71	37.45-14.33 7.21±24.99	33.88-11.73 7.0±22.07	قصب			
22.94-17.36 1.93±21.4	25.05-18.17 1.69±21.59	26.82-18.61 2.15±21.67	23.8-14.34 2.6±19.76	فوق			
1.59-1.02 0.19±1.27	1.49-0.9 0.15±1.16	1.61-0.91 0.27±1.17	1.53-1.05 0.13±1.23	ذائب	ماء		Cu النحاس
83.14-19.09 16.33±52.18	85.76-34.25 12.37±54.05	101.26-53.14 15.81±75.67	62.36-31.44 7.87±52.56	دقائقي			
11.31-6.53 1.38±8.26	12.15-6.27 1.6±8.04	13.35-6.82 1.7±10.36	10.32-4.81 1.34±8.26	متبادل	رواسب		
16.57-12.49 1.08±13.9	17.88-12.32 1.45±13.89	16.74-12.87 1.1±14.37	15.71-8.29 1.74±13.31	متبقي			
10.03-0.82 3.02±5.61	9.29-0.98 2.55±5.5	16.34-2.1 3.86±6.61	6.81-1.23 2.17±4.49	قصب			
200.27-95.65 31.71±149.68	195.34-135.87 17.76±160.79	190.88-91.56 29.16±120.01	238.79-152.33 25.01±203.84	فوق			

جدول (٩) معدل تركيز عنصر الكروم Cr الذائب (مايكروغرام/لتر) والدقائق في الماء والمتبادل والمتبقي في الرواسب وفي القصب *P. australis* والقوقع *V. bengalensis* (مايكروغرام/غرام وزناً جافاً) في جميع المحطات خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١

العنصر	الاشهر		كانون الاول	كانون الثاني	شباط ٢٠١١	آذار ٢٠١١	نيسان ٢٠١١	أيار ٢٠١١	حزيران ٢٠١١	تموز ٢٠١١	أب ٢٠١١	ايلول ٢٠١١	تشرين الاول	تشرين الثاني
	٢٠١٠	٢٠١١												
محطة ١	ماء	ذائب	1.75	1.66	3.8	3.71	4.23	9.67	9.67	11.23	13.28	16.46	17.15	15.65
		دقائق	164.13	160.63	88.88	175.34	191.97	270.76	177.15	154.18	205.3	266.35	367.82	195.8
	رواسب	متبادل	6.15	6.24	7.24	15.1	13.47	13.5	15.21	13.5	14.45	14.45	14.53	14.52
		متبقي	97.6	94.01	90.45	92.61	101.05	102.1	100.04	101.81	99.62	112.25	80.05	111.83
	قصب	فوق	3.15	2.13	9.89	15.57	19.8	21.2	25.44	24.73	21.03	6.36	4.24	3.66
محطة ٢	ماء	ذائب	2.43	2.93	3.42	5.32	7.78	9.68	12.1	14.41	14.56	16.08	16.32	18.54
		دقائق	173.26	197.29	114.65	177.64	204.57	244.22	173.46	223.77	220.39	257.73	444.59	261.74
	رواسب	متبادل	11.87	13.99	14.1	16.12	15.56	15.55	17.69	17.55	16.76	17.5	16.56	20.63
		متبقي	99.89	109.45	97.39	99.29	99.55	104.43	104.43	119.64	108.45	107.95	107.03	129.66
	قصب	فوق	5.36	3.54	19.84	22.62	21.92	20.51	25.47	30.05	24.05	7.09	8.5	6.98
محطة ٣	ماء	ذائب	2.07	2.65	4.17	4.78	7.41	10.21	11.66	13.17	15.25	17.26	17.88	17.96
		دقائق	176.59	165.08	161.69	212.86	125.42	224.28	197.57	191.27	192.61	182.44	281.43	235.03
	رواسب	متبادل	9.85	9.48	10.61	13.73	14.71	13.63	16.41	16.58	15.6	15.53	15.68	18.63
		متبقي	111.38	99.3	95.74	96.64	97.46	111.33	104.05	118.25	105.28	98.34	105.28	116.63
	قصب	فوق	4.7	6.23	14.86	19.82	17	20.51	26.15	27.76	22.75	7.07	4.77	5.24
محطة ٤	ماء	ذائب	1.93	1.52	6.42	4.52	7.12	10.56	11.15	12.81	15.91	16.92	18.34	18.24
		دقائق	210.7	173.83	158.81	217.6	177.25	250.29	199.75	172.7	130.43	202.69	334.72	194.48
	رواسب	متبادل	8.73	10.85	11.85	15.09	14.27	14.74	15.3	16.15	16.23	14.32	16.3	17.36
		متبقي	101.74	97.41	87.85	94.86	104.41	100.14	104.37	111.39	102.65	113.03	102.68	123.56
	قصب	فوق	4.24	6.99	18.06	16.27	18.37	21.91	28.28	29.67	21.23	4.95	3.54	4.82
			17.25	17.26	20.75	21.92	20.94	24.78	23.04	24.06	26.27	28.16	30.17	27.18

جدول (١٠) معدل تركيز عنصر الكاديوم Cd الذائب (مايكروغرام/لتر) والدقائق في الماء والمتبادل والمتبقي في الرواسب وفي القصب *P. australis* والقوقع *V. bengalensis* (مايكروغرام/غرام وزناً جافاً) في جميع المحطات خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١

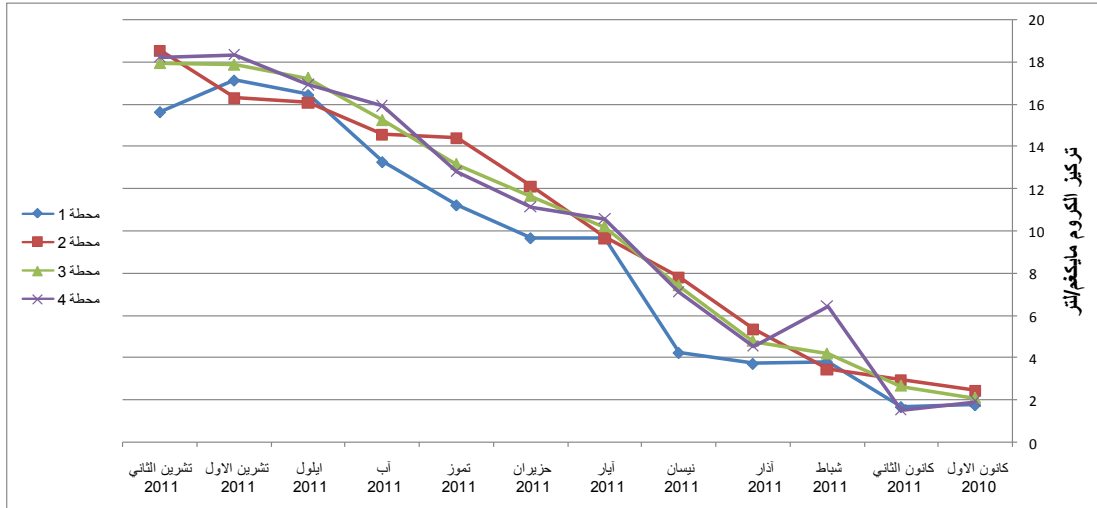
٢٠١١	٢٠١١									٢٠١١	٢٠١٠			
0.13	0.49	0.41	0.2	0.31	0.04	0.05	ND	0.02	0.12	ND	ND	ذائب	ماء	محطة ١
8.65	15.33	11.24	8.28	7.57	7.65	14.84	7.35	8.25	8.03	11.91	9.07	دقائق		
تشرين الثاني ٢٠١١	تشرين الاول ٢٠١١	ايلول ٢٠١١	آب ٢٠١١	تموز ٢٠١١	حزيران ٢٠١١	آيار ٢٠١١	نيسان ٢٠١١	آذار ٢٠١١	شباط ٢٠١١	كانون الثاني ٢٠١١	كانون الاول ٢٠١٠	الاشهر العنصر		
4.23	4.43	3.83	3.30	3.22	4.42	3	3.43	2.77	1.3	3.88	3.34	ذائب	ماء	محطة ١
4.35	4.88	3.86	4.31	3.87	4.94	3.76	3.33	3.34	3.45	3.87	3.37	دقائق		
96.01	158.82	105.41	89.06	94.55	184.32	146.71	101.33	94.06	82.71	120.33	94.7	متبادل	رواسب	محطة ١
11.85	8.96	10.97	10.33	10.22	11.05	12.93	8.94	10.32	11.08	10.94	10.65	متبقي		
14.53	9.47	17.37	17.48	16.38	15.23	14.74	14.35	13.47	14.38	13.59	13.09	متبقي		
0.86	0.73	0.86	0.79	0.74	0.57	0.59	0.53	0.52	0.53	0.56	0.53	قصب	قوقع	محطة ٢
1.88	1.83	4.83	1.94	3.75	3.38	1.88	3.14	1.12	0.73	1.22	0.85			
7.85	8.59	7.92	3.21	5.35	5.35	3.21	1.5	1.28	0.86	2.36	1.25	قوقع		
0.1	0.33	0.52	0.33	0.29	0.24	0.09	ND	0.04	0.02	0.07	ND	ذائب	ماء	محطة ٢
8.84	11.74	8.67	8.22	8.43	10.25	12.95	13.22	12.55	14.05	12.79	12.17	دقائق		
0.51	0.35	0.42	0.39	0.39	0.55	0.47	0.51	0.44	0.48	0.51	0.46	متبادل	رواسب	محطة ٢
0.77	0.97	0.7	0.76	0.7	0.74	0.68	0.66	0.55	0.48	0.38	0.59	متبقي		
1.65	2.66	4.71	3	2.18	2.66	0.87	1.69	1.09	0.45	1.08	0.74	قصب	قوقع	محطة ٢
4.96	8.99	8.13	5.57	4.71	4.28	3	3.85	1.93	0.86	1.16	0.64			
0.52	0.43	0.33	0.31	0.36	0.14	0.05	ND	0.04	ND	0.06	ND	ذائب	ماء	محطة ٣
7.32	12.72	8.19	5.42	7.52	8.91	11.07	14.27	12.46	15.41	13.07	14.55	دقائق		
0.59	0.42	0.47	0.43	0.46	0.53	0.42	0.47	0.45	0.54	0.5	0.33	متبادل	رواسب	محطة ٣
0.91	0.97	0.79	0.74	0.71	0.8	0.77	0.72	0.65	0.51	0.37	0.48	متبقي		
1.43	2.3	4.11	2.4	1.45	2.42	1.69	1.24	1.07	0.49	1.14	0.7	قصب	قوقع	محطة ٣
5.82	7.71	5.99	7.71	4.07	4.71	3.85	4.27	3.77	2.28	2.21	0.86			

جدول (١١) معدل تركيز عنصر الرصاص Pb الذائب (مايكروغرام/لتر) والدقائق في الماء والمتبادل والمتبقي في الرواسب وفي القصب P. *australis* والقوقع *V. bengalensis* (مايكروغرام/غرام وزناً جافاً) في جميع المحطات خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١

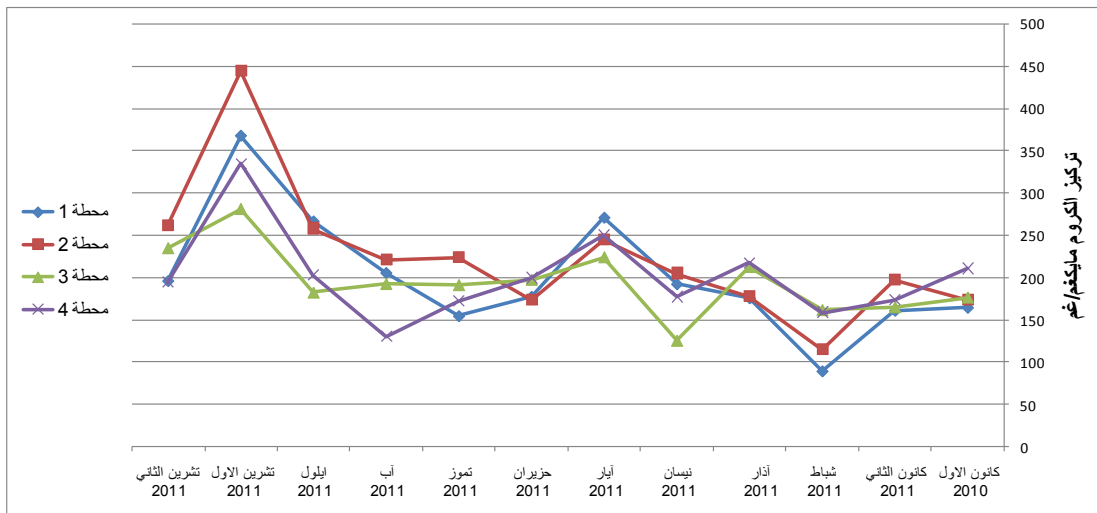
معدن	معدن											
	قصب	قصب	قصب	قصب	قصب	قصب	قصب	قصب	قصب	قصب	قصب	قصب
معدن	32.51	33.88	28.12	27.93	25.15	20.75	19.18	18.71	15.79	17.34	13.77	11.73
	19.23	21.81	18.17	19.04	19.46	22.52	19.04	20.81	22.51	23.8	16.44	14.34
معدن	4.42	4	4.11	4.63	4.08	4.21	4.08	4.36	4.1	3.66	4.32	5.07
	126.07	104.18	117.37	122.74	125.66	121.45	128.02	162.16	122.42	118.47	152.04	100.42
معدن	تشرين الثاني ٢٠١١	تشرين الاول ٢٠١١	ايلول ٢٠١١	آب ٢٠١١	تموز ٢٠١١	حزيران ٢٠١١	آيار ٢٠١١	نيسان ٢٠١١	آذار ٢٠١١	شباط ٢٠١١	كانون الثاني ٢٠١١	كانون الاول ٢٠١٠
	22.28	22.51	22.22	22.53	20.55	26.52	23.17	24.02	18.086	19.32	24.323	18.071
معدن	59.17	57.53	50.83	52.45	49.85	50.83	59.17	62.36	46.36	51.48	50.12	48.82
	8.17	10.32	8.64	8.97	8.88	8.27	7.43	8.35	8.11	8.18	7.04	7.87
معدن	115.03	112.08	94.01	107.83	105.14	119.65	136.51	143.09	129.13	123.57	129.86	138.01
	12.34	11.62	11.91	10.63	10.74	11.92	11.62	11.23	12.39	13.06	11.67	11.89
معدن	14.75	13.2	13.31	13.97	17.73	14.52	18.89	19.81	14.28	14.04	14.27	13.86
	183.69	226.5	185.8	205.15	224.24	229.27	192.86	170.61	222.37	238.79	205.12	152.33
معدن	24.22	19.93	24.66	24.24	22.53	22.94	22.53	26.76	25.05	18.47	20.04	22.52
	101.26	60.81	90.17	74.45	57.15	73.08	75.84	98.73	61.85	61.88	93.25	53.14
معدن	4.33	4.46	4.19	4.45	4.31	4.74	3.63	4.69	3.77	3.66	3.45	3.45
	9.02	8.46	11.63	13.35	11.63	9.58	11.53	11.85	10.38	10.27	9.78	6.82
معدن	95.44	135.39	101.04	133.85	88.77	112.8	132.34	139.76	138.11	123.46	125.1	149.54
	12.87	12.15	10.97	11.33	11.08	10.19	11.98	12.24	13.05	13.58	13.64	11.44
معدن	15.92	14.28	13.36	17.97	16.13	16.15	14.28	13.82	13.59	13.36	14.05	13.82
	33.24	35.85	29.9	28.91	26.92	22.74	21.12	19.54	18.23	18.58	17.24	13.42
معدن	19.95	21.23	20.34	20.77	24.66	22.53	22.54	22.51	22.94	22.94	17.36	19.04

جدول (١٢) معدل تركيز عنصر النحاس Cu الذائب (مايكروغرام/لتر) والدقائق في الماء والمتبادل والمتبقي في الرواسب وفي القصب *P. australis* والقوقع *V. bengalensis* (مايكروغرام/غرام وزناً جافاً) في جميع المحطات خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١

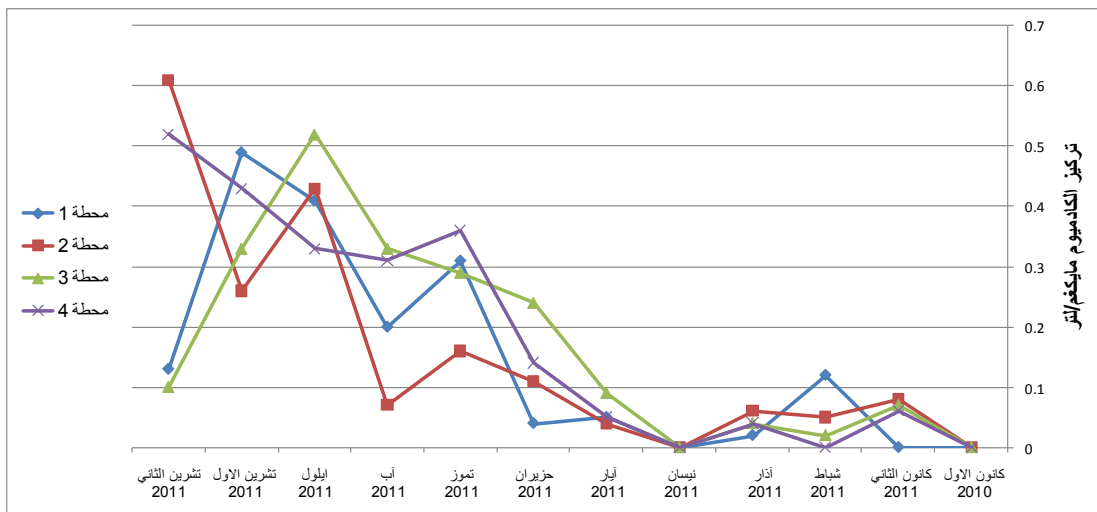
2.27	3.45	2.1	6.45	5.27	7.91	8.44	16.34	8.77	9.81	5.18	3.27	قصب	
107.53	115.78	94.91	94.78	92.75	91.56	100.27	150.05	120.5	145.51	190.88	135.62	قوقع	
1.28	1.21	1.18	1.12	1.04	1.49	0.99	1.15	1	1.18	1.26	0.9	ذائب	محطة ٣
34.25	45.96	52.47	51.52	54.01	57.64	55.13	85.76	50.24	46.71	46.07	68.82	دقائقي	
7.92	6.65	6.77	6.45	8.72	8.12	6.27	8.49	7.78	9.82	12.15	7.28	متبادل	رواسب
14.08	12.32	12.32	14.57	13.31	13.81	13.36	13.15	12.68	14.41	17.88	14.79	متبقي	
1.85	2.31	0.98	5.22	4.36	5.45	7.97	9.29	7.39	7.63	7.35	6.25	قصب	
164.57	166.26	170.66	155.16	172.56	140.54	183.26	135.87	146.33	161.2	195.34	137.67	قوقع	
1.37	1.31	1.18	1.23	1.1	1.59	1.58	1.32	1.02	1.05	1.42	1.08	ذائب	محطة ٤
19.09	50.31	52.32	36.57	51.33	55.53	57.04	83.14	48.04	47.57	45.14	80.05	دقائقي	
7.17	6.95	6.75	8.16	8.49	8.33	7.78	8.15	9.24	10.25	11.31	6.53	متبادل	رواسب
14.43	12.49	12.82	14	13.34	14.02	13.47	12.72	13.44	14.83	16.57	14.63	متبقي	
1.19	0.98	0.82	6.72	4.35	6.54	6.54	7.64	8.43	8.61	10.03	5.45	قصب	
193.15	137.59	150.49	178.36	179.18	107.53	95.65	120.09	144.71	136.62	200.27	152.56	قوقع	



شكل (٢٧) التغيرات الشهرية في قيم الكروم الذائب في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٢٨) التغيرات الشهرية في قيم الكروم الذائب في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٢٩) التغيرات الشهرية في قيم الكادميوم الذائب في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

في حين تراوح تركيز عنصر الكاديوم في الحالة الدقائقية في المياه بين 5.42 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال آب 2011 و 19.12 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تشرين الأول 2011 جدول (10)، شكل (30).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع المتطلب الكيماوي للاوكسجين والقاعدية والكروم الدقائقية والرصاص الدقائقية والنحاس الدقائقية وعكسية مع حرارة الماء والمواد الصلبة العالقة والكاديوم الذائب والمتبقي ملحق (٧،٩).

٣- الرصاص Pb:

بينت نتائج الدراسة ان تركيز عنصر الرصاص الذائب في المياه قد تراوح بين 2.91 مايكروغرام/لتر في المحطة الثالثة خلال كانون الثاني 2011 و 5.07 مايكروغرام/لتر في المحطة الثانية خلال كانون الأول 2010 جدول (11)، شكل (31).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع التوصيلية الكهربائية والمتطلب البايوكيماوي للاوكسجين والكروم الذائب وعكسية مع الاس الهيدروجيني والاكسجين المذاب ملحق (٧،٩).

في حين بينت النتائج ان تركيز عنصر الرصاص في الحالة الدقائقية للمياه قد تراوح بين اقل قيمة له 73.85 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال آب 2011 واعلى قيمة له 194.18 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تشرين الأول 2011 جدول (11)، شكل (32).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع المتطلب الكيماوي للاوكسجين والقاعدية والكروم والكاديوم والنحاس الدقائقية والعدد الكلي للبكتريا وعكسية مع حرارة الماء والاس الهيدروجيني والاكسجين المذاب والرصاص المتبادل ملحق (٧،٩).

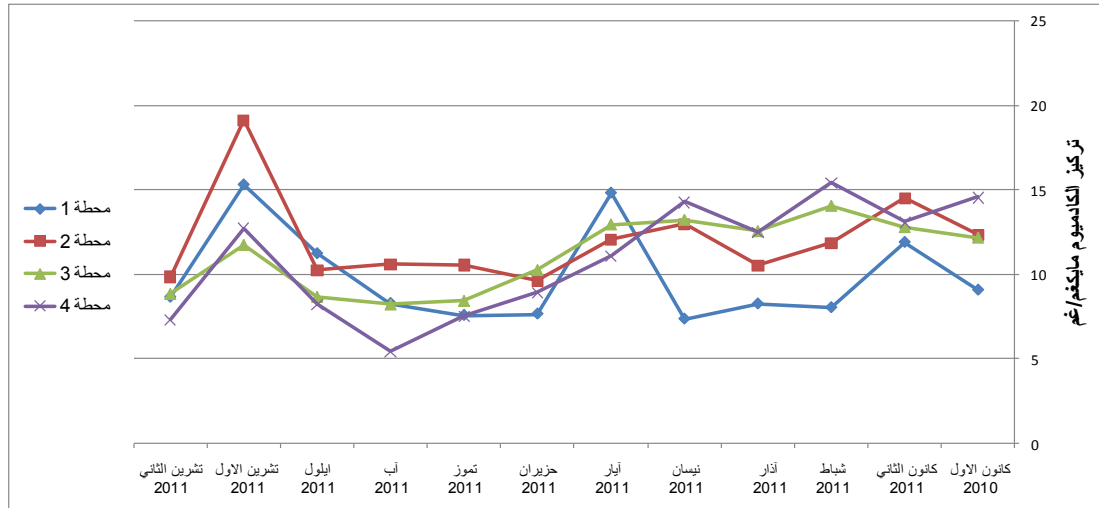
٤- النحاس Cu:

بينت نتائج الدراسة ان تركيز عنصر النحاس الذائب في المياه قد سجل اوطأ قيمة له 0.9 مايكروغرام/لتر في المحطة الثالثة خلال كانون الأول 2010 واعلى قيمة 1.61 مايكروغرام/لتر في المحطة الثانية خلال كانون الثاني 2011 جدول (12)، شكل (33).

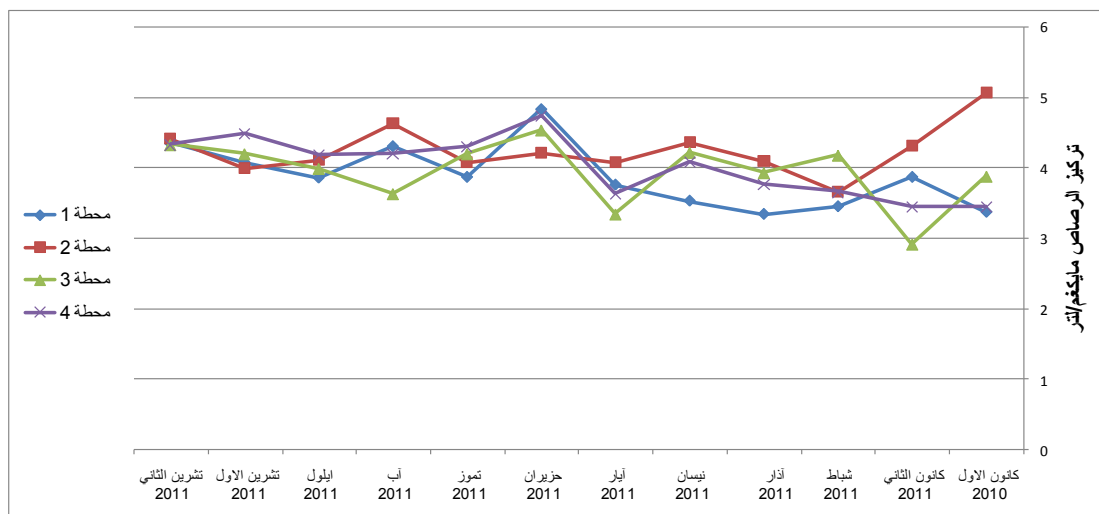
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع الرصاص الذائب وعكسية مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والنحاس المتبقي في الرواسب ملحق (٧،٩).

اما في الحالة الدقائقية فقد كان اقل تركيز لعنصر النحاس 19.09 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال تشرين الثاني 2011 اما اعلى تركيز له 101.26 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً فقد كان في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 جدول (12)، شكل (34).

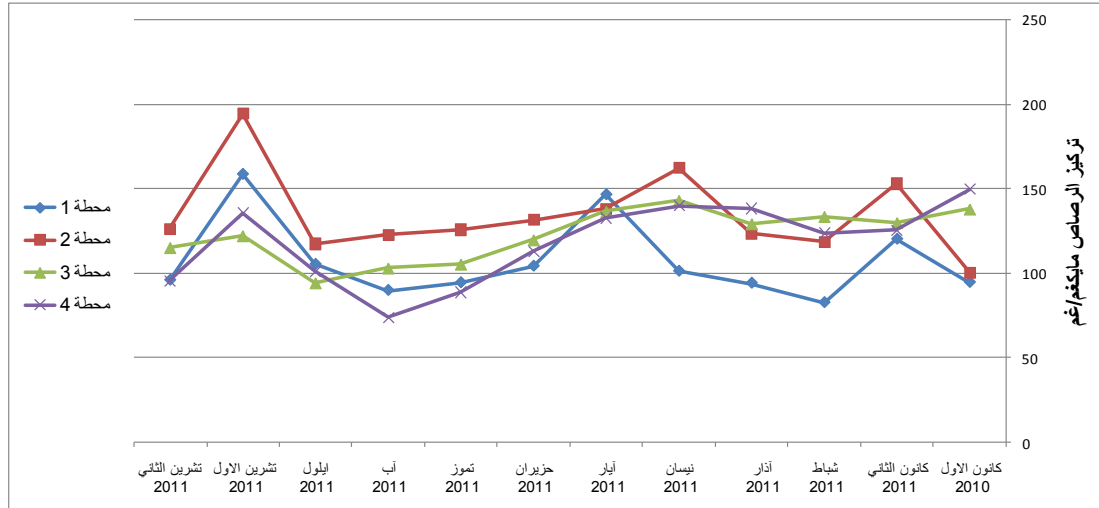
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع العكورة والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والقاعدية والكاميوم والرصاص الدقائقية والنحاس المتبادل والعدد الكلي للبكتريا وعكسية مع الاوكسجين المذاب ملحق (٧،٩).



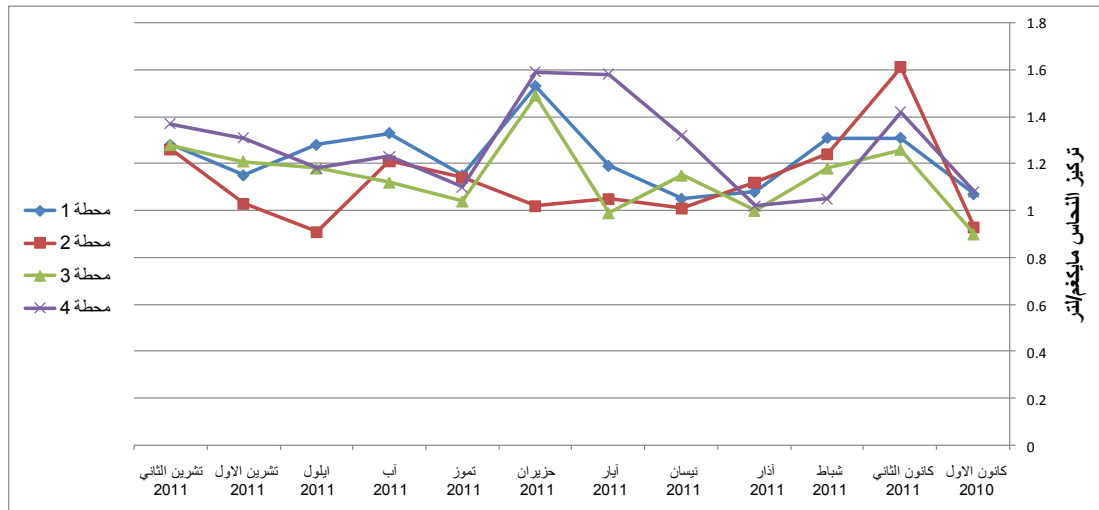
شكل (٣٠) التغيرات الشهرية في قيم الكاديوم الدقائقية في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



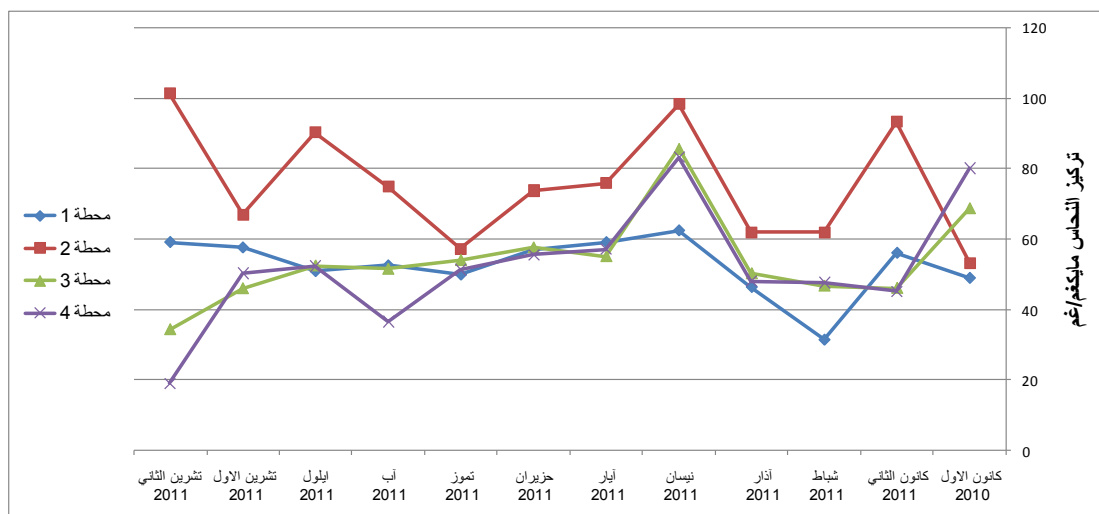
شكل (٣١) التغيرات الشهرية في قيم الرصاص الذائب في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٣٢) التغيرات الشهرية في قيم الرصاص الدقائق في المحطات الأربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٣٣) التغيرات الشهرية في قيم النحاس الذائب في المحطات الأربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٣٤) التغيرات الشهرية في قيم النحاس الدقائق في المحطات الأربعة خلال مدة الدراسة

٣-٥-٢- العناصر الثقيلة في الرواسب:

1- الكروم Cr:

بينت نتائج الدراسة ان تركيز عنصر الكروم المتبادل في الرواسب قد تراوح بين 6.15 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 و 20.63 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 جدول (9)، شكل (35).

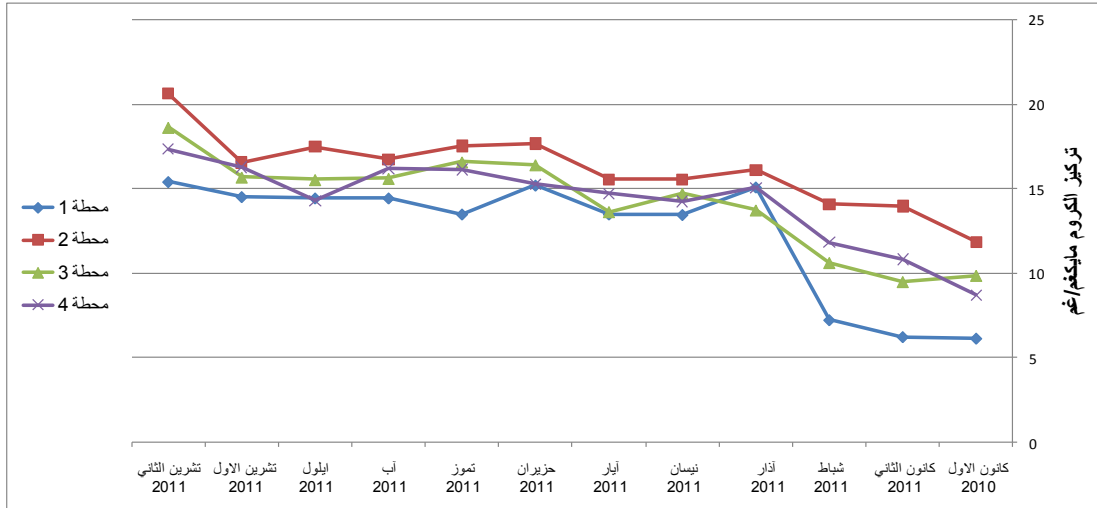
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والتوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة العالقة والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والكاربون العضوي الكلي والكروم الذائب والدقائقى والمتبقي والعدد الكلي للبكتريا وعكسية مع الاس الهيدروجيني ملحق (٧،٩). اما الكروم المتبقي في الرواسب فقد تراوح تركيزه بين 80.05 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال تشرين الأول 2011 و 129.66 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تشرين الثاني 2011 جدول (9)، شكل (36).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع التوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة العالقة والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والكلوريد والكبريتات والكاربون العضوي الكلي والكروم الذائب والمتبادل وعكسية مع الاس الهيدروجيني والاكسجين المذاب ملحق (٧،٩).

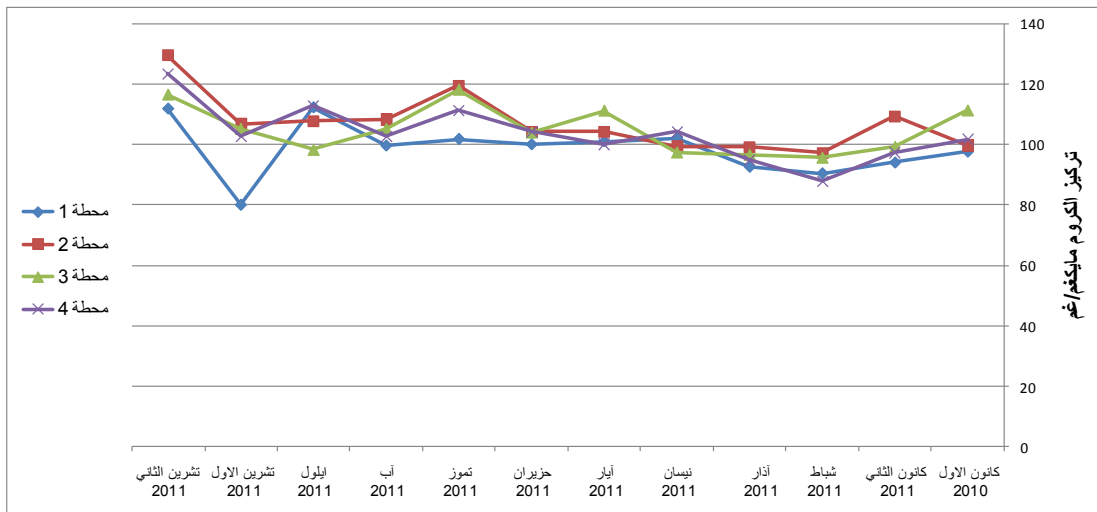
٢- الكاديوم Cd:

تراوحت قيم تركيز عنصر الكاديوم في الجزء المتبادل من الرواسب خلال مدة الدراسة بين اقل قيمة له 0.33 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال كانون الأول 2010 واعلى قيمة له 0.84 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال حزيران 2011 جدول (10)، شكل (37).

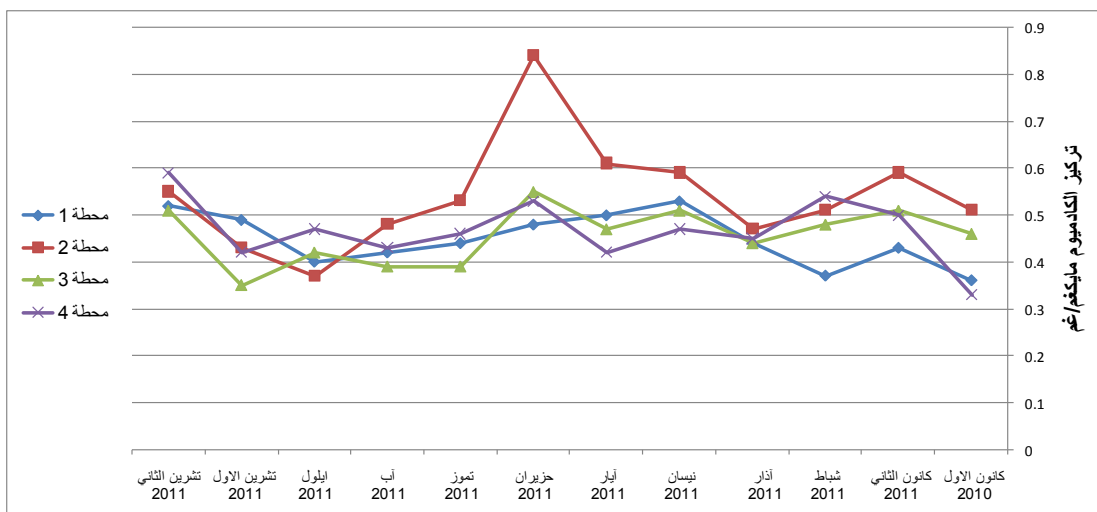
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع التوصيلية الكهربائية والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والكاربون العضوي الكلي والعدد الكلي للبكتريا وعكسية مع الاس الهيدروجيني والاكسجين المذاب والكروم الذائب والمتبقي ملحق (٧،٩).



شكل (٣٥) التغيرات الشهرية في قيم الكروم المتبادل في المحطات الأربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٣٦) التغيرات الشهرية في قيم الكروم المتبقي في المحطات الأربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٣٧) التغيرات الشهرية في قيم الكاديوم المتبادل في المحطات الأربعة خلال مدة الدراسة

كما بينت النتائج ان تركيز عنصر الكاديوم المتبقي في الرواسب قد تراوح بين 0.34 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 و 0.97 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثالثة والرابعة خلال تشرين الأول 2011 جدول (10)، شكل (38).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والتوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة العالقة والكاديوم الذائب وعكسية مع الاس الهيدروجيني والكاديوم الدقائقى والمتبادل ملحق (7،9).

٣- الرصاص Pb:

بينت نتائج الدراسة ان تركيز عنصر الرصاص في الجزء المتبادل من الرواسب قد تراوح بين 8.94 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال نيسان 2011 و 15.22 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تموز 2011 جدول (11)، شكل (39). وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع التوصيلية الكهربائية والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والكاربون العضوي الكلي والرصاص الدقائقى والعدد الكلي للبكتريا ملحق (7،9).

كما بينت النتائج ان تركيز عنصر الرصاص في الجزء المتبقي من الرواسب قد تراوح بين 9.67 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال تشرين الأول 2011 و 17.97 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال آب 2011 جدول (11)، شكل (40). وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والتوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة العالقة والكبريتات والرصاص المتبقي وعكسية مع الاوكسجين المذاب والرصاص الدقائقى ملحق (7،9).

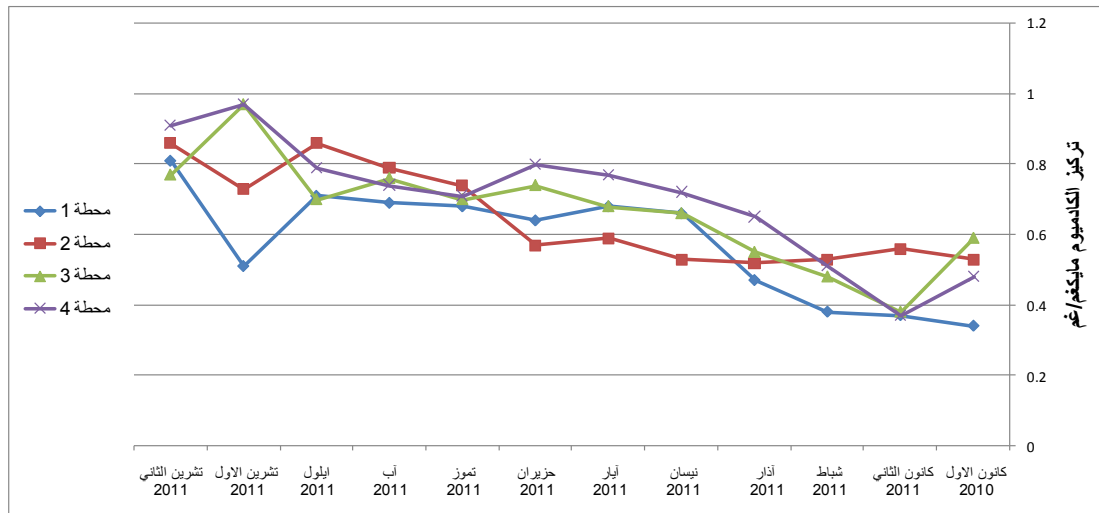
٤- النحاس Cu:

بينت نتائج الدراسة ان تركيز عنصر النحاس في الجزء المتبادل من الرواسب قد تراوح بين 4.81 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 و 13.35 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال آب 2011 جدول (12)، شكل (41).

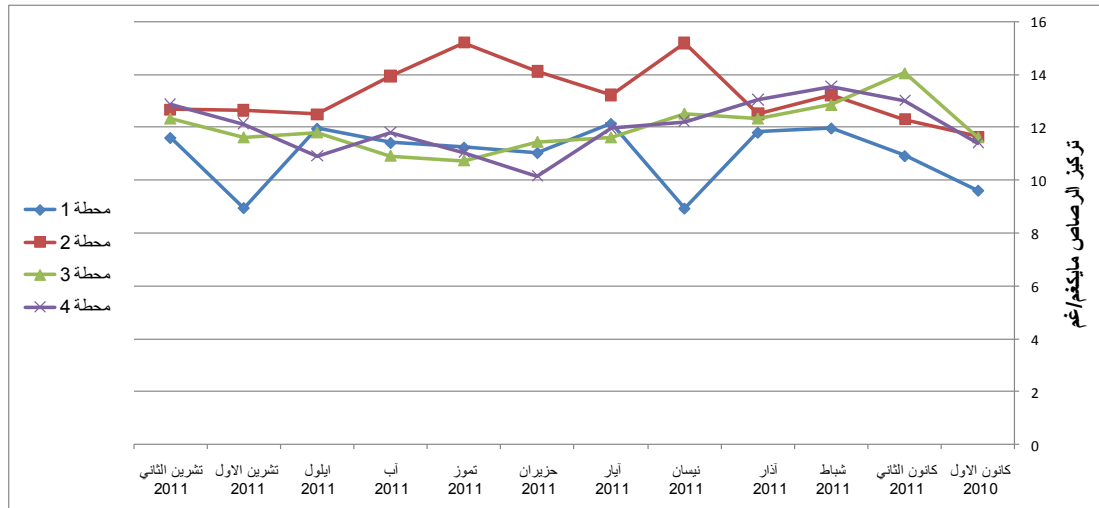
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع التوصيلية الكهربائية والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والكاربون العضوي الكلي والنحاس الدقائقى والمتبقي والعدد الكلي للبكتريا وعكسية مع الاوكسجين المذاب ملحق (٧،٩).

اما في الجزء المتبقي من الرواسب فقد بينت نتائج الدراسة ان تركيز عنصر النحاس تراوح بين اقل قيمة 8.29 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال تشرين الأول 2011 واعلى قيمة له 17.88 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثالثة خلال كانون الثاني 2011 جدول (12)، شكل (42).

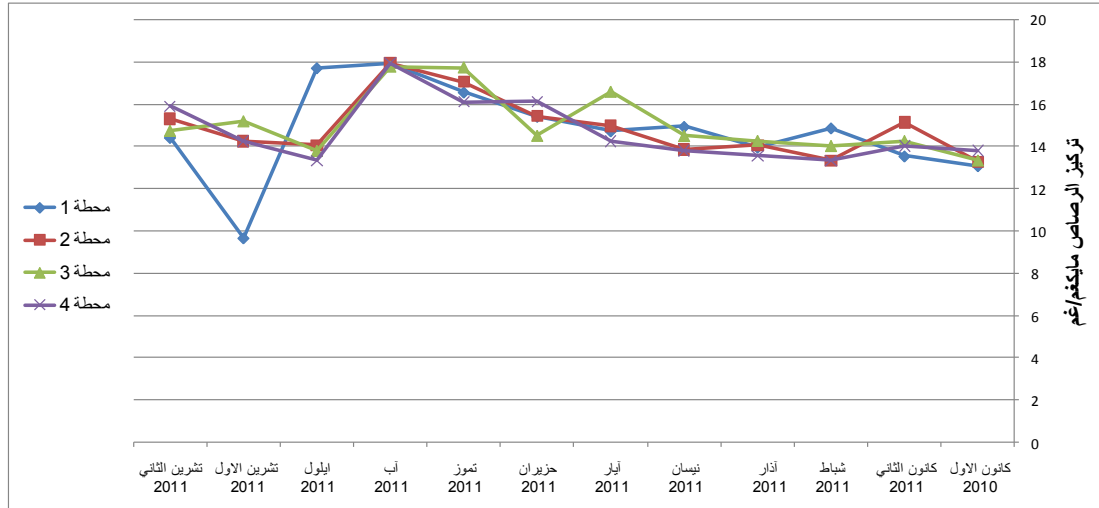
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع المواد الصلبة الذائبة والنحاس الذائب والمتبادل وعكسية مع الاوكسجين المذاب ملحق (٧،٩).



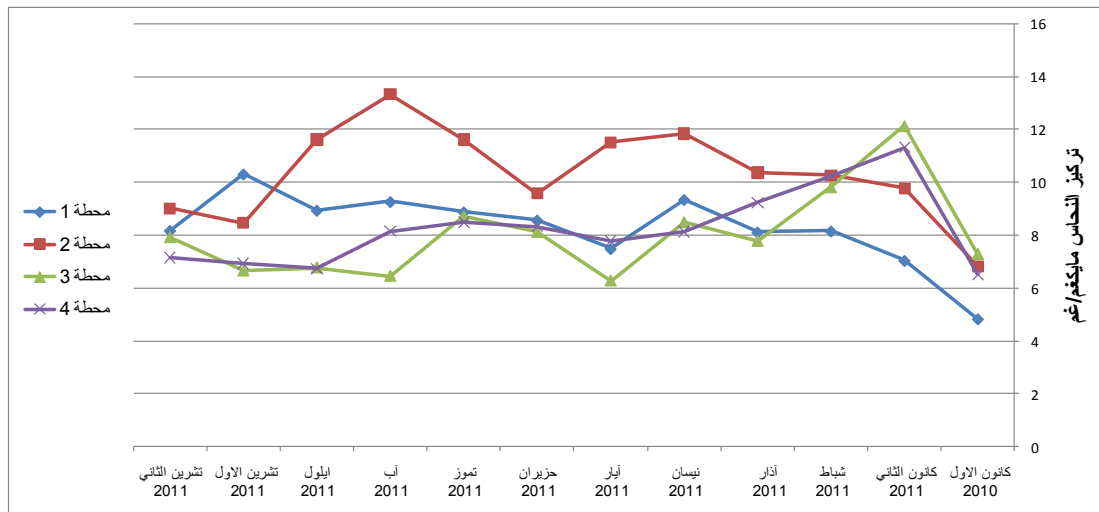
شكل (٣٨) التغيرات الشهرية في قيم الكادميوم المتبقي في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



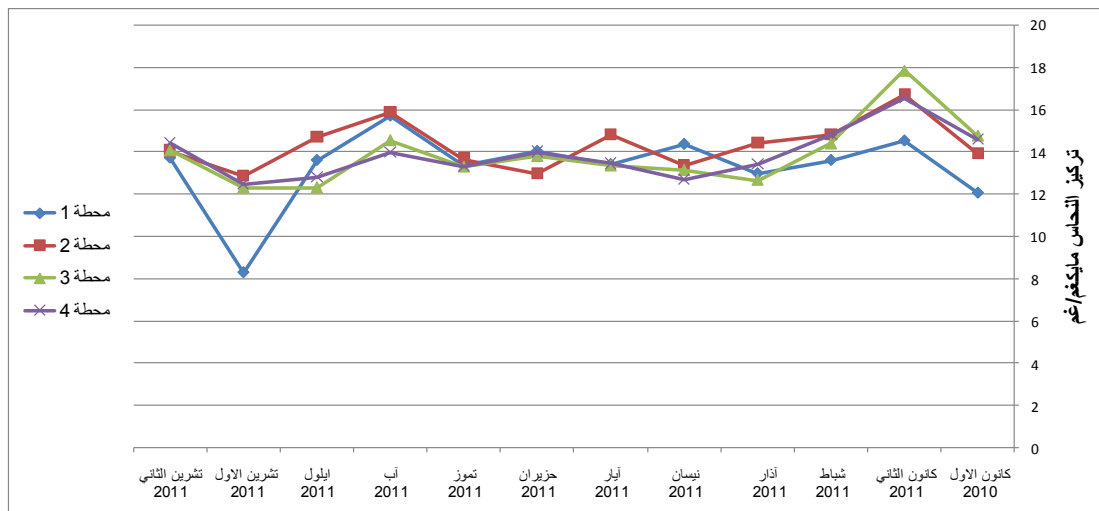
شكل (٣٩) التغيرات الشهرية في قيم الرصاص المتبادل في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٤٠) التغيرات الشهرية في قيم الرصاص المتبقي في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٤١) التغيرات الشهرية في قيم النحاس المتبقي في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٤٢) التغيرات الشهرية في قيم النحاس المتبقي في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

٣-٥-٣- العناصر الثقيلة في نبات القصب *P. australis*:

١- الكروم Cr:

بينت نتائج الدراسة ان تركيز عنصر الكروم في نبات القصب قد تراوح بين 2.13 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الثاني 2011 و 30.05 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تموز 2011 جدول (9)، شكل (43). وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والعكورة والاس الهيدروجيني والكروم المتبادل وعكسية مع الاوكسجين المذاب والمغنسيوم والصوديوم والكروم الدقائق ملحق (٧،٩).

٢- الكاديوم Cd:

اظهرت النتائج ان اقل تركيز لعنصر الكاديوم في نبات القصب كان 0.36 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال شباط 2011 في حين كان اعلى تركيز له 4.83 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال أيلول 2011 جدول (10)، شكل (44). وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والمواد الصلبة الذائبة والعكورة والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والصوديوم والبوتاسيوم والكاربون العضوي الكلي والكاديوم الذائب وعكسية مع الاس الهيدروجيني والاكسجين المذاب والكاديوم الدقائق ملحق (٧،٩).

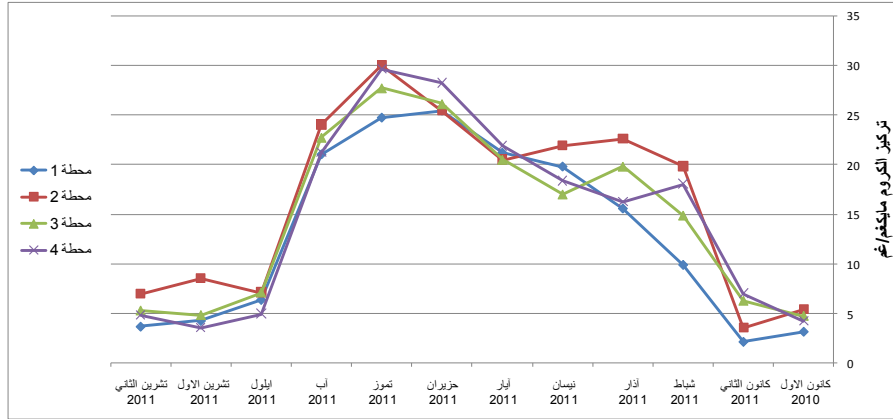
٣- الرصاص Pb:

تراوح تركيز عنصر الرصاص في نبات القصب بين 11.73 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 و 37.45 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال تشرين الأول 2011 جدول (11)، شكل (45). وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والتوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة العالقة والصوديوم والبوتاسيوم والرصاص الذائب وعكسية مع الاس الهيدروجيني ملحق (٧،٩).

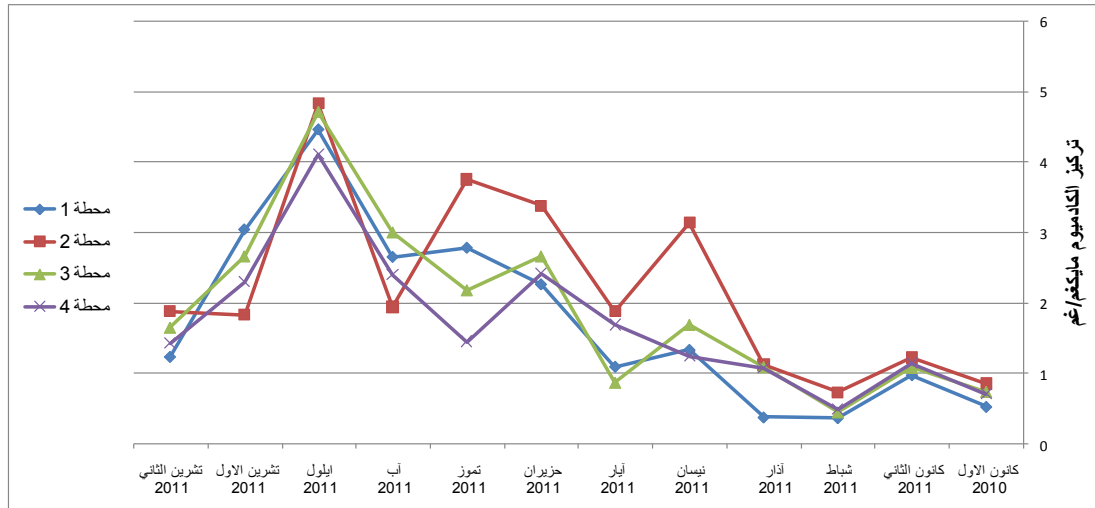
٤- النحاس Cu:

تراوح تركيز عنصر النحاس في نبات القصب بين اقل قيمة 0.82 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال ايلول 2011 و اعلى قيمة له 16.34 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال نيسان 2011 جدول (12)، شكل (46).

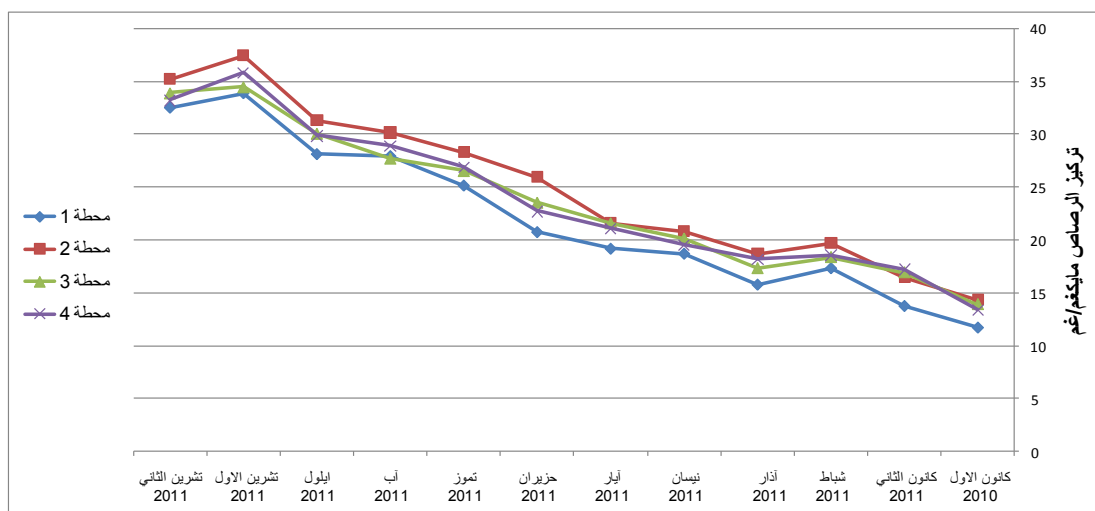
وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع الاس الهيدروجيني والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والنحاس المتبادل وعكسية مع الاوكسجين المذاب ملحق (٩، ٧).



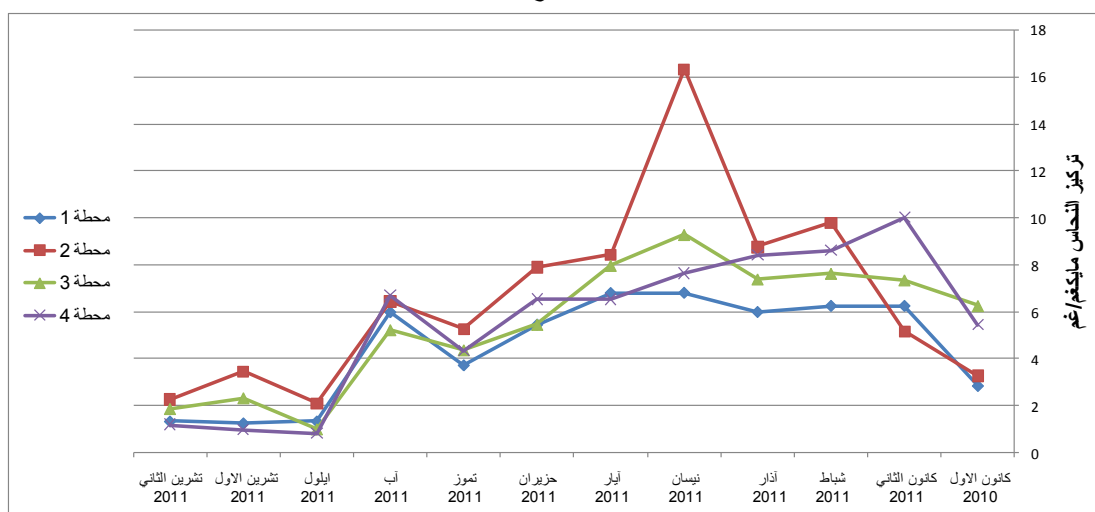
شكل (٤٣) التغيرات الشهرية في قيم الكروم في نبات القصب في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٤٤) التغيرات الشهرية في قيم الكاديوم في نبات القصب في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٤٥) التغيرات الشهرية في قيم الرصاص في نبات القصب في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٤٦) التغيرات الشهرية في قيم النحاس في نبات القصب في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

٣-٥-٤- العناصر الثقيلة في القوقع *V. bengalensis*:

١- الكروم (Cr):

بينت نتائج الدراسة ان تركيز عنصر الكروم في القوقع قد تراوح بين اقل قيمة له 16.35 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 واعلى قيمة 30.17 مايكروغرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الرابعة خلال تشرين الأول 2011 جدول (9)، شكل (47).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والتوصيلية الكهربائية

والمواد الصلبة العالقة والعسرة والكروم الذائب والدقائقى والمتبادل والمتبقي وعكسية مع الاس الهيدروجيني ملحق (٧،٩).

٢- الكاديوم Cd:

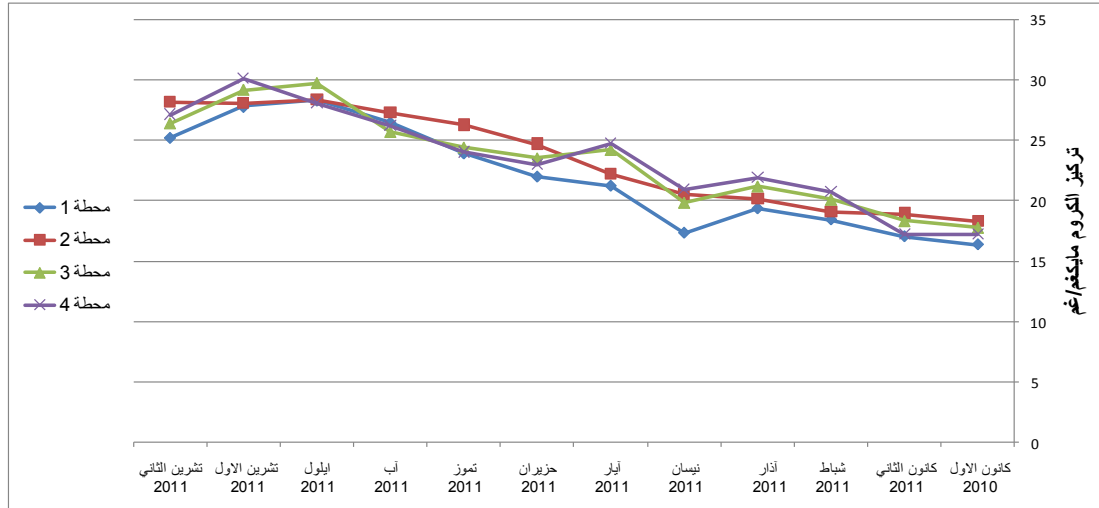
بينت النتائج ان تركيز عنصر الكاديوم في القوقع قد تراوح بين 0.34 مايكرو غرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 و 8.99 مايكرو غرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثالثة خلال تشرين الأول 2011 جدول (10)، شكل (48). وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والتوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة العالقة والعسرة والكاديوم الذائب والمتبقي وعكسية مع الاس الهيدروجيني ملحق (٧،٩).

٣- الرصاص Pb:

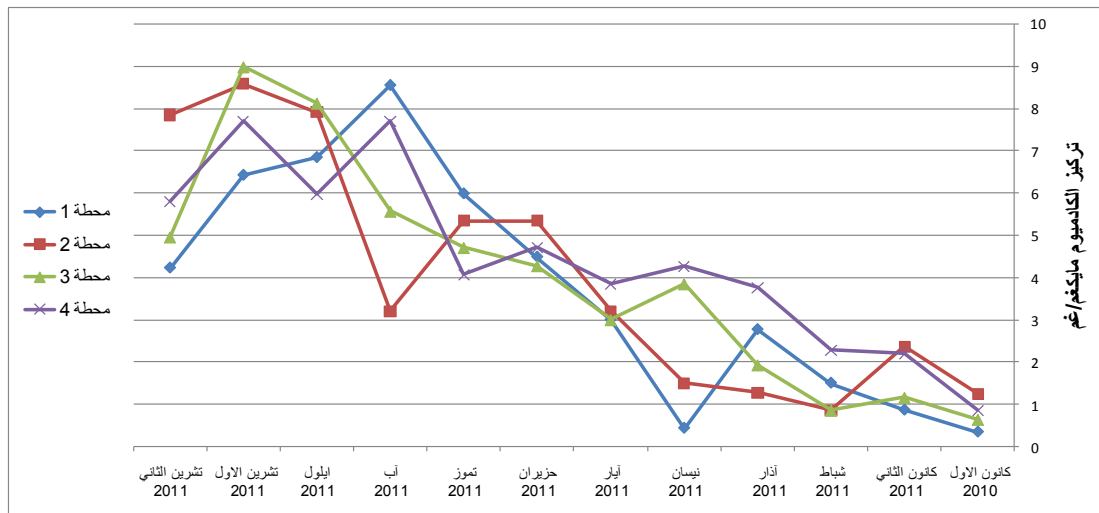
اظهرت النتائج ان تركيز عنصر الرصاص في القوقع قد تراوح بين اقل قيمة له 14.34 مايكرو غرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال كانون الأول 2010 واعلى قيمة 26.82 مايكرو غرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال حزيران 2011 جدول (11)، شكل (49). وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والتوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة العالقة والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين وعكسية مع الاوكسجين المذاب ملحق (٧).

٤- النحاس Cu:

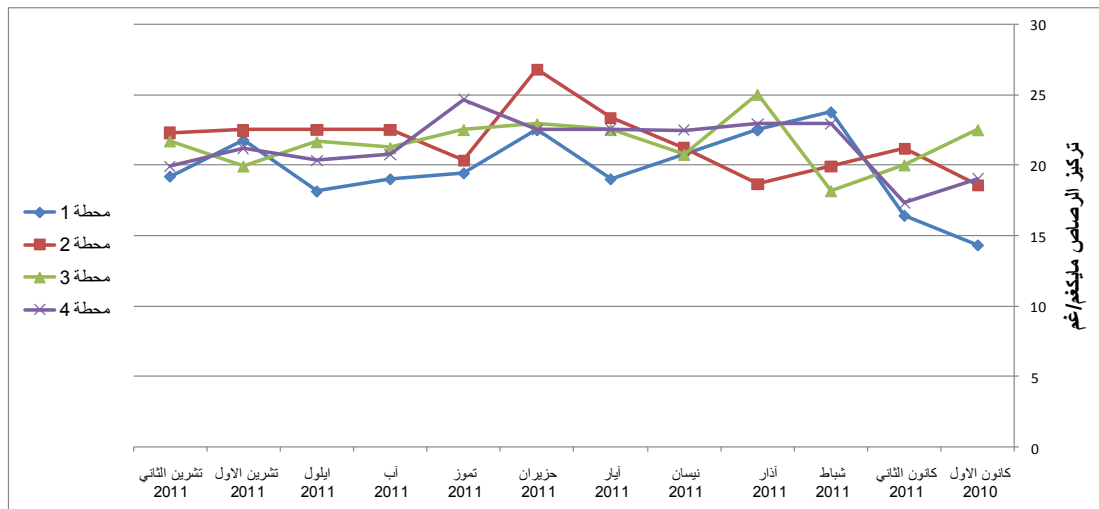
بينت نتائج الدراسة ان اقل قيمة لتركيز عنصر النحاس في القوقع كانت 91.56 مايكرو غرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الثانية خلال حزيران 2011 واعلى قيمة 238.79 مايكرو غرام/غرام وزناً جافاً في المحطة الاولى خلال شباط 2011 جدول (12)، شكل (50). وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع الاوكسجين المذاب والنحاس الذائب وعكسية مع التوصيلية الكهربائية والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والعسرة والكاربون العضوي الكلي والنحاس الدقائقى ملحق (٧،٩).



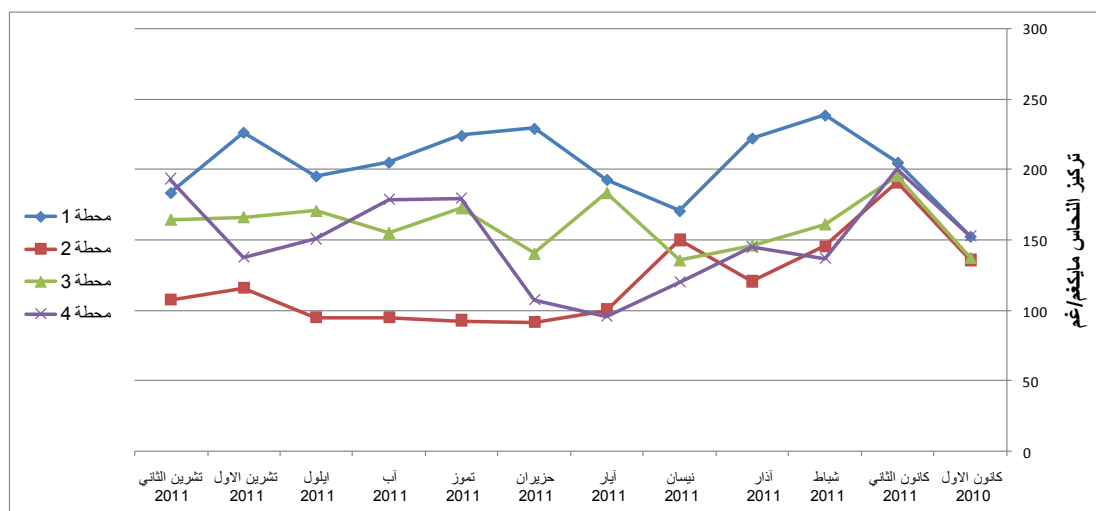
شكل (٤٧) التغيرات الشهرية في قيم الكروم في الموقع *V. bengalensis* في المحطات الأربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٤٨) التغيرات الشهرية في قيم الكاديوم في الموقع *V. bengalensis* في المحطات الأربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٤٩) التغيرات الشهرية في قيم الرصاص في الموقع *V. bengalensis* في المحطات الأربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٥٠) التغيرات الشهرية في قيم النحاس في القوقع *V. bengalensis* في المحطات الأربعة خلال مدة الدراسة

٣-٥-٥- معامل التركيز الأحيائي BCF ومعامل الترسيب الأحيائي BSF:

يبين الجدول (١٣) قيم معامل التركيز الأحيائي والترسيب الأحيائي لنبات القصب *P. australis* والقوقع *V. bengalensis*، إذ وجد أن قيم معامل التركيز الأحيائي لعناصر Cr، Cu، Pb، Cd في نبات القصب كانت 1.47، 11.12، 5.87، 4.66 على التوالي أما قيم معامل الترسيب الأحيائي فقد كانت 0.13، 1.67، 0.88، 0.25 على التوالي ويلاحظ أنها أخذت نفس الترتيب في نبات القصب إذ كان تسلسل ترتيبها كالتالي: $Cr < Cu < Pb < Cd$. أما في القوقع فوجد أن قيم معامل التركيز الأحيائي لعناصر Cr، Cu، Pb، Cd كانت 2.3، 133.26، 5.24، 24 على التوالي في حين كانت قيم معامل الترسيب الأحيائي 0.2، 3.61، 0.78، 7.02 على التوالي ولوحظ أنها تأخذ نفس الترتيب أيضاً إذ كان ترتيبها يتبع التسلسل التالي: $Cr < Pb < Cd < Cu$.

جدول (١٣) معامل التركيز الاحيائي BCF والترسيب الاحيائي BSF للقصب *P. australis* والقوقع *V. bengalensis* خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١

القوقع <i>V. bengalensis</i>			القصب <i>P. australis</i>			تركيز العنصر		العنصر
BSF	BCF	تركيز العنصر (مايكروغرام/غرام)	BSF	BCF	تركيز العنصر (مايكروغرام/غرام)	الرواسب (مايكروغرام/غرام)	الذائب (مايكروغرام/لتر)	
0.2	2.3	23.1	0.13	1.47	14.76	117.9	10.04	الكروم
3.61	24	4.08	1.67	11.12	1.89	1.13	0.17	الكاديوم
0.78	5.24	21.11	0.88	5.87	23.65	26.93	4.03	الرصاص
7.02	133.26	158.58	0.25	4.66	5.55	22.6	1.19	النحاس

٣-٦- الفحوصات البكتيرية:

١- العدد الكلي للبكتريا TBC:

بينت نتائج الدراسة ان الاعداد الكلية للبكتريا الهوائية قد تراوحت بين اقل قيمة $10^2 \times 17.33$ خلية/مل في المحطة الاولى خلال تشرين الاول ٢٠١١ واعلى قيمة $10^4 \times 310$ خلية/مل في المحطة الثانية خلال آذار ٢٠١١ جدول (١٤)، شكل (٥١).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع المواد الصلبة الذائبة والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والقاعدية والامونيا والنترت والفوسفات والكاربون العضوي الكلي وبكتريا القولون الكلية والبرازية والمسبقيات البرازية وعكسية مع الاوكسجين المذاب ملحق (٨٠،١٠).

٢- العدد الكلي لبكتريا القولون TC:

بينت نتائج الدراسة ان الاعداد الكلية لبكتريا القولون قد ارتفعت في المحطة الثانية اذ تراوحت بين ($10^2 \times 26.3 - 10^2 \times 403.3$) خلية/100 مل مقارنةً بالمحطة الاولى التي تراوحت فيها الاعداد الكلية لبكتريا القولون بين (4.2 - 41.3) خلية/100 مل، اذ سجلت اعلى قيمة لها $10^2 \times 403.3$ خلية/100 مل في المحطة الثانية خلال تموز ٢٠١١ واقل قيمة 4.2 خلية/100 مل في المحطة الاولى خلال تشرين الاول ٢٠١١ جدول (14)، شكل (٥٢).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والعكورة والمواد الصلبة الذائبة والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والقاعدية والامونيا والنترت والفوسفات والكاربون العضوي الكلي والعدد الكلي للبكتريا وبكتريا القولون البرازية والمسبقيات البرازية وعكسية مع الاوكسجين المذاب ملحق (٨٠،١٠).

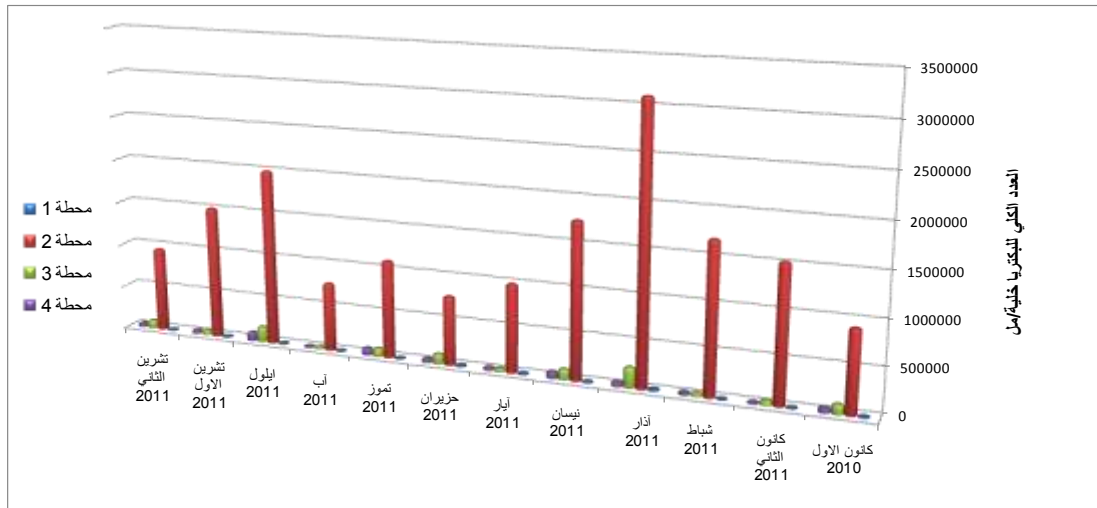
٣- بكتريا القولون البرازية FC:

اظهرت النتائج ان اقل قيمة لبكتريا القولون البرازية ٣ خلية/100 مل قد سجلت في المحطة الاولى خلال تشرين الثاني ٢٠١١ في حين سجلت اعلى قيمة لها $10^2 \times 273.3$ خلية/100 مل في المحطة الثانية خلال تموز ٢٠١١ جدول (14)، شكل (٥٣).

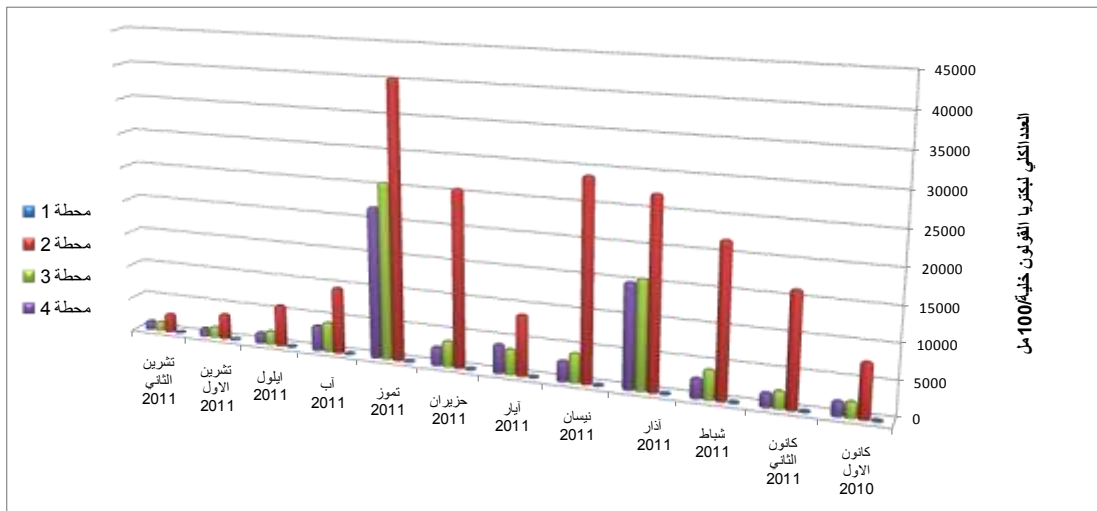
جدول (١٤) قيم الاعداد الكلية للبكتريا الهوائية TBC وبكتريا القولون TC والقولون البرازية FC والمسبقيات البرازية FS في جميع المحطات خلال

مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١

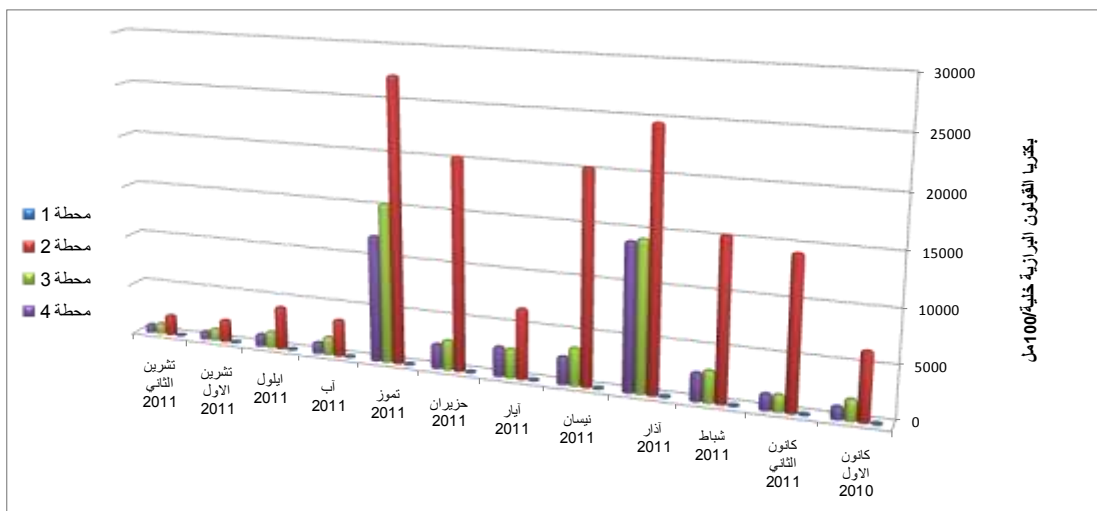
تشرين الثاني ٢٠١١	تشرين الاول ٢٠١١	ايلول ٢٠١١	آب ٢٠١١	تموز ٢٠١١	حزيران ٢٠١١	آيار ٢٠١١	نيسان ٢٠١١	آذار ٢٠١١	شباط ٢٠١١	كانون الثاني ٢٠١١	كانون الاول ٢٠١٠	الاشهر	
												نوع البكتريا	
25.66	17.33	93	22	40.66	83.33	89.33	42.33	214	32.33	45	49	م محطة ١	
6.2	4.2	11	21.3	30	21.3	20	29.3	41.3	15.3	14.7	7.4	10 ² ×TBC خلية/مل	
3	4	7.8	11.3	20	20.7	14.7	20	34	11.3	7.6	6.5	TC خلية/100مل	
111.7	143.3	193.3	153.3	143.3	156.7	94.3	43.7	124.3	230	29	121	FC خلية/100مل	
												FS خلية/100مل	
95.66	150.33	199	77	110.33	106	107.33	175.66	310	169	152.33	92	م محطة ٢	
26.3	36.3	60.3	96.7	403.3	256.7	87.7	290	273.3	220	163.3	77.3	10 ⁴ ×TBC خلية/مل	
19.3	21.3	41.3	35.3	273.3	203.3	67	203.3	246.7	153.3	143.3	64	10 ² ×TC خلية/100مل	
403.3	886.7	460	1100	1100	886.7	460	886.7	1100	886.7	220	673.3	10 ² ×FC خلية/100مل	
												10 ² ×FS خلية/100مل	
88	46.33	171	21.33	86.33	110.66	34.33	112.66	224.66	36.33	49.33	104	م محطة ٣	
12.3	15	19.3	42.7	256.7	37	36.3	41.7	156.7	41.6	24	21.7	10 ³ ×TBC خلية/مل	
9.8	11.1	15.3	17	153.3	28.3	27.3	35.7	143.3	29.7	15.3	19.3	10 ² ×TC خلية/100مل	
230	230	273.3	460	1100	673.3	273.3	673.3	886.7	290	77.3	403.3	10 ² ×FC خلية/100مل	
												10 ² ×FS خلية/100مل	
41	34.33	91.33	11	75	40.33	30	71.33	51.66	31	15	52	م محطة ٤	
12	11.3	15	36.3	220	26.3	41.3	28.7	150	27.3	19.3	20	10 ³ ×TBC خلية/مل	
7.5	7.1	11.3	10.4	121.7	23.3	28	26	140	26.3	14.7	11.3	10 ² ×TC خلية/100مل	
210	156.7	230	403.3	886.7	403.3	290	403.3	673.3	246.7	42.7	246.7	10 ² ×FC خلية/100مل	
												10 ² ×FS خلية/100مل	



شكل (٥١) التغيرات الشهرية في الاعداد الكلية للبكتريا الهوائية TBC في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



شكل (٥٢) التغيرات الشهرية في الاعداد الكلية لبكتريا القولون TC في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة



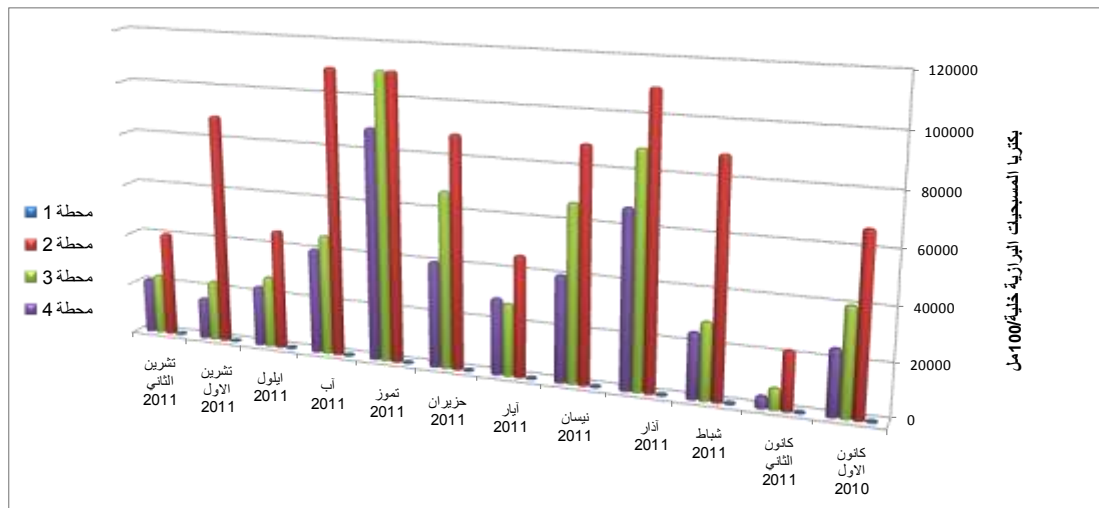
شكل (٥٣) التغيرات الشهرية في اعداد بكتريا القولون البرازية FC في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والمواد الصلبة الذائبة والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والقاعدية والامونيا والنترت والفوسفات والكاربون العضوي الكلي والعدد الكلي للبكتريا وبكتريا القولون الكلية والمسبقيات البرازية وعكسية مع الاوكسجين المذاب ملحق (٨٠،١٠).

٤- بكتريا المسبقيات البرازية FS:

بينت نتائج الدراسة ان اعداد بكتريا المسبقيات البرازية قد تراوحت بين اقل قيمة لها ٢٩ خلية/100 مل في المحطة الاولى خلال كانون الثاني ٢٠١١ واعلى قيمة $10^2 \times 1100$ خلية/100 مل في المحطة الثانية خلال آذار وتموز وايلول ٢٠١١ وفي المحطة الثالثة خلال تموز ٢٠١١ جدول (14)، شكل (٥٤).

وقد اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين اشهر ومحطات الدراسة، كما اظهرت وجود علاقة ارتباط معنوية طردية مع حرارة الماء والعكورة والمواد الصلبة الذائبة والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والقاعدية والامونيا والنترت والفوسفات والكاربون العضوي الكلي والعدد الكلي للبكتريا وبكتريا القولون الكلية والبرازية وعكسية مع الاوكسجين المذاب ملحق (٨٠،١٠).



شكل (٥٤) التغيرات الشهرية في اعداد بكتريا المسبقيات البرازية FS في المحطات الاربعة خلال مدة الدراسة

الفصل الرابع: المناقشة

٤-١ - الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

١ - درجة حرارة الهواء والماء:

لدرجة الحرارة العديد من التأثيرات الاساسية المباشرة وغير المباشرة على توازن الانظمة البيئية المائية وذوبان الغازات وايض الاحياء (Lind, 1979).

اظهرت نتائج الدراسة وجود تغيرات شهرية في درجة حرارة الهواء والماء وهذا يعود الى الاختلاف في الظروف المناخية من حيث شدة سطوع الشمس وطول مدة النهار (الشاوي وآخرون، 2007).

اما الاختلاف في درجة حرارة الهواء بين المحطات فربما يعود الى الاختلاف في وقت جمع العينات، في حين لم يلاحظ اختلاف في درجة حرارة الماء بين المحطات وقد يعود ذلك الى ان المحطات تقع قريبة من بعضها اذ تمتاز المياه بقدرتها على امتصاص كميات كبيرة من الحرارة قبل ان تتغير درجة حرارتها وهذا ناتج عن امتلاكها لسعة حرارية عالية (Santra, 2010).

٢ - التوصيلية الكهربائية:

تعد التوصيلية الكهربائية من العوامل المهمة المستخدمة لمعرفة نوعية المياه وكمية العناصر الذائبة فيها (Goldman, 1981).

لقد اظهرت النتائج ارتفاعاً واضحاً في قيم التوصيلية الكهربائية في المحطة الثانية والتي سجلت اعلى القيم (2011.33) مايكروسمنز/سم ويعزى ذلك الى طرح مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة والحاوية على كميات كبيرة من ايونات الأملاح (Akan et al., 2008). فقد سجلت النتائج وجود علاقة ارتباط طردية للتوصيلية الكهربائية مع المواد الصلبة الذائبة ($r=0.750$) والصوديوم ($r=0.969$) والبوتاسيوم ($r=0.886$) والكلوريد ($r=0.804$). وهذا يتفق مع دراسة (مشكور، 2002؛ التميمي، 2006).

وبشكل عام لوحظ ارتفاع قيم التوصيلية الكهربائية خلال الاشهر الحارة اذ سجلت أعلاها (2011.33) مايكروسمنز/سم في أيار 2011 في المحطة الثانية، اما بقية المحطات فقد سجلت اعلى القيم خلال تموز 2011 (1421.67 ، 1424.67 ، 1423.67) مايكروسمنز/سم للمحطة الاولى والثالثة والرابعة على التوالي ولعل ذلك يعود الى ان زيادة درجة الحرارة تؤدي الى زيادة

نوبان الأملاح وزيادة عمليات التبخر (CPCB, 2006). في حين سجلت اوطاً القيم (1092.67) مايكروسمنز/سم خلال نيسان 2011 وقد يعزى ذلك الى انخفاض عمليات التبخر نتيجةً لانخفاض درجات الحرارة وزيادة عمليات التخفيف الناتجة من هطول الأمطار وارتفاع مناسيب المياه (الصراف، 2006). وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (إبراهيم، 2005؛ الخالدي، 2012).

٣- العكورة:

يعد صفاء المياه من العوامل المهمة التي تحدد ظروف ونتاجية الأجسام المائية الطبيعية (APHA, 2003). اذ ان زيادة العكورة تؤدي الى اختزال في كمية الضوء النافذة الى أعماق المياه وبالتالي تقليل الانتاجية (Lind, 1979). وقد سجلت النتائج اعلى قيمة للعكوره (53.83) NTU في المحطة الثانية ويعزى ذلك الى طرح مياه الصرف الصحي الى النهر والتي تحتوي على كميات كبيرة من المواد العضوية واللاعضوية ودقائق الأتربة والرمال والاحياء المجهرية التي تزيد من العكورة (سبتي، 2005). وهذا يتفق مع دراسة (مشكور، 2002؛ Mustafa, 2006). كما اظهرت النتائج ازدياد في قيم العكورة خلال الاشهر الحارة اذ سجلت علاقة ارتباط طردية ($r=0.760$) مع درجة الحرارة ولعل ذلك يعود الى زيادة نشاط الكائنات الحية التي يزدهر نموها خلال هذه الفترة (الحيدري، 2003). او الى زيادة استخدام مياه النهر لاغراض السقي والنشاطات المختلفة (العزاوي، 2008). او قد يعزى الى هبوب العواصف الترابية خلال تلك الفترة كما أشارت الى ذلك (الزبيدي، 2012) التي أجرت دراسة على نفس النهر. وقد اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (حسين وآخرون، 2006؛ الخالدي، 2012).

٤- المواد الصلبة الذائبة:

اظهرت نتائج الدراسة ارتفاعاً في قيم المواد الصلبة الذائبة في المحطة الثانية مقارنةً بالمحطات الأخرى ويعزى ذلك الى طرح مياه الصرف الصحي التي تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح الذائبة (كاظم وآخرون، 2005). كما ان الارتفاع الذي لوحظ في قيمة المواد الصلبة الذائبة خلال كانون الثاني 2011 في المحطة الثانية والذي سجل اعلى القيم (1432.33) ملغرام/لتر قد يعزى الى جرف كميات كبيرة من الأملاح من المدينة مع مياه الأمطار الى شبكة المجاري اذ سجل تساقط للأمطار قبل جمع العينات في هذا الشهر.

كما سجلت النتائج ارتفاعاً لقيم المواد الصلبة الذائبة خلال الأشهر الحارة الذي قد يعزى الى زيادة تركيز الأملاح الناتج عن زيادة ذوبانيتها وزيادة معدلات التبخر (Agarwal, 2009a). وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (مشكور، 2002؛ التميمي، 2004).

٥- المواد الصلبة العالقة:

أظهرت نتائج الدراسة توافقاً بين المواد الصلبة العالقة والعكورة ($r=0.851$) إذ لوحظ ارتفاع في قيم المواد الصلبة العالقة خلال الأشهر الحارة وقد يعود ذلك الى زيادة نشاط الكائنات الحية وزيادة الأنشطة البشرية أو قد يكون ناتج عن ملائمة الظروف لنمو الهائمات الحيوانية و النباتية (السعدي، 2006).

كما بينت النتائج ان لطرح مياه الصرف الصحي تأثيراً واضحاً في رفع قيمة المواد الصلبة العالقة (Al-Haidari *et al.*, 1998). والذي لوحظ في اغلب اشهر الدراسة، اما الانخفاض في قيمة المواد الصلبة العالقة في المحطة الثانية والثالثة خلال تموز وأب 2011 مقارنةً بالمحطة الاولى فقد يعزى الى ملائمة درجة الحرارة التي تؤدي الى زيادة كفاءة معالجة مياه الفضلات داخل محطة المعالجة وبالتالي انخفاض قيمة المواد الصلبة العالقة في مياه الصرف الصحي المطروحة الى النهر (ابراهيم، 2009). وهذا يتفق مع ما لوحظ من انخفاض في قيم المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والعكورة خلال تلك الفترة. وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (المشكور، 1999؛ التميمي، 2004).

٦- الاس الهيدروجيني:

يعد الاس الهيدروجيني واحداً من أهم الخصائص البيئية التي تؤثر على بقاء وأيض وفسلجة ونمو الاحياء المائية المختلفة (Lawson, 2011). فهو يعكس الفعاليات الحيوية والتغيرات الكيميائية في المياه الطبيعية بالاضافة الى تأثير الملوثات (Lind, 1979). سجلت النتائج تذبذباً في قيم الاس الهيدروجيني إذ تراوحت بين (6.9-8.3) ويعود ذلك الى القابلية التنظيمية للمياه بسبب وجود الكربونات و البيكاربونات (مولود وآخرون، 1990). وهذا يتفق مع العديد من الدراسات (علكم و عبد، 2005؛ الشاوي وآخرون، 2007؛ الغانمي وآخرون، 2009).

اما الارتفاع الطفيف في قيم الاس الهيدروجيني خلال حزيران وتموز فقد يعزى الى زيادة عمليات البناء الضوئي للنباتات المائية والطحالب والذي يؤدي الى اختزال في كمية ثنائي اوكسيد الكربون وبالتالي ارتفاع في قيمة الاس الهيدروجيني (الفتلاوي، 2011). في حين ان الزيادة في

تركيز ثنائي اوكسيد الكربون في مياه الصرف الصحي والناجثة من التحلل الحيوي للمواد العضوية يؤدي الى زيادة الحامضية وبالتالي انخفاض قيمة الاس الهيدروجيني (الامارة وآخرون، 2008). وهذا ما يفسر انخفاض قيم الاس الهيدروجيني في المحطة الثانية في اغلب اشهر الدراسة. وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (التميمي، 2006؛ Mustafa, 2006).

٧- الاوكسجين المذاب:

يعد الاوكسجين المذاب من أهم القياسات المستخدمة لتحديد نوعية المياه (Maiti, 2004). كما يعد من العوامل المحددة لنمو الكائنات الحية في البيئة المائية (السعدي، 2006). اظهرت نتائج الدراسة انخفاضاً واضحاً في قيم الاوكسجين المذاب في المحطة الثانية نتيجةً لطرح مياه الصرف الصحي الحاوية على كميات كبيرة من المواد العضوية التي يؤدي تحللها الى استهلاك الاوكسجين المذاب (العلياوي و الناشي، 2001). فقد سجلت اقل القيم (0.23) ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال نيسان ٢٠١١ وقد يعزى ذلك الى ارتفاع كمية المادة العضوية وهذا ما لوحظ من ارتفاع في قيمة المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين خلال نفس الشهر وما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط عكسية ($r=-0.819$) مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين. وقد سجل الاوكسجين المذاب في المحطة الثانية وخلال جميع اشهر الدراسة قيماً اقل بكثير من قيم المحددات العراقية لنظام صيانة الانهار من التلوث ملحق (١) مما قد يؤثر سلباً على حياة الاحياء المائية المختلفة. كما ان ما لوحظ من ارتفاع في قيم الاوكسجين المذاب في المحطة الثالثة والرابعة يشير الى قابلية النهر على استعادة حالة التوازن وزيادة تركيز الاوكسجين المذاب بفعل العمليات الفيزيائية والحيوية المختلفة.

كما اظهرت النتائج انخفاضاً في قيم الاوكسجين المذاب خلال الاشهر الحارة و قد يعزى ذلك الى الانخفاض في ذوبانية الاوكسجين مع زيادة درجة الحرارة والملوحة التي ارتفعت خلال اشهر الصيف (Ibanez et al., 2007). وما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط عكسية ($r=-0.397$ و $r=-0.743$) مع كل من حرارة الماء والمواد الصلبة الذائبة على التوالي، بالاضافة الى ذلك فان الزيادة في درجة الحرارة تؤدي الى زيادة نشاط الاحياء المجهرية والتي تعمل على تحليل المواد العضوية واستهلاك الاوكسجين (السعدي وآخرون، 1986). ولعل ما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط عكسية ($r=-0.699$) مع العدد الكلي للبكتريا.

وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (الجهصاني، 2003؛ التميمي، 2006).

٨- المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين:

يعد المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين من القياسات المهمة التي تعطي دلالة على كمية المادة العضوية القابلة للتحلل الحيوي والمصرفة الى النهر (منظمة الصحة العالمية، 1997). اظهرت النتائج ارتفاعاً واضحاً في قيم المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين في المحطة الثانية فقد تجاوزت قيم المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين في جميع الاشهر الحدود المسموح بها من قبل المحددات العراقية لصيانة الانهار من التلوث ملحق (1) وهذا ناتج من طرح كميات كبيرة من المواد العضوية مع مياه الصرف الصحي الى النهر (Arimoro *et al.*, 2006). اذ سجلت النتائج اعلى قيمة للمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين (68.6) ملغرام/لتر في المحطة الثانية خلال نيسان 2011 وقد يعزى ذلك الى وجود محتوى عالي من المواد العضوية في مياه الفضلات والى عدم كفاءة محطة المعالجة في ازالة الطلب على الاوكسجين في مياه الصرف الصحي قبل طرحها الى النهر.

كما اظهرت النتائج انخفاضاً في قيم المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين خلال الاشهر الحارة وقد يعزى ذلك الى زيادة نشاط الاحياء المجهرية والتي تزداد قابليتها على تحليل المواد العضوية مع ارتفاع درجة الحرارة (ابراهيم، 2009). وما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط طردية ($r=0.813$) بين المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين والعدد الكلي للبكتريا.

كما ان الانخفاض الذي لوحظ في قيم المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين في المحطة الرابعة يؤكد ما ذكر سابقاً من قابلية النهر على تنقية نفسه من الفضلات العضوية المتطلبة للاوكسجين عن طريق التخفيف واعادة التهوية (Masrevaniah, 2010).

وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (مشكور، 2002؛ سبتي، 2005؛ التيمي، 2006).

٩- المتطلب الكيميائي للاوكسجين:

يعطي المتطلب الكيميائي للاوكسجين دلالة على كمية الاوكسجين المطلوبة لأكسدة المواد العضوية والمواد غير العضوية القابلة للأكسدة بالعمليات الكيميائية (Maiti, 2004).

وقد اظهرت النتائج تأثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي الى النهر في رفع قيمة المتطلب الكيميائي للاوكسجين في المحطة الثانية والثالثة والرابعة ويعزى ذلك الى محتواها العالي من المواد العضوية اذ بينت النتائج وجود علاقة ارتباط طردية ($r=0.681$) مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين بالاضافة الى ذلك قد تحتوي مياه الصرف الصحي على العديد من المواد غير القابلة للتحلل الحيوي والتي تساهم في رفع قيمة المتطلب الكيميائي للاوكسجين مقارنةً بالمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين مثل السليلوز الذي يوجد بكميات كبيرة في مياه الفضلات المنزلية وبعض المركبات العضوية ذات السلاسل المفتوحة مثل بعض انواع

الكحولات والحوامض العضوية وبعض الأشكال المختزلة من ايونات المعادن (عباوي و حسن، 1990؛ Salpekar, 2008).

كما اظهرت نتائج الدراسة ارتفاعاً في قيم المتطلب الكيميائي للاوكسجين خلال الاشهر الباردة اذ سجلت اعلى القيم (80) ملغرام/لتر خلال شباط 2011 وقد يعزى ذلك الى الانخفاض في عمليات تحلل المواد العضوية مع انخفاض درجات الحرارة وما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط عكسية ($r=-0.142$) مع درجة حرارة الماء. وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (التميمي، 2004؛ سبتي، 2005).

١٠ - ثنائي اوكسيد الكربون:

اظهرت النتائج تأثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع قيم ثنائي اوكسيد الكربون في المحطة الثانية والتي سجلت اعلى القيم (100.47) ملغرام/لتر وهذا ناتج عن تحلل المواد العضوية التي تحرر ثنائي اوكسيد الكربون كناتج نهائي لعملية التحلل (علكم وآخرون، 2003). ولعل ما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط طردية ($r=0.544$) مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين. وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (علكم و عبد، 2005؛ الخالدي، 2012).

١١ - القاعدية الكلية:

تميل المياه الطبيعية بشكل عام الى القاعدية نتيجة لوفرة ايونات الكربونات والبيكاربونات (Lind, 1979). وقد بينت النتائج ان القاعدية في المياه تعود الى البيكاربونات وهذا النوع من القاعدية شائع في المياه العراقية نتيجة لوفرة ايونات البيكاربونات (Al-Lami et al., 1999). كما اظهرت النتائج تأثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع قيمة القاعدية وقد يعزى ذلك الى احتوائها على البيكاربونات كما أشار الى ذلك (علكم، 2001). بالاضافة الى احتوائها على كميات كبيرة من الفوسفات التي تزيد من القاعدية (APHA, 2003). وما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط طردية ($r=0.781$) مع الفوسفات.

اما الارتفاع في قيم القاعدية الذي لوحظ خلال نيسان وايار فقد يعزى الى زيادة أعداد الهائمات النباتية كما أشار الى ذلك كل من (الزبيدي، 2012؛ الخالدي، 2012). اللذان اجريا دراسة على نهر الديوانية خلال نفس الفترة اذ يؤدي زيادة اعدادها الى زيادة استهلاك ثنائي اوكسيد الكربون في عملية البناء الضوئي وبالتالي زيادة القاعدية (عباوي و حسن، 1990؛ حسين وآخرون، 2006). او قد يعزى الى زيادة عمليات التحلل التي يرافقها زيادة في تحرير ثنائي اوكسيد

الكاربون وبالتالي زيادة تحويل كاربونات الكالسيوم غير الذائبة الى بيكاربونات ذائبة (سلمان وآخرون، 2008؛ الفتلاوي، 2011). وما يؤكد ذلك وجود توافق في الارتفاع بين قيم ثنائي اوكسيد الكربون والقاعدية ($r=0.662$) خلال تلك الفترة. وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (التميمي، 2006؛ Mustafa, 2006).

١٢ - العسرة الكلية:

توافقت الدراسة الحالية مع العديد من الدراسات التي أشارت الى ارتفاع قيم العسرة الكلية في المياه العراقية (Al-Lami *et al.*, 1999؛ الكبيسي وآخرون، 2001؛ حبيب وآخرون، 2002). وقد بينت النتائج ان قيم العسرة الكلية قد تراوحت بين (349.33-656.67) ملغم CaCO_3 /لتر لذا تصنف المياه على انها من النوع العسر جداً (Lind, 1979). وقد اظهرت النتائج تأثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع قيمة العسرة الكلية (مشكور، 2002؛ العزاوي، 2008؛ الغانمي وآخرون، 2009). كما ان تفوق قيم العسرة على قيم القاعدية يشير الى وجود ايونات اخرى غير الكاربونات والبيكاربونات مثل الكلوريدات والكبريتات والنترات والتي تكون عسرة غير كاربونية (علكم، 2001؛ اللامي وآخرون، 2001). وما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط طردية ($r=0.386$ ، $r=0.755$) مع الكلوريدات والكبريتات على التوالي.

وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (التميمي، 2004؛ Mustafa, 2006).

١٣ - الكالسيوم والمغنسيوم:

يعد ايوني الكالسيوم والمغنسيوم من اهم مسببات العسرة (منظمة الصحة العالمية، 1997). كما ان التغيرات في تركيز هذه الايونات في المياه الطبيعية يعود الى طبيعة التربة والصخور التي تمر عليها المياه (Lind, 1979).

اظهرت نتائج الدراسة تأثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع قيمة الكالسيوم والمغنسيوم (Al-Hidari *et al.*, 1998؛ العزاوي، 2008).

كما اظهرت النتائج ارتفاعاً في قيم الكالسيوم خلال الاشهر الحارة اذ سجلت اعلى القيم في جميع المحطات خلال تموز 2011 وقد يعزى ذلك الى زيادة معدلات التبخر وبالتالي زيادة تركيز الأملاح (كزار، 2009). او قد يعزى الى زيادة تحلل المواد العضوية التي تزيد من تركيز ثنائي اوكسيد الكربون وبالتالي الزيادة في تحول كاربونات الكالسيوم غير الذائبة الى بيكاربونات

الكالسيوم الذائبة (Salpekar, 2008). ولعل ما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط طردية (r=0.681 ، r=0.399) مع حرارة الماء وثنائي اوكسيد الكربون على التوالي. في حين اظهر المغنسيوم انخفاضاً خلال الاشهر الحارة اذ سجلت اقل القيم خلال تموز 2011 وقد يعزى ذلك الى استهلاكه من قبل الهائمات النباتية (الزبيدي، 2012). او نتيجة لترسبه على شكل كبريتات المغنسيوم وبالتالي انخفاض تركيزه في المياه (حسن، 1998). اذ سجلت الدراسة الحالية ارتفاعاً في تركيز الكبريتات خلال نفس الفترة ولعل ما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط عكسية (r=-0.128) بين المغنسيوم والكبريتات. وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (الجهصاني، 2003؛ التميمي، 2006).

١٤ - الصوديوم والبوتاسيوم:

يعد الصوديوم احد العناصر المسببة للملوحة في المياه (السعدي، 2006). كما ان تركيزه بالنسبة للفلزات الأخرى في المياه يلعب دوراً مهماً في الزراعة اذ يؤثر على تنافذ الماء والأملاح خلال التربة (عباوي و حسن، 1990). في حين يعد البوتاسيوم قليل الضرر فيما عدا كونه يدخل في زيادة قيمة المواد الصلبة الذائبة (منظمة الصحة العالمية، 1997). وقد اظهرت نتائج الدراسة تأثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع قيم الصوديوم والبوتاسيوم في مياه النهر وهذا ناتج عن احتوائها على كميات مؤثره من الصوديوم والبوتاسيوم (Agarwal, 2009a). وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (الجهصاني 2003؛ Mustafa, 2006).

١٥ - الكلوريد:

يعد ايون الكلوريد من الايونات الشائعة التواجد في المياه الطبيعية ويختلف تركيزه بالأعتماد على طبيعة وتركيز الكلوريد في التكوينات الجيولوجية التي تمر عليها المياه (منظمة الصحة العالمية، 1997). وقد سجلت نتائج الدراسة الحالية تأثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع قيمة الكلوريد في مياه النهر وهذا ناتج عن احتوائها على تراكيز عالية من الكلوريد (WHO, 1997) ؛ (Ambasht and Ambasht, 2008). كما ان مطروحات الانسان تحتوي على تراكيز عالية من الكلوريد ولذا فان ارتفاع تركيزه في المياه السطحية يمكن ان يستخدم كدليل على التلوث البرازي (Salpekar, 2008).

وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (Al-Haidari *et al.*, 1998) ؛ Mustafa, (2006).

١٦ - الكبريتات:

اظهرت نتائج الدراسة الحالية ارتفاعاً واضحاً في قيم الكبريتات في المحطة الثانية ويعزى ذلك الى طرح مياه الصرف الصحي الى النهر (Ambasht and Al-Haidari *et al.*, 1998) ؛ (Ammasht, 2008). اذ تحتوي الفضلات المنزلية على مواد عضوية حاوية على الكبريت مثل الميثيونين والليستين والتي تضيف تراكيز عالية من الكبريت عند تحللها بفعل الاحياء المجهرية (حسين وآخرون، 2006). ولعل ما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط طردية ($r=0.220$) مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين.

كما سجلت تراكيز الكبريتات ارتفاعاً خلال الاشهر الحارة في جميع محطات الدراسة وقد يعزى هذا الارتفاع في قيم الكبريتات الى زيادة نشاط الاحياء وزيادة عمليات التبخر وتركيز الاملاح (ابراهيم، 2005).

وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (التميمي، 2004؛ التميمي، ٢٠٠٦).

١٧ - الامونيا والنترت والنترات الفعالة:

يعد النتروجين بأشكاله المختلفة مثل النترات والنترت والامونيا ومختلف الأشكال العضوية من العناصر الأكثر تأثيراً في الانظمة البيئية المائية (Ambasht and Ambasht, 2008). فهو احد العناصر الرئيسية لنمو الكائنات الحية والذي يؤخذ من قبل النباتات اثناء نموها ويستخدم في بناء المركبات البروتينية للنبات والاحياء الأخرى (WHO, 1997).

إلا ان المشكلة تبرز عندما يزداد تركيز مركبات النتروجين وخصوصاً النترات الى جانب وجود الفوسفات مما يؤدي الى حدوث ظاهرة الاثراء الغذائي Eutrophication والتي ينتج عنها تأثيرات سلبية على الانظمة البيئية المائية والاحياء المتواجدة فيها (السعدي وآخرون، 1986). وبالإضافة الى ذلك فان أكسدة الأشكال المختزلة من النتروجين (الامونيا) الى نترت ومن ثم الى نترات ينتج عنه زيادة في استهلاك الاوكسجين المذاب مؤدياً الى انخفاض تركيزه في البيئة المائية (Salpekar, 2008).

ان زيادة تركيز الامونيا في المياه يستخدم بشكل شائع كدليل على التلوث البرازي (Ali,2010). كما ان زيادة النترت يعطي دليلاً كافياً على تدهور نوعية المياه كنتيجة لدخول فضلات الصرف الصحي الى النهر (Shraddha *et al.*, 2011).

وقد اظهرت نتائج الدراسة الحالية تأثيراً واضحاً ل طرح مياه الصرف الصحي في رفع تركيز الامونيا والنترت في مياه النهر (المالكي وآخرون، 2006؛ الاماره وآخرون، 2008). اذ تجاوز اقل تركيز للامونيا في جميع محطات الدراسة القيمة التي تسبب تأثيرات سامة مزمنة للاسماك 0.01 ملغرام/لتر، في حين تجاوزت اقل التراكييز المسجلة في المحطة الثانية اقل قيمة قاتلة للاسماك 0.2 ملغرام/لتر (Walstad, 1999). بالاضافة الى تجاوزها محددات منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب (WHO, 1997). اذ ان تحلل المحتوى العالي من المواد العضوية في مياه الفضلات يؤدي الى تكوين كميات كبيرة من الامونيا اولاً ومن ثم أكسدتها الى نترت ثم الى نترات بالاعتماد على كمية الاوكسجين المتوفرة (WHO, 1997). وما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط قوية بين كل من الامونيا والنترت ($r=0.908$ ، $r=0.651$) مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين.

في حين سجلت النتائج انخفاضاً في تركيز النترات في المحطة الثانية والمحطات اللاحقة مقارنةً بالمحطة الاولى وهذا ناتج عن انخفاض تركيزها في مياه الصرف الصحي المطروحة الى النهر وقد يعزى ذلك الى عدم كفاءة المعالجة الثانوية (الحيوية) داخل محطة المعالجة في توفير الاوكسجين والوقت اللازم لأكسدة الامونيا والنترت الناتجة من تحلل المواد العضوية الى نترات قبل طرحها الى النهر في المحطة الثانية (Peirce et al., 1998). وهذا ما لوحظ من ازدياد في تركيز النترات في المحطة الثالثة والرابعة نتيجة لتوفر الاوكسجين وازدياد أكسدة الامونيا والنترت ولعل ما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط طردية ($r=0.642$) للنترات مع الاوكسجين المذاب وعكسية ($r=-0.366$ ، $r=-0.434$) مع الأمونيا والنترت على التوالي.

كما سجلت النتائج انخفاضاً في قيم الامونيا والنترات خلال الاشهر الحارة وقد يعزى الانخفاض في تركيز الامونيا الى زيادة استهلاكها من قبل الهائمات والنباتات المائية (منظمة الصحة العالمية، 1997). او من قبل الاحياء المجهرية من اجل الحصول على الطاقة الناتجة من أكسدتها (المشكور، 1999). ولعل ما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط طردية ($r=0.700$) مع العدد الكلي للبكتريا. او نتيجة لتحررها على شكل غاز الى الغلاف الجوي فقد ذكر Ibanez وآخرون (2007) ان الامونيا تتحرر بشكل غاز الى الهواء الجوي من البيئة المائية في الظروف القاعدية وهذا ما لوحظ في الدراسة الحالية من زيادة في قيم الاس الهيدروجيني خلال الاشهر الحارة وما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط عكسية ($r=-0.207$) بين الامونيا والاس الهيدروجيني.

اما الانخفاض في تركيز النترات خلال الاشهر الحارة فقد يعزى الى زيادة استهلاكها من قبل الهائمات النباتية (الياسري، 2009). او قد يعزى الى ارتفاع درجة الحرارة وزيادة اختزال النترات الى نترت بسبب الانخفاض في تركيز الاوكسجين المذاب (Shrimali and Singh,

2001). ولعل ما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط عكسية ($r=-0.711$) مع حرارة الماء وطرديّة ($r=0.642$) مع الاوكسجين المذاب. وهذا يفسر ايضاً الزيادة في تركيز النتريت خلال تلك الفترة اذ سجلت النتائج وجود علاقة ارتباط عكسية ($r=-0.646$) بين النتريت والاكسجين المذاب وهذا يتفق مع (ابراهيم، 2005؛ الزبيدي، 2012). وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (الجهصاني، 2003؛ التيمي، 2004؛ التيمي، 2006).

١٨ - الفوسفات الفعالة:

يعد الفسفور احد المغذيات الرئيسية المهمة اذ يمثل عنصراً وسطياً في عمليات ايض الطاقة لكل الكائنات الحية (Schulze *et al.*, 2005). الا ان وجوده في الماء غير مرغوب فيه اذ يعد من العوامل المحددة التي تؤدي زيادتها الى حدوث ظاهرة الاثراء الغذائي والتي تجعل المياه غير ملائمة للحياة المائية (Adedokun *et al.*, 2008). وقد اظهرت النتائج تأثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع قيمة الفوسفات في مياه النهر ويعزى ذلك الى احتوائها على كميات كبيرة من المنظفات الغنية بالفوسفات (الناشي، 2002؛ علي، 2009). بالاضافة الى تحلل الفضلات والمواد العضوية التي تحتوي على الفسفور في تركيبها (Ibanez *et al.*, 2007). ولعل ما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط قوية ($r=0.939$) مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين. وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (الجهصاني، 2003؛ سبتي، 2005).

٤-٢ - الكربون العضوي الكلي TOC :

يعد تقدير الكربون العضوي الكلي TOC مقياساً لتحديد كمية المادة العضوية في الرواسب (Forstner and Wittmann, 1981). والتي تلعب دوراً مهماً في تراكم وتحرير مختلف الملوثات في البيئة المائية (Al-Khafaji, 1996). وقد اظهرت النتائج تذبذباً في قيم الكربون العضوي الكلي خلال مدة الدراسة وقد يعزى ذلك الى تأثير العوامل البيئية المختلفة مثل درجة الحرارة التي تلعب دوراً مهماً في نشاط الاحياء المحللة للمواد العضوية في الرواسب (الفتلاوي، 2011). اذ سجلت النتائج علاقة ارتباط عكسية ($r=-0.023$) مع حرارة الماء. او قد يعزى الى الاختلاف في كثافة النباتات المائية بين محطات

الدراسة والتي تعمل على زيادة تراكم الكائنات الميتة والمواد العضوية العالقة وبالتالي زيادة تركيزها في الرواسب (كزار، 2009).

وقد سجلت النتائج اعلى القيم في المحطة الثانية الذي قد يعزى الى طرح مياه الصرف الصحي الغنية بالمواد العضوية الى النهر اذ سجلت علاقة ارتباط طردية ($r=0.419$) بين الكاربون العضوي في الرواسب والمتطلب البايوكيميائي للاوكسجين. وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (التميمي، ٢٠٠٦؛ الفنراوي، 2010).

٤-٣- التحليل الحجمي لحبيبات الرواسب:

تلعب النسبة المئوية لمكونات الرواسب دوراً مهماً في تحديد نوعية الرواسب وخصائصها الفيزيائية والكيميائية، اذ انها تؤثر في قابلية الرواسب على الاحتفاظ بأيونات العناصر والاملاح والمواد العضوية كماً ونوعاً (السعدي، ٢٠٠٦). فكلما قل قطر الحبيبات كلما ازدادت قابليتها على الاحتفاظ بكميات اكبر من العناصر الثقيلة وهذا ناتج عن زيادة المساحة السطحية كلما قل قطر الحبيبات وبالتالي زيادة مساحة الامتزاز (Forstner and Wittmann, 1981). بالاضافة الى ماتظهره دقائق الطين ذات الشحنة السالبة (anions) من إلفة قوية مع العناصر الثقيلة الموجبة الشحنة (cations) (Murck, 2005). وقد اظهرت النتائج تقارباً في النسبة المئوية لمكونات الرواسب اذ كانت نسجة الرواسب رملية في جميع محطات الدراسة وقد يعزى ذلك الى تشابه طبيعة القاع في محطات الدراسة بسبب قربها من بعضها البعض.

٤-٤- العناصر الثقيلة:

تدخل العناصر الثقيلة الى الانهار من مصادر مختلفة قد تكون طبيعية مثل انجرافات التربة وتعرية الصخور وتساقط المواد الدقائقية من الغلاف الجوي بشكل دقائق صلبة او مع الامطار، او من مصادر بشرية مثل التعدين وطرح مياه الفضلات المنزلية والصناعية غير المعالجة واستخدام المخصبات والمبيدات الحاوية على العناصر الثقيلة في الزراعة (Reza and Singh, 2010).

وخلافا للملوثات العضوية التي تدخل المياه فان عمليات التحلل الحيوي لا تستطيع ان تزيل العناصر الثقيلة من البيئة المائية (Vukovic et al., 2002). ولذا فانها تسبب العديد من التأثيرات السامة على مستويات مختلفة من الكائنات الحية في السلسلة الغذائية وصولاً الى الانسان في نهاية السلسلة (Blo et al., 2002).

٤-٤-١- العناصر الثقيلة الذائبة والدقائقية في الماء:

اظهرت النتائج تأثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع تركيز كل من الكروم والرصاص الذائبين مقارنةً بالمحطة الاولى، في حين لم يظهر لها تاثير بالنسبة لعناصر الكاديوم والنحاس الذائبين.

وقد يعزى الارتفاع في تركيز الكروم في مياه الصرف الصحي الى الاصباغ الموجودة في الملابس القطنية والصوفية والسجاد (Ambshat and Ambshat, 2008). او من اذابة الكروم الموجود في السيراميك نتيجة لاستخدام بعض المنظفات الحاوية على الحوامض (WHO, 1997). كما اشار Forstner and Wittmann (١٩٨١) نقلاً عن (Angino et al., 1970) ان استخدام بعض انواع المنظفات الانزيمية قد تضيف كميات من بعض العناصر كالكروم. كما ان الانجرافات من المدن الى شبكة المجاري تعد من اهم مصادر الكروم في مياه الصرف الصحي (Agarwal, 2009b).

اما الرصاص في مياه الصرف الصحي فقد ياتي من عدة مصادر مثل الانابيب المعدنية الحاوية على الرصاص والتي تستخدم في نقل المياه (عباوي وحسن، ١٩٩٠) او انابيب PVC التي تحتوي على الرصاص (WHO, 1997). كما ان اماكن وورش غسل وتصليح السيارات تطرح كميات كبيرة من زيوت المحركات والوقود الحاوية على الرصاص الى شبكة المجاري (جمعة والانباري، ٢٠١٠) بالاضافة الى ان ورش تصليح البطاريات السائلة القابلة لاعادة الشحن والمنتشرة بكثرة قد تطرح كميات كبيرة من الرصاص الى شبكة المجاري (Bradl, 2005). كما ان استخدام خلاص الرصاص في عمليات الطباعة قد تضيف كميات من الرصاص الى مياه الصرف الصحي (منظمة الصحة العالمية، ١٩٩٧). وقد تكون الانجرافات من المدينة الى شبكة المجاري والتي تجرف معها كميات كبيرة من مركبات الرصاص الناتجة من احتراق وقود المركبات من اهم مصادر الرصاص في مياه الصرف الصحي (Al-Tae et al., 2007).

وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (Al-Zaidi and Al-Rekabi, 1996). كما اظهرت النتائج وجود تغيرات شهرية في تراكيز العناصر الثقيلة الذائبة في المياه اذ لوحظ زيادة في تركيزها مع زيادة درجة الحرارة خلال الاشهر الحارة وقد يعزى ذلك الى الزيادة في النشاطات البشرية المختلفة مثل زيادة الاستخدامات المنزلية للمياه وبالتالي زيادة معدلات طرح مياه الصرف الصحي او زيادة النشاطات الزراعية وخصوصاً استخدام الاسمدة والمبيدات (Papafilippaki et al., 2007). او قد يعزى الى زيادة عمليات التبخر مع ارتفاع درجات

الحرارة مما يؤدي الى زيادة في تركيز العناصر الثقيلة (الطائي، ١٩٩٩). وهذا يتفق مع دراسة (علكم، ٢٠٠٢؛ الفتلاوي، ٢٠٠٥؛ كزار، ٢٠٠٩).

اما العناصر الثقيلة الدقائقية فقد سجلت نتائج الدراسة الحالية ارتفاع تراكيزها مقارنةً بالعناصر الذائبة وقد يعزى ذلك الى ميل اغلب العناصر الى الامتزاز على المواد الدقائقية العالقة في المياه (Nguyen *et al.*, 2005 ؛ Saeedi *et al.*, 2004).

وقد اظهرت النتائج تأثيراً واضحاً لطرح مياه الصرف الصحي في رفع تركيز العناصر الثقيلة الدقائقية وقد يعزى ذلك الى ارتباطها مع المواد العضوية العالقة الموجودة بكميات كبيرة في مياه الصرف الصحي (Zhu *et al.*, 2005). اذ اظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط طردية ($r=0.183$ ، $r=0.169$ ، $r=0.370$ ، $r=0.682$) بين كل من الكروم والكادميوم والرصاص والنحاس الدقائقية على التوالي مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين. او قد يعزى ذلك الى الظروف الاختزالية الناتجة من انخفاض تركيز الاوكسجين مما يؤدي الى زيادة في تكوين كبريتات العناصر غير الذائبة (Bradl, 2005). كما ان الامتزاز على سطوح او الامتصاص داخل خلايا الاحياء المجهرية المختلفة كالبكتريا والفطريات والخمائر والطحالب قد يلعب دوراً مهماً في ازدياد تركيز العناصر الثقيلة الدقائقية (Ahalya *et al.* ؛ Schneider *et al.*, 2001) (Martins *et al.*, 2008 ؛ *al.*, 2003). اذ سجلت النتائج وجود علاقة ارتباط طردية ($r=0.123$ ، $r=0.203$ ، $r=0.332$ ، $r=0.517$) بين كل من الكروم والكادميوم والرصاص والنحاس الدقائقية على التوالي مع العدد الكلي للبكتريا.

كما سجلت النتائج تغايراً شهرياً في تركيز العناصر الثقيلة الدقائقية اذ سجلت الاشهر الحارة انخفاضاً في تركيزها وقد يعزى ذلك الى الزيادة في ذوبانية العناصر عند ارتفاع درجة الحرارة (Salpekar, 2008). او قد يعزى الى زيادة موت وتحلل الاحياء المجهرية العالقة والهائمات النباتية والمواد العضوية وبالتالي انخفاض تركيز العناصر الثقيلة في الحالة الدقائقية، وهذا يتفق مع ما اوضحته الدراسة الحالية من انخفاض في قيم المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين خلال الاشهر الحارة. وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (Al-Khafaji, 1996) ؛ الطائي، (١٩٩٩).

٤-٤-٢- العناصر الثقيلة المتبادلة والمتبقية في الرواسب:

تعد الرواسب من الادلة الجيدة المستخدمة لمراقبة الانظمة البيئية المائية (Nasr *et al.*, 2006). لذا فان تلوثها بدأ يأخذ اهتماماً متزايداً لكونه مصدر الاجهاد الرئيس في صحة النظام البيئي.

(Aderinola *et al.*, 2009). كما ان سمية العناصر وحركتها تعتمد على نوع وتركيب هذه العناصر وارتباطها مع الرواسب (Lin *et al.*, 2003).

ويعد تصريف مياه الصرف الصحي والفضلات الصناعية والانجرافات من المدن والترسيب الجوي من اهم مصادر العناصر الثقيلة الملوثة للرواسب (Kumar *et al.*, 2008 ؛ Rao *et al.*, 2011).

اظهرت نتائج الدراسة الحالية ان الرواسب يمكن ان تصنف على انها من النوع شديد التلوث بعنصر الكروم في جميع محطات واشهر الدراسة ومن النوع متوسط التلوث بعنصر النحاس في المحطة الثانية خلال كانون الثاني وشباط ونيسان وآيار وتموز وآب وايلول وفي المحطة الثالثة خلال كانون الثاني والمحطة الرابعة خلال كانون الثاني وشباط وفقاً لمحددات وكالة حماية البيئة الامريكية القياسية للرواسب ملحق (٢).

كما بينت النتائج ان التركيز الكلي ملحق (٥) لعنصر الكروم في الرواسب قد تجاوز اقل مدى مؤثر على الكائنات الحية (ERL) Effect Range-Low والمحدد من قبل الادارة القومية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) في جميع محطات واشهر الدراسة، اما عنصر الكاديوم في الرواسب فقد تجاوز اقل مدى مؤثر (ERL) في المحطة الاولى خلال تشرين الاول والمحطة الثانية خلال آيار وحزيران وتموز وآب وايلول وتشرين الاول وتشرين الثاني والمحطة الثالثة خلال حزيران وتشرين الاول وتشرين الثاني والمحطة الرابعة خلال حزيران وايلول وتشرين الاول وتشرين الثاني ملحق (٣).

وقد سجلت نتائج الدراسة الحالية ارتفاعاً في تراكيز العناصر الثقيلة المتبادلة في الرواسب في المحطة الثانية مقارنةً بالمحطة الاولى وهذا ناتج عن طرح مياه الصرف الصحي الملوثة بالعناصر الثقيلة الى النهر (الدهيمي، ٢٠٠٦؛ كزار، ٢٠٠٩). وقد يعزى ذلك الى طرح كميات كبيرة من المواد العضوية التي تعمل على تكوين معقدات مع العناصر الثقيلة ومن ثم ترسيبها (Abdel-Satar, 2005).

او قد يعزى ذلك الى نقص الاوكسجين المذاب وتوفر الظروف الاختزالية والتي تؤدي الى زيادة كمية الكبريتيد والمواد العضوية في الرواسب والتي تميل الى الاحتفاظ بالعناصر الثقيلة الموجودة في الماء مما يزيد من تركيزها في الجزء المتبادل من الرواسب (Defew *et al.*, 2005). ولعل ما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط عكسية ($r=-0.449$ ، $r=-0.384$ ، $r=-0.433$) بين كل من الكروم والكاديوم والرصاص والنحاس المتبادل على التوالي مع الاوكسجين المذاب.

وعلى العكس من ذلك لم يظهر تأثير واضح لطرح مياه الصرف الصحي على تركيز العناصر الثقيلة المتبقية في الرواسب اذ سجلت النتائج تذبذباً طفيفاً في تركيز العناصر المتبقية بين محطات الدراسة وقد يعزى ذلك الى عدم تاثرها بالملوثات المطروحة لكونها تدخل ضمن التراكم السليكية لمكونات الرواسب (Bradl, 2005). وبشكل عام فقد سجلت العناصر الثقيلة المتبقية تركيزاً اعلى مما في الجزء المتبادل من الرواسب وهذا يتفق مع (الطائي، ١٩٩٩). كما اظهرت النتائج ان تركيز العناصر الثقيلة في الرواسب قد ارتفع خلال الاشهر الحارة وقد يعزى ذلك الى تكوين كاربونات واوكسيدات وهيدروكسيدات وسليكات هذه العناصر وبالتالي ترسيبها نتيجة لارتفاع قيمة الاس الهيدروجيني (Agarwal, 2009b). اذ سجلت الدراسة الحالية ارتفاعاً في قيم الاس الهيدروجيني خلال الاشهر الحارة كما ذكر سابقاً. وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (Al-Zaidi and Al-Rekabi, 1996 ؛ الزبيدي، ٢٠١٢).

٤-٤-٣- العناصر الثقيلة في نبات القصب *P. australis* :

ان استخدام النباتات كأدلة حيوية لمراقبة تلوث المياه اصبح من الامور المسلم بها (Wolverton and McDonald, 1978). اذ ان معظم النباتات المائية لها القابلية على اخذ العناصر الثقيلة الموجودة في الماء او الرواسب عن طريق نظامها الجذري (Forstner and Wittmann, 1981). ونظراً لقابليتها على تركيز العناصر الثقيلة فان النباتات المائية يمكن ان تستخدم كدليل حيوي على تلوث الانظمة البيئية المائية بهذه العناصر (Narain et al., 2011). ويعد القصب من النباتات المعمرة الواسعة الانتشار في العالم والتي تمتاز بمقاومتها للظروف البيئية المتطرفة والتلوث بالعناصر الثقيلة السامة (Ye et al., 1997). ففي بعض اجزاء العالم يعد نبات القصب من المكونات المهمة للنظام البيئي السليم بالاضافة الى انه يساهم في دعم اقتصاديات الانسان من خلال دخوله في الصناعة واستخدامه كعلف، ومن جانب آخر يعد كنبات غازي ومضر، اما بالنسبة للعلماء والمتخصصين في مجال البيئة فان نبات القصب يستخدم كدليل على تدهور الانظمة وفساد المواطن البيئية في حين يعده بعض العلماء على انه دليل على قوة الطبيعة على مقاومة الظروف غير الملائمة (Ludwig et al., 2003). ونظراً لقابليته على امتصاص ومراكمة العناصر الثقيلة داخل انسجته فانه من النباتات الشائعة الاستخدام في معالجة مياه الفضلات (Lee and Scholz, 2007). وقد استخدم نبات القصب من قبل العديد من الباحثين كدليل حيوي على تلوث الانظمة البيئية المائية بالعناصر الثقيلة (الحيدري، ٢٠٠٣ ؛ Pelechaty, 2003 ؛ Ali et al., 2008 ؛ سلمان وآخرون، ٢٠١٠).

اظهرت نتائج الدراسة ارتفاعاً في تركيز العناصر الثقيلة في نبات القصب في المحطة الثانية وهذا ناتج عن طرح مياه الصرف الصحي الحوية على العناصر الثقيلة، كما بينت النتائج ان تراكيز العناصر في نبات القصب كانت اعلى من تراكيزها الذائبة في الماء والمتبادلة في الرواسب وهذا يتفق مع (الطائي، ١٩٩٩؛ سلمان، ٢٠٠٦؛ الغانمي، ٢٠١١). كما ان وجود علاقة ارتباط طردية بين تركيز هذه العناصر في نبات القصب وتركيزها في الجزء الذائب من الماء والمتبادل من الرواسب يؤكد امكانية استخدام هذه النباتات كأدلة حيوية لاعطاء صورة عن مدى تلوث النهر بالعناصر الثقيلة المطروحة من مصادر مختلفة وخصوصاً طرح مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة.

ومن ملاحظة معامل التركيز الاحيائي BCF لنبات القصب نجد انه قد ركز عناصر الكروم والكاديوم والرصاص والنحاس بمقدار (١،٤٧، ١١،١٢، ٥،٨٧، ٤،٦٦) مرة مقارنةً بتركيزها في الماء على التوالي، كما اظهرت النتائج ان قيم معامل التركيز الاحيائي BCF كانت اعلى من قيم معامل الترسيب الاحيائي BSF جدول (١٣) مما يشير الى ان العناصر الثقيلة الذائبة في الماء تكون اكثر تأثيراً على الاحياء كونها متوفرة حيويّاً وقابلة للامتصاص والتركيز في داخل اجسام الكائنات الحية ومنها نبات القصب اكثر من تلك المرتبطة مع الرواسب.

وقد اظهرت النتائج ان تركيز العناصر الثقيلة في نبات القصب قد ارتفعت مع ازدياد درجة الحرارة وقد يعزى ذلك الى ان النموات الجديدة من نبات القصب تبدأ خلال الربيع ومن ثم يزداد تركيز هذه العناصر مع استمرار نموها خلال الاشهر اللاحقة (Al-Saadi *et al.*, 1999). وعلى العكس من ذلك فقد اظهر النحاس انخفاضاً خلال الاشهر الحارة وقد يعزى ذلك الى ما لوحظ من ارتفاع في قيم الاس الهيدروجيني خلال الاشهر الحارة والذي يعمل على تكوين طبقة من اكاسيد وهيدروكسيدات الحديد تغلف جذور نبات القصب تعرف بالـ Iron plaques والتي تعمل على اختزال قابلية نبات القصب على امتصاص عنصر النحاس (Batty *et al.*, 2000). وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (علكم، ٢٠٠٢؛ الحيدري، ٢٠٠٣؛ الغانمي، ٢٠١١).

٤-٤-٤- العناصر الثقيلة في القوقع *V. bengalensis* :

غالبا ما تستخدم الكائنات الحية في تقييم تلوث الانظمة البيئية المائية وذلك لانها تعطي صورة اكثر دقة عن حالة التلوث وتأثيراته من الاختبارات الفيزيائية والكيميائية (Sinha *et al.*, 1989). وقد استخدمت النواع كأدلة حيوية لمراقبة تلوث الانظمة المائية بالعناصر الثقيلة من

قبل العديد من الباحثين وذلك لقدرتها على تركيز هذه العناصر داخل اجسامها (Gbaruko and Friday, 2007 ؛ Yuzereroglu *et al.*, 2010).

اظهرت نتائج الدراسة الحالية ان تركيز عنصر الكروم والرصاص في القوقع *V.bengalensis* اظهر ارتفاعاً في المحطة الثانية مقارنةً بالمحطة الاولى وهذا ناتج عن الارتفاع في تركيز الكروم والرصاص الذائب الناتج عن طرح مياه الصرف الصحي الذي لوحظ في المحطة الثانية وما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط قوية ($r=0.963$ ، $r=0.794$) بين الكروم والرصاص الذائبين في الماء وتركيزهما في القوقع على التوالي.

في حين اظهر الكاديوم تذبذباً في تركيزه وقد يعزى ذلك الى التذبذب الذي لوحظ في تركيز الكاديوم الذائب، اما النحاس فقد اظهر انخفاضاً في تركيزه وقد يعزى ذلك الى الانخفاض الذي لوحظ في تركيز النحاس الذائب في المحطة الثانية اذ سجلت علاقة ارتباط معنوية ($r=0.210$) بين النحاس في القوقع وتركيزه الذائب في الماء. ان ما لوحظ من ارتفاع وانخفاض في تركيز العناصر الثقيلة في القوقع وعلاقتها بارتفاع وانخفاض تراكيزها الذائبة في الماء يشير الى امكانية القوقع *V. bengalensis* على اعطاء صورة واضحة عن حالة التلوث في مياه النهر.

كما سجل معامل التركيز الاحيائي BCF في القوقع قيماً اعلى مما سجله نبات القصب بالنسبة للكروم والكاديوم والنحاس في حين كانت القيم متقاربة بالنسبة للرصاص وهذا قد يدل على ان استخدام القوقع *V. bengalensis* كدليل حيوي على تلوث النهر بالعناصر الثقيلة افضل من استخدام نبات القصب *P. australis*.

كما اظهرت النتائج ارتفاعاً في تركيز الكروم والكاديوم خلال الاشهر الحارة وقد يعزى ذلك الى الارتفاع الذي لوحظ في تراكيزها الذائبة خلال تلك الفترة، او قد يعزى الى ازدياد قابلية القوقع على التركيز الحيوي لهذه العناصر مع ارتفاع درجة الحرارة (USEPA, 2000). وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (كزار، ٢٠٠٩).

٤-٥- البكتريا الدالة على التلوث :

يؤدي طرح مياه الصرف الصحي الى المياه المستقبلية بشكل عام الى ازدياد في اعداد البكتريا (الناشي، ٢٠٠٢). اذ تحتوي المياه الملوثة بفضلات الصرف الصحي على العديد من العوامل الممرضة كالبكتريا والفايروسات والطفيليات التي تنتقل مباشرة الى المستهلكين اثناء شرب الماء مما يؤدي الى حدوث العديد من الامراض (نظام وحمد، ٢٠٠١). كما ان السباحة في مثل هذه المياه تؤدي الى الاصابة بالعديد من الامراض المعوية وغير المعوية (Marino *et al.*, 1995).

وقد بينت نتائج الدراسة الحالية ان طرح مياه الصرف الصحي ادى الى ارتفاع في اعداد البكتريا الدالة على التلوث (العدد الكلي للبكتريا والعدد الكلي لبكتريا القولون وبكتريا القولون البرازية وبكتريا المسبقيات البرازية) اذ تجاوزت اعداد هذه البكتريا المحددات العراقية والعالمية للمياه المستخدمة لاغراض الشرب ملحق (١)، بل انها تجاوزت الحدود الموصى بها للمياه المستخدمه لاغراض السباحة والترفيه ملحق (٤)، وهذا يؤكد احتمالية وجود العديد من الاحياء الممرضة التي تسبب امراضاً مختلفة لمستخدمي هذه المياه (Pepper and Gerba, 2004).

اذ اظهرت النتائج ارتفاعاً في العدد الكلي للبكتريا وبكتريا القولون الكلية والبرازية والمسبقيات البرازية في المحطة الثانية مقارنةً بالمحطة الاولى تبعثها في ذلك المحطة الثالثة ثم الرابعة ويعزى ذلك الى طرح مياه الصرف الصحي غير المعالجة والتي تحتوي على اعداد كبيرة من البكتريا، كما ان احتواء مياه الصرف الصحي على كميات كبيرة من المواد العضوية يوفر بيئة ملائمة لنمو وتكاثر هذه البكتريا (العزاوي، ٢٠٠٨). وما يؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط طردية ($r=0.494$ ، $r=0.501$ ، $r=0.509$ ، $r=0.813$) بين كل من العدد الكلي للبكتريا وبكتريا القولون الكلية والبرازية والمسبقيات البرازية على التوالي مع المتطلب البايوكيميائي للاوكسجين.

وقد اظهرت نتائج الدراسة انخفاضاً في العدد الكلي للبكتريا خلال الاشهر الحارة وقد يعزى ذلك الى ارتفاع درجة الحرارة التي تؤدي الى قتل عدد كبير من البكتريا (Wada, 1994). او قد يعزى ذلك الى الانخفاض في تركيز الاوكسجين المذاب اذ ان معظم الاجناس البكتيرية الموجودة في المياه هي هوائية (Bitton, 2005). وهذا قد يفسر الارتفاع الذي لوحظ في الانواع البكتيرية الاخرى (FS ، FC ، TC) اذ تمتاز بكتريا القولون البرازية والمسبقيات البرازية بقدرتها على تحمل الحرارة اذ بإمكانها النمو بدرجة حرارة 44.5°C (APHA, 2003). كما تعد بكتريا القولون لاهوائية اختيارياً *Facultative anaerobes* والمسبقيات البرازية من النوع المحب للكميات القليلة من الاوكسجين *Microaerophilic bacteria* ولذلك بإمكانها النمو في ظروف قليلة الاوكسجين (Hill, 2005) وقد توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (العلياوي والناشي، ٢٠٠١؛ التميمي، ٢٠٠٤).

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- ١- ان طرح مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة كان له تأثيرٌ سلبيٌّ على نوعية مياه نهر الديوانية وهذا ناتج عن عدم كفاءة محطة المعالجة في ازالة الملوثات او عدم وجود معالجة في بعض الاوقات.
- ٢- ادى طرح مياه الصرف الصحي الى ارتفاع في اغلب المعايير المدروسة والتي تجاوز بعضها المحددات العراقية لنظام صيانة الانهار والمحددات العراقية والعالمية للمياه المستخدمة لاغراض الشرب.
- ٣- ادى طرح مياه الصرف الصحي الى ازدياد في تراكيز العناصر الثقيلة في الحالة الذائبة والدقائقية في مياه النهر والذي سبب زيادة تراكيزها في الرواسب وفي انسجة الاحياء من نباتات وحيوانات.
- ٤- ادى طرح مياه الصرف الصحي الى ارتفاع في جميع انواع البكتريا الدالة على التلوث المدروسة، فقد تجاوزت المحددات العراقية والعالمية للمياه المستخدمة لاغراض الشرب كما انها تجاوزت الحدود المسموح بها للمياه المستخدمة لاغراض السباحة والترفيه.
- ٥- ان ما لوحظ من انخفاض في قيم بعض الخصائص المدروسة في المحطة الرابعة يشير الى قابلية النهر على تنقية نفسه من الملوثات بوساطة بعض العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية.

التوصيات:

- ١- تطوير منظومات جمع ومعالجة فضلات الصرف الصحي واعطائها الاولوية التي تستحقها كونها تعد مصدراً مهماً من مصادر تلوث المياه السطحية والجوفية وخصوصاً الانهار.
- ٢- وجوب اجراء معالجة فيزيائية وكيميائية وحيوية كفوءة لمياه الصرف الصحي قبل طرحها الى النهر وبخلاف ذلك وكاجراء مؤقت يمكن تصريفها الى ميازل خاصة او استخدامها في استصلاح الأراضي بدلاً من طرحها مباشرة الى النهر.
- ٣- الزام مؤسسات القطاع الخاص والعام بانشاء وحدات معالجة او ادامة الوحدات الموجودة لمعالجة فضلاتها قبل تصريفها الى شبكة المجاري العامة ومحاسبة المتجاوزين على الشبكة.
- ٤- العمل على انشاء محطة معالجة بمواصفات وطاقة تصميمية تضمن معالجة كفوءة لفضلات الصرف الصحي المصرفة من المدينة قبل طرحها الى النهر او الى أي جسم مائي.

- ٥- تجنب سحب المياه التي تستخدم كمصدر لمياه الشرب من المناطق الملوثة بمطروحات محطة معالجة مياه الصرف الصحي.
- ٦- اجراء دراسات للتحري عن بعض الملوثات الاخرى كالمبيدات والهايدروكاربونات والملوثات التي تعمل عمل الهرمونات او التي تؤثر على عملها والمحتمل تواجدها في مياه الصرف الصحي.
- ٧- زيادة الوعي البيئي من اجل الاهتمام بمنظومات المجاري وتجنب الاستخدام او السباحة في المياه القريبة من نقاط طرح مياه الصرف الصحي الى النهر.

المصادر:

- إبراهيم، اسلام محمود (٢٠٠٩). اعمال تنقية المياه. مكتبة المجتمع العربي. عمان-الاردن.
- إبراهيم، صاحب شنون (٢٠٠٠). استخدام الديدان الحلقية قليلة الاهلاب كادلة حياتية لتقييم التلوث في نهر الديوانية. رسالة ماجستير. كلية التربية- جامعة القادسية.
- إبراهيم، صاحب شنون (٢٠٠٥). التنوع الحياتي لللافقریات في نهري الدغارة والديوانية/ العراق. اطروحة دكتوراه. كلية التربية- جامعة القادسية.
- ادارة محطة المعالجة (٢٠١١). اتصال شخصي مع المسؤولين في ادارة المحطة.
- الارياي، عادل قائد علي (٢٠٠٥). تقدير بعض الخصائص النوعية والعناصر الاثرية والثقيلة في ترب ومياه مجاري مدينة الموصل وفي النباتات المروية بها وتحديد كفاءة زهرة الشمس *Helianthus annuus L.* في ازلتها. اطروحة دكتوراه. كلية العلوم-جامعة الموصل.
- الامارة، فارس جاسم محمد؛ السعد، حامد طالب وخلف، طالب عباس (٢٠٠٨). بعض الخصائص الكيماوية والفيزياوية والاملاح المغذية في مياه ساحل المخا/ اليمن ومقارنتها بالخليج العربي. مجلة ابحات البصرة، ٣٤(١):١٦-٢٧.
- الامم المتحدة (٢٠٠٣). تكنولوجيا معالجة المياه العادمة. نيويورك.
- اودم، اي بي (١٩٩٠). اسس علم البيئة. ترجمة محمد عمار الراوي واكرم خير الدين الخياط. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد.
- بشور، عصام و الصايغ، انطوان (٢٠٠٧). طرق تحليل تربة المناطق الجافة وشبه الجافة. منظمة الاغذية والزراعة (FAO)، الامم المتحدة.
- بوران، علياء حاتوع و ابودية، محمد حمدان (٢٠٠٣). علم البيئة. دار الشروق للنشر، عمان-الاردن.
- التميمي، عبد الفتاح شراد خضير (٢٠٠٤). دراسة بيئية وبكتيرية لمياه نهري دجلة وديالى جنوبي بغداد. رسالة ماجستير. كلية العلوم- جامعة بغداد.

- التميمي، عبد الناصر عبد الله (٢٠٠٦). استخدام الطحالب ادلة احيائية لتلوث الجزء الاسفل من نهر ديالى بالمواد العضوية. اطروحة دكتوراه. كلية التربية/ابن الهيثم- جامعة بغداد.
- جمعة، غفران فاروق و الانباري، رياض حسن (٢٠١٠). تقييم التلوث بالعناصر الثقيلة في الاراضي الزراعية الواقعة في منطقة جسر ديالى. المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك، ٢(٣):١٠٤-١١٦.
- الجهصاني، نوزت خلف خدر (٢٠٠٣). تأثير مياه المطر وحامات المدنية والصناعية لمدينة الموصل على نوعية مياه نهر دجلة. رسالة ماجستير. كلية العلوم- جامعة الموصل.
- حبيب، حسن عباس؛ حسين، ايمان راجي و جابر، فردوس عباس (٢٠٠٢). التغيرات نصف الشهرية لبعض المحددات البيئية لبعض الانهار في محافظة القادسية خلال النصف الاول من عام ٢٠٠١. مجلة القادسية، ٧(١):٣٨-٥٠.
- حسن، فكرت مجيد (١٩٩٨). تقييم الحالة الاغذائية في بحيرة الرزازة بدلالة الطحالب. اطروحة دكتوراه. كلية العلوم- جامعة بابل.
- حسين، صادق علي؛ الصابونجي، ازهار علي و فهد، كامل كاظم (٢٠٠٦). الخصائص البيئية لنهر الفرات عند مدينة الناصرية الاختلافات الفصلية في العوامل الفيزيائية والكيميائية. مجلة جامعة ذي قار، ٢(٢):٢-٦.
- الحيدري، محمد جواد صالح (٢٠٠٣). بعض التأثيرات البيئية لمياه الصرف الصناعي لشركة الفرات العامة للصناعات الكيميائية - سدة الهندية. رسالة ماجستير. كلية العلوم- جامعة بابل.
- الخالدي، احمد محمود فالح (٢٠١٢). دراسة العلاقة بين بعض العوامل البيئية والتغيرات النوعية والكمية للطحالب الملتصقة على بعض النباتات المائية في نهر الديوانية /العراق. رسالة ماجستير. كلية العلوم- جامعة القادسية.
- الخشاب، وفيق حسين؛ حديد، احمد سعيد؛ ومحمد، ماجد السيد ولي (١٩٨٣). الموارد المائية في العراق. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد.
- الدهيمي، مي حميد محمد (٢٠٠٦). دراسة بعض الملوثات البيئية في نهر الحلة وامكانية استخدام بعض الاحياء المائية كدلائل حيوية. رسالة ماجستير. كلية العلوم- جامعة بابل.
- الراوي، اكرم شافي؛ يحيى، عبد الغني ابراهيم والحسين، احلام عمر علي (٢٠٠٢). دراسة النوعية الميكروبية والفيزيوكيميائية لمياه الشرب في مصنعي البان في مدينة بغداد. مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة، ٥(٢):٧٤-٨٢.
- الراوي، خاشع محمود و خلف الله، عبد العزيز (١٩٨٠). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
- الربيعي، عدنان ياسين محمد (٢٠٠٢). التلوث البيئي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

- الزبيدي، ختام عباس مرهون (٢٠١٢). تأثير مخلفات معمل نسيج الديوانية على نوعية مياه ورواسب نهر الديوانية - العراق. رسالة ماجستير. كلية العلوم- جامعة القادسية.
- سبتي، حسين علي (٢٠٠٥). دراسة استخدام طرائق التهوية الميكانيكية في زيادة المحتوى الاوكسجيني للمياه المصرفة وأثرها في بعض الاحياء المائية. رسالة ماجستير. كلية التربية ابن الهيثم- جامعة بغداد.
- سرحان، عبد الرضا طه (٢٠٠٢). شحة الموارد المائية وانعكاساتها على نوعية المياه وتلوثها. مجلة القادسية، ٧(٤): ١٣٣-١٤٨.
- السعدي، حسين علي (٢٠٠٦). اساسيات علم البيئة والتلوث. دار اليازوري. عمان- الاردن.
- السعدي، حسين علي؛ الدهام، نجم قمر والحسان، ليث عبد الجليل (١٩٨٦). علم البيئة المائية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة البصرة.
- سلمان، جاسم محمد (٢٠٠٦). دراسة بيئية للتلوث المحتمل في نهر الفرات بين سدة الهندية ومدينة الكوفة - العراق. اطروحة دكتوراه. كلية العلوم- جامعة بابل.
- سلمان، جاسم محمد؛ حسن، فكريت مجيد وصالح، ميسون مهدي (2010). دراسة بيئية لاستخدام الاحياء المائية كأدلة حياتية لتلوث نهر الفرات بالعناصر الثقيلة. المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك، ٢(٣): ١٤٤-١٦٧.
- سلمان، جاسم محمد؛ لفته، صادق كاظم وجواد، حسن جميل (٢٠٠٨). دراسة لمنولوجية على نهر العباسية - العراق. مجلة القادسية، ١٣(١): ٤٨-٥٨.
- الشاوي، عماد جاسم؛ الربيعي، ايمن عبد اللطيف و عبد الله، شاكر بدر (٢٠٠٧). دراسة لمنولوجية للجزء الجنوبي لنهري دجلة والفرات ومدى تأثيرهما على الصفات الفيزيائية والكيميائية لمصب شط العرب. مجلة المعلم الجامعي، ٦(١١): ١٢٥-١٣٦.
- صالح، ميسون مهدي (٢٠٠١). التراكم الحيوي لبعض العناصر النزرة في اوراق النبات المائي *Ruppia maritima*. مجلة جامعة بابل، ٦(٣): ٤٢٧-٤٣٥.
- صبري، انمار وهبي؛ يونس، محمد حسن وسلطان، حسن هندي (٢٠٠١). التلوث البكتيري في نهر الفرات. مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة، ٤(١): ٣٠-٤٢.
- الصراف، منار عبد العزيز (٢٠٠٦). دراسة بيئية تصنيفية للهائمات النباتية في رافدي العظيم وديالى وتأثيرهما في نهر دجلة. اطروحة دكتوراه. كلية العلوم للبنات-جامعة بغداد.
- الصفدي، عصام حميد والظاهر، نعيم (٢٠٠٨). صحة البيئة وسلامتها. دار اليازوري العلمية. عمان-الاردن.
- الطائي، ميسون مهدي صالح (1999). بعض العناصر النزرة في مياه ورواسب واسماك ونباتات نهر شط الحلة. اطروحة دكتوراه. كلية العلوم- جامعة بابل.
- تلك، محمد عبد الكريم (٢٠٠٤). تحديد الملوثات في مياه ينابيع وادي حقلان ودراسة تأثيرها على نهر الفرات. مجلة العلوم والهندسة، ٥: ٦١-٧٥.

- **طلّيع، عبد العزيز والبرهاوي، نجوى ابراهيم (٢٠٠٠).** تلوث مياه نهر دجلة بالفضلات السكنية شمال مدينة الموصل. مجلة التربية والعلم، ٢١: ٢٧-٣٣.
- **طلّيع، عبد العزيز يونس (١٩٩٩).** تلوث مياه نهر دجلة ببعض الفضلات الصناعية والسكنية جنوب مدينة الموصل. مجلة التربية والعلم، ٣٥: ٥١-٥٩.
- **عباوي، سعاد عبد وحسن، محمد سليمان (١٩٩٠).** الهندسة العملية للبيئة، فحوصات الماء. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل.
- **عبد الرضا، نبيل عبد؛ حبيب، حسن عباس؛ حسين، فلاح حسن والامارة، فارس جاسم محمد (١٩٩٦).** تقييم مواصفات مياه الشرب في مدينة الديوانية. مجلة القادسية، ٢(١): ٥٣-٦١.
- **العزاوي، اثير سايب ناجي (٢٠٠٨).** دراسة بعض العوامل البيئية الملوثة لمياه نهر شط الحلة في محافظة بابل/ العراق. مجلة القادسية، ١٣(٣): ٩-١٠.
- **علكم، فؤاد منحر (٢٠٠١).** دراسة لمنولوجية لنهر الديوانية-العراق. مجلة القادسية، ٦(٢): ٦٨-٨١.
- **علكم، فؤاد منحر (٢٠٠٢).** تركيز بعض العناصر النزرة في مياه ونباتات نهر الديوانية/ العراق. مجلة القادسية، ٧(٤): ١٩٠-١٩٧.
- **علكم، فؤاد منحر وعبد، راند كاظم (٢٠٠٥).** دراسة بعض العوامل البيئية وتأثيرها على كثافة ونوعية الهائمات النباتية في نهر الديوانية. مجلة القادسية، ١٠(٢): ١٥٦-١٦٧.
- **علكم، فؤاد منحر؛ قاسم، ثائر ابراهيم و الجشعبي، خلود جميل (٢٠٠٣).** دراسة بيئية لطحالب الطين في نهر الديوانية، العراق. مجلة القادسية، ٨(١): ١٤-٢٨.
- **علي، مياده حازم محمد (٢٠٠٩).** تأثير نوعية مياه الخوصر على نهر دجلة والمعالجة الاولى لها. مجلة الرافدين، ١٧(٣): ١٧-٢٧.
- **الغياوي، فعال نعمه زهير و الناشي، علي عبد رحيم (٢٠٠١).** الكشف عن التلوث المائي في نهر الديوانية وتحديد التأثير المباشر لفضلات المياه السكنية في رفع حدة التلوث. مجلة القادسية، ٦(١): ٩٢-١٠٣.
- **عمر، محمد اسماعيل (٢٠٠٦).** معالجة المياه. دار الكتب العلمية، القاهرة.
- **الغانمي، حسين علاوي حسين (٢٠١١).** استخدام النباتات المائية أدلة حياتية على التلوث بالعناصر الثقيلة في نهر الفرات - العراق. رسالة ماجستير. كلية العلوم- جامعة بابل.
- **الغانمي، حيدر عبد الواحد (٢٠٠٣).** دراسة بيئية وتصنيفية عن الهائمات النباتية في الجزء الشمالي من نهر الديوانية واثرها على محطة تصفية المياه. رسالة ماجستير. كلية التربية-جامعة القادسية.
- **الغانمي، حيدر عبد الواحد؛ علكم، فؤاد منحر والاسدي، راند كاظم (٢٠٠٩).** دراسة بيئية للطحالب المنتصقة على نباتي القصب والبردي في نهر الديوانية. مجلة القادسية، ١٤(١): ٨٣-٩٣.

- الفتلاوي، حسن جميل (2011). دراسة بيئية لمجتمع الطحالب في نهر الفرات بين قضاء الهندية وقضاء المناذرة -العراق. اطروحة دكتوراه. كلية العلوم- جامعة بابل.
- الفتلاوي، حسن جميل جواد (٢٠٠٥). دراسة بيئية لنهر الفرات بين سدة الهندية وناحية الكفل- العراق. رسالة ماجستير. كلية العلوم- جامعة بابل.
- الفنهرراوي، علي عبد الحمزة (٢٠١٠). توزيع وتنوع اللاققریات القاعية الكبيرة في رواسب شط الحلة/ العراق. رسالة ماجستير. كلية العلوم- جامعة بابل.
- كاظم، عباس عبد الامير؛ حبيب، حسن عباس وجابر، فردوس عباس (٢٠٠٥). مستويات بعض مؤشرات التلوث في مياه نهري الحلة والديوانية ومياه الصرف الصحي في المدينتين. مجلة القادسية، ١٠(١): ٩٨-١٠٦.
- الكبيسي، عبد الرحمن عبد الجبار؛ السعدي، حسين علي و اسماعيل، عباس مرتضى (٢٠٠١). دراسة بيئية للهائمات النباتية في نهر دجلة قبل وبعد مروره بمدينة بغداد، العراق. مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة، ٤(٢): ٦٢-٧٨.
- كزار، انعام عبد الامير (2009). تركيز بعض المعادن النزرة في بيئة وبعض نواعم بطنية القدم في هور شرق الحمار. رسالة ماجستير. كلية العلوم- جامعة البصرة.
- اللامي، علي عبد الزهرة؛ صبري، انمار وهبي؛ محسن، كاظم عبد الامير و الدليمي، عامر عارف (٢٠٠١). التأثيرات البيئية لذراع التلوث على نهر دجلة: أ- الخصائص الفيزيائية والكيميائية. المجلة العلمية لمنظمة الطاقة الذرية العراقية، ٣(٢): ١٢٢-١٣٦.
- المالكي، عباس دواس؛ الشمخاوي، ساهر عبد الرضا و الحسيناوي، محمد عجة (٢٠٠٦). دراسة فصلية لبعض مؤشرات التلوث الكيميائية والفيزيائية في مياه نهري الخندق وابو مغيرة في البصرة. مجلة القادسية، ١١(٣): ١٥-٢٣.
- مديرية ماء الديوانية (٢٠١١). موقف المشاريع المائية لمحافظة الديوانية والاقضية والنواحي التابعة لها. بيانات غير منشورة.
- مديرية مجاري الديوانية (٢٠١١). اتصال شخصي مع المسؤولين في شعبة التشغيل في المديرية.
- مشكور، سامي كاظم (٢٠٠٢). تأثير المياه الثقيلة والصناعة لمدينة السماوه على تلوث مياه نهر الفرات. مجلة القادسية، ٧(٢): ٢٩-٤٠.
- المشكور، سامي كاظم حسن (١٩٩٩). دراسة التلوث البيئي لنهر دجلة في مدينة الكوت. مجلة القادسية، ٤(١): ٧٧-٨٦.
- منظمة الصحة العالمية (١٩٩٧). دليل تشغيل برنامج جيمس/ للمياه. المكتب الاقليمي لشرق المتوسط/ المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة.
- منظمة الصحة العالمية (٢٠٠٤). ارشادات في تصميم وتشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة. المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة. عمان- الاردن.
- منى، عامر احمد غازي (٢٠٠١). سبل حماية وتحسين بيئة المصانع. مطبعة دار الحرف العربي. بغداد.

- مولود، بهرام خضر، السعدي، حسين علي والاعظمي، حسين شريف (١٩٩١). علم البيئة والتلوث. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد.
- مولود، بهرام خضر؛ السعدي، حسين علي والاعظمي، حسين احمد شريف (١٩٩٠). البيئة والتلوث العملي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد.
- الناشي، علي عبد الرحيم (٢٠٠٢). الاثراء الغذائي في نهر الدغارة وانعكاساته على صلاحية استخدامات المياه في مدينة عفاك. مجلة القادسية، ٧(١):٥٢-٦٣.
- نظام، عدنان علي و حمد، ابتسام (2001). المؤشرات الفيزيائية – الكيمائية والجرثومية الصحية لمياه نهر بردى. مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة، 4(1):18-29.
- نعيمش، رزاق غازي؛ جواد، سناء طالب؛ عداي، زهير راضي ومهدي، ليلى محسن (٢٠٠٨). دراسة بعض الخواص الفيزيائية والكيمائية لنهر الفرات في مدينة الناصرية. مجلة اوروك للابحاث العلمية، 1:175-181.
- الياسري، علي عبد الخبير (٢٠٠٩). تقييم بعض الخواص الكيمائية والفيزيائية لنهر المجري وشط ابو لحية في محافظة ذي قار. مجلة اوروك للابحاث العلمية، (٢):١٢٣-١٢٨.

References:

- **Abdel-Satar, A. M. (2005).** Quality of river Nile sediments from Idfo to Cairo. Egyptian J. Aqua. Res., 31(2):182-199.
- **Abdul Rashid, W. A.; Wan, V. L. and Abdullah, M. H. (2009).** Accumulation and depuration of heavy metals in the hard clam (*Meretrix meretrix*) under laboratory conditions. Ttopical life sciences research, 20(1):17-24.
- **Abdur-Rahman, S. O. (2007).** Nitrogen reduction in Lulea Kommun wastewater effluent. M.sc. thesis. Environmental engineering-Lulea university.
- **Abera, S.; Zeyinudin, A.; Kebede, B.; Deribew, A.; Ali, S. and Zemene, E. (2011).** Bacteriological analysis of drinking water sources. African J. of microbiology research, 5(18): 2638-2641.
- **Adams, S. M. (2001).** Biomarker/ bioindicator response profiles of organisms can help differentiate between sources of anthropogenic stressors in aquatic ecosystems. Biomarkers, 6(1):33-44.
- **Adedokun, O. A.; Adeyemo, O. K.; Adeleye, E. and Yusuf, R. K. (2008).** Seasonal limnological variation and nutrient load of the river

system in Ibadan Metropolis, Nigeria. *European J. of Sci. Res.*, 23(1): 98-108.

- **Aderinola, O.; Clarke, E.; Olarinmoye, O.; Kusemiju, V. and Anatekhai, M. (2009).** Heavy metals in surface water, sediments, fish and periwinkles of Lagos Lagoon. *Am-Euras. J. Agric. & Environ. Sci.*, 5(5):609-617.
- **Adewoye, S. O. (2010).** Effects of detergent effluent discharges on the aspect of water quality of ASA river, Ilorin, Nigeria. *Agri. Bio. J. of North America*, 1(4): 731-736.
- **Adjei, B. D.; Obirikorang, K. A. and Amisah, S. (2010).** Bioaccumulation of heavy metals in the tissue of the clam *Galatea paradoxa* and sediments from the Volta estuary, Ghana. *Int. J. Environ. Res.*, 4(3):533-540.
- **Agarwal, S. K. (2009a).** Water pollution. APH publishing corporation. New Delhi.
- **Agarwal, S. K. (2009b).** Heavy metal pollution. APH publishing corporation. New Delhi.
- **Ahalya, N.; Ramachandra, T.V. and Kanamadi, R. D. (2003).** Biosorption of Heavy Metals. *Res. J. Chem. Environ*, 7(4):71-79.
- **Ahmed, M. M. (1973).** Systematic study on Mollusca from Arabian gulf and Shatt Al-Arab, Iraq. Basrah University. Iraq.
- **Akan, J. C. ; Abdulrahman, F. I.; Dimari, G. A. and Ogugbuaja, V. O. (2008).** Physicochemical determination of pollutants in wastewater and vegetable samples along the Jakara wastewater channel in Kano Metropolis, Kano State, Nigeria. *European journal of scientific research*. 23(1):122-133.
- **Akpor, O. B. and Muchie, M. (2011).** Environmental and Public health, implications of wastewater quality. *African J. of biotechnology*. 10(13): 2379-2387.
- **Al-Haideri, Y. K.; Mohammed M. H. and Jaber, F. A. (1998).** Evaluation of Al-Hella river water quality for different uses. *Al-Qadisiya J.* 3(1):28-35.

- **Ali, L. A. (2010).** Seasonal variation in physico-chemical properties and zooplankton biomass in Greater Zab River-Iraq. *Jordan J. of Bio. Sci.* 3(3):115-120.
- **Ali, M. A.; Mohamed, H. F. and Amer, W. M. (2008).** Biophysical measurements of lead in some bioindicator plants. *Romanian J. Biophys.*, 18(1):57-66.
- **Al-Juboury, A. I. (2009).** Natural Pollution by some heavy metals in the Tigris river, northern Iraq. *Int. J. Environ. Res.*, 3(2):189-198.
- **Al-Khafaji, B. Y. (1996).** Trace metals in water, sediments and fishes from Shatt Al-Arab estuary north-west Arabian Gulf. Ph.D. thesis. Education College, Basrah University.
- **Al-Lami, A. A. and Al-Jaberi, H. H. (2002).** Heavy metals in water, suspended particles and sediment of the upper-mid region of Tigris River, Iraq. *Proceedings of International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste Management 7-10 January 2002, Tunis (EPCOWM, 2002):*97-102.
- **Al-Lami, A. A.; Kassim, T. I. and Al-Dylmei A. A. (1999).** A limnological study on Tigris River, Iraq. *Sci. J. of Iraqi atomic energy commission.* 1: 83-98.
- **Al-Layla, M. A.; Ahmad, S. and Middlebrooks, E. J. (1980).** Handbook of wastewater collection and treatment principles and practice. Garland STPM press, New York & London.
- **Al-Mousawi, A. H.; Al-Saadi, H. A. and Hassan, F. M. (1994).** Spatial and seasonal variations of phytoplankton population and related environments in Al-Hammar marsh, Iraq. *Basrah J. Scie.* 12(1): 9-20.
- **Al-Saadi, H. A.; Al-Lami, A. A. and Kassim, T. I. (1999).** Heavy metals in Qadisia Lake and its aquatic plants. *J. Coll. Educ. For Women*, 10(1):281-292.
- **Al-Tae, M. M.; Alkhateeb, A. N.; Hussein, F. H. and Abid, F. M. (2007).** Evaluation of soluble non-essential trace metals in Shatt Al-Hilla, Iraq. *Asian J. Chem.*, 19(1):741-750.
- **Altug, G. and Guler, N. (2002).** Determination of the levels of indicator bacteria, *Salmonella* spp. And heavy metals in sea snails

(*Rapana venosa*) from the northern Marmara sea, Turkey. Turkish journal of fisheries and aquatic sciences, 2:141-144.

- **Al-Zaidi, Y. A. and Al-Rekabi, H. Y. (1996).** The effect of sewage effluent on bacteriological and chemical properties of Euphrates river in Al-Nassyria city, Iraq. Al-Qadisya journal, 11(1):49-54.
- **Ambasht, R. S. and Ambasht, P. K. (2008).** Environment and pollution. 4th ed. CBS publishers. New Delhi.
- **Anderson, K. L.; Whitlock, J. E. and Harwood, V. J. (2005).** Persistence and differential survival of fecal indicator bacteria in subtropical waters and sediments. Applied and Environ. microbiology, 71(6): 3041-3048.
- **APHA, American Public Health Association (2003).** Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. Washington DC, USA.
- **Arimoro, F. O.; Ikomi, R. B. and Osalor, E. C. (2006).** The impact of Sawmill wood wastes on the water quality and fish communities of Benin river, Niger Delta area, Nigeria. World J. Zool., 1(2): 94-102.
- **Armisen, T. G.; Touron, A.; Petit, F. and Servais, P. (2005).** Sources of fecal contamination in the Seine estuary (France). Estuaries J., 28(4): 627-633.
- **Arora, M.; Kiran, B.; Rani, S.; Rani, A.; kaur, B. and Mittal, N. (2008).** Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. Food chemistry, 11:811-815.
- **Barrell, R. A.; Hunter, P. R. and Nichols, G. (2000).** Microbiological standards for water and their relationship to health risk. Communicable disease and public health, 3(1): 8-13.
- **Batty, L. C.; Baker, A. J.; Wheeler, B. D. and Curtis, C. D. (2000).** The effect of pH and plaque on the uptake of Cu and Mn in *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex. Steudel. Annals of Botany 86: 647-653.
- **Beldi, H.; Gimbert, F.; Maas, S.; Scheifler, R. and Soltani, N. (2006).** Seasonal variations of Cd, Cu, Pb and Zn in the edible mollusk *Donax trunculus* (Mollusca, Bivalvia) from the gulf of Annaba, Algeria. African J. of Agr. Res., 1(4):085-090.

- **Berlutti, F.; Pantanella, F.; Giusti, M.; Tufi, D.; Valenti, P. and Boccia, A. (2008).** Food biotimer assay: a new microbiological biosensor for detection of *Escherichia coli* food contamination. Italian journal of public health, 5(3): 233-240.
- **Bitton, G. (2005).** Wastewater microbiology. 3^{ed} ed. John Wiley & Sons, Publication, USA.
- **Blo, G.; Contado, C.; Grandi, D.; Fagioli, F. and Dondi, F. (2002).** Dimensional and elemental characterization of suspended particulate matter in natural waters: quantitative aspects in the integrated ultrafiltration, split-flow thin cell and inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry approach. J. Analytica Chimica Acta, 470:253-262.
- **Boyd, R. S. (2010).** Heavy metal pollutants and chemical ecology : Exploring new frontiers. J. Chem. Ecol., 36:46-58.
- **Bradl, H. B. (2005).** Heavy metals in the environment. 1st ed., Elsevier, UK.
- **Cabral, J. P. (2010).** Water microbiology, Bacterial pathogens and water. International journal of research and public health, 7: 3657-3703.
- **Caeiro, S.; Costa, M.; Ramos, T.; Fernandes, F.; Silveira, N.; Coimbra, A.; Medeiros, G. and Painho, M. (2005).** Assessing heavy metal contamination in Sado Estuary sediment: An index analysis approach. Ecological Indicators, 5:151-169.
- **Calmano, W.; Hong, J. and Forstner, U. (1993).** Binding and mobilization of heavy metals in contaminated sediments affected by pH and redox potential. Wat. Sci. Tech., 28(8):223-235.
- **Chatzinikolaou, Y. and Lazaridou, M. (2007).** Identification of the self-purification stretches of the Pinios river, Central Greece .Mediterranean marine science, 8(2):19-32.
- **Chester, R. and Voutsinou, F. G. (1981).** The initial assessment of trace metal pollution in coastal sediments. Mar. Pollut. Bull., 12 (3): 84-91.
- **CPCB, Central Pollution Control Board. (2006).** Water quality status of Yamuna river (1999 – 2005). Ministry of Environment &

Forests, Govt. of India. Assessment and Development of River Basin Series: ADSORBS/41/2006-07.

- **Culha, S. T.; Bat, L.; Culha, M.; Efendioglu, A.; Andac, M. B. and Bati, B. (2007).** Heavy metals levels in some fishes and mollusks from Sinop Peninsula of the southern Black sea, Turkey. *Rapp. comm. Int. Mer. Medit*, 38:323.
- **Cunningham, W. P. and Cunningham, M. A. (2010).** Environmental science: A global concern. 11th ed. MacGraw Hill, USA.
- **Daka, E. R.; Ifidi, I. and Brade, S. A. (2006).** Accumulation of heavy metals from single and mixed metal solutions by the gastropod mollusk *Tympanotonus fuscatus* Linnaeus from a Niger Delta estuary: Implications for biomonitoring. *African J. of Biotech.*, 5(20):1954-1962.
- **Danazumi, S. and Bichi, M. (2010).** Industrial pollution and heavy metals Profile of Challawa river in Kano, Nigeria. *J. of applied Science in environmental sanitation*, 5(1): 23-29.
- **Defew, L. H.; Mair, J. M. and Guzman, H. M. (2005).** An assessment of metal contamination in mangrove sediments and leaves from Punta Mala Bay, Pacific Panama. *Marine Pollution Bulletin*, 50:547–552.
- **Demirezen, D. and Aksoy, A. (2006).** Common hydrophytes as bioindicators of iron and manganese pollutions. *Ecological indicators*, 6:388-393.
- **Dermentzis, K.; Christofordis, A. and Valsamidou, E. (2011).** Removal of nickel, copper, Zinc and chromium from synthetic and industrial waste water by electrocoagulation. *Int. J. of Environ. Sci.*, 1(5):697-710.
- **Duffus, J. H. (2002).** “Heavy metals”- a meaningless term. *Pure Appl. Chem.*, 74(5):793-807.
- **Evans, D. and Engle, D. W. (1994).** Mercury bioaccumulation in Fin Fish and Shell Fish from Lavaca Bay. Texas. NOAA. Technical memorandum.
- **Fawole, O. O.; Yekeen, T. A.; Ayandele, A. A.; Akinboro, A.; Azeez, M. A. and Adewoye, S. O. (2008).** Polluted Alamuyo river:

Impacts on surrounding wells, microbial attributes and toxic effects on *Allium cepa* root cells. Afr. J. Biotechnol. 7(4):450-458.

- **Fernandez-Alvarez, R. M.; Carballo-Cuervo, S.; Rosa-Jorge, M. C. and Lecea, J. R. (1991).** The influence of agricultural run-off on bacterial populations in a river. J. of applied bacteriology, 70: 437-442.
- **Forstner, U. and Wittmann, G. T. (1981).** Metal pollution in the aquatic environment. 2nd ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
- **Gaudette, H. E.; Flight, W. R.; Toner, L. and Folger, D. W. (1974).** An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. J. of Sedimentary Petrology, 44 (1): 249-253.
- **Gbaruko, B. C. and Friday, O. U. (2007).** Bioaccumulation of heavy metals in some fauna and flora. Int. J. Environ. Sci. Tech., 4 (2):197-202.
- **Goldman, C. R. and Horne, A. J. (1981).** Limnology. McGraw Hill, London.
- **Goodwin, K. D.; Matragrano, L.; Wanless, D.; Sinigalliano, C. D. and LaGier, M. J. (2009).** A preliminary investigation of fecal indicator bacteria, human pathogens, and source tracking markers in beach water and sand. Environ. research J., 2(4): 395-417.
- **Guest, E. R.; Al-Rawi, A. and Townsend, C. C. (1968).** Flora of Iraq, Graminea. Vol. 9. Ministry of Agriculture and Agrarian reform. Iraq.
- **Gupta, S. K. and Singh, J. (2011).** Evaluation of mollusk as sensitive indicator of heavy metal pollution in aquatic system: A review. IIOAB jornal, 2(1):49-57.
- **Hamed, M. A. and Emara, A. M. (2006).** Marine mollusks as biomonitors for heavy metal levels in the Gulf of Suze, Red sea. J. of marine systems, 60:220-234.
- **Harikumar, P. S. and Jisha, T. S. (2010).** Distribution pattern of trace metal pollutants in the sediments of an urban wetland in the

southwest coast of India. Int. J. of Engi. Sci. and Tech., 2(5): 840-850.

- **Hassan, F. M. (1997).** Aliminological study on Hilla river. Al-Mustansiriya J. Sci., 8:24-29.
- **Hassan, F. M.; Saleh, M. M. and Salman, J. M. (2010).** A study of physicochemical parameters and nine heavy metals in the Euphrates river, Iraq. E. jornal of chemistry, 7(3):685-692.
- **Hee, C. W. (2008).** Distribution and concentration of several heavy metals in Snails (*Nerita lineata*) from the intertidal areas of Peninsular Malaysia. M.sc. thesis. Science collage-Putra Malaysia university.
- **Heidenwag, I.; Langheinrich, V. and Luderitz, V. (2001).** Self-purification in upland and lowland streams. Acta hydrochemistry hydrobiology, 29(1):22-33.
- **Hem, J. D. (1989).** Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. US Geological Survey. Water supply. Paper 2254.
- **Hill, M. J. (2005).** Role of gut bacteria in human toxicology and pharmacology. Taylor & Francis published, Uk.
- **Hoges, L. (1989).** Environmental Pollution. 2nd ed., Lowastate. Univ. of Holt. Rinehart & Winston. New York, USA.
- **Hynes, H. B. (1974).** The biology of polluted water. Liverpool university press. Liverpool, Britain.
- **Ibanez, J. G.; Esparza, M. H.; Serrano, C. D.; Infante, A. F. and Singh, M. M. (2007).** Environmental chemistry fundamentals. Springer, New York, USA.
- **Ibekwe, A. M. and Lyon, S. R. (2008).** Microbiological evaluation of fecal bacterial composition from surface water through aquifer sand material. J. of water and health. 6(3): 411- 421.
- **Ifabiyi, I .P. (2008).** Self purification of a freshwater stream in Ile-Ife: Lessons for water management. J. Hum. Ecol., 24(2):131-137.
- **Igbinosa, E. O. and Okoh, A. I. (2009).** Impact of discharge wastewater effluents on the physico-chemical qualities of receiving

watershed in a typical rural community. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 6(2): 175-182.

- **Inengite, A. K.; Oforka, N. C. and Osuji, L. C. (2010).** Survey of heavy metals in sediments of Kolo creek in the Niger delta, Nigeria. *African J. of Environ. Sci. and Tech.*, 4(9): 558-566.
- **Kamaruzzaman, B.; Zahir, M.; John, B.; Jalal, K.; Shahbudin, S.; Al-Barwani, S. and Goddard, J. (2011).** Bioaccumulation of some metals by green mussel *Perna viridis* (Linnaeus 1758) from Pekan, Pahang, Malaysia. *Int. J. of biological chemistry*, 5(1)54:60.
- **Kara, Y. ((2005).** Bioaccumulation of Cu, Zn and Ni from the wastewater by treated *Nasturyium officinale*. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 2(1):63-67.
- **Knee, K. L.; Leopold, R. L.; Madsen, E. R. and Paytan, A. (2008).** Assessing the importance of sand as a source of fecal indicator bacteria. *Jornal of Oceanography*, 21(3): 98-106.
- **Kopciuch, R.; Berecka, B.; Bartoszewicz, J. and Buszewski, B. (2004).** Some considerations about bioindicators in environmental monitoring. *Polish J. of Environ. Studies*, 13(5):453-462.
- **Krishna, A. K.; Mohan, K. R. and Murthy, N. N. (2011).** A multivariate statistical approach for monitoring of heavy metals in sediments: a case study from Wailpalli watershed, Nalgonda District, Andhra Pradesh, India. *Res. J. Environ. Earth Sci.*, 3(2):103-113
- **Kumar, B.; Kumar, S.; Mishra, M.; Prakash, D.; Singh, S.; Sharma, C. and Mukherjee, D. (2011).** An assessment of heavy metals in sediments from two tributaries of lower stretch of Hugli estuary in West Bengal. *Arch. Appl. Sci. Res.*, 3(4):139-146.
- **Lawson, E.O. (2011).** Physico-chemical parameters and heavy metal contents of water from the Mangrove Swamps of Lagos Lagoon, Lagos, Nigeria. *Advan. Biol. Res.*, 5 (1): 08-21.
- **Lee, B. and Scholz, M. (2007).** What is the role of *Phragmites australis* in experimental constructed wetland filters treating urban runoff. *ecological engineering*, 29:87-95.
- **Lin, J. G.; Chen, S. Y. and Su, C. R. (2003).** Assessment of sediment toxicity by metal speciation in different particle-size

fractions of river sediment. *Water Science and Technology*, 47(7):233–241.

- **Lind, T. W. (1979).** Handbook of common methods in limnology. 2nd ed. London.
- **Ludwig, D. F.; Iannuzzi, T. J. and Esposito, A. N. (2003).** Phragmites and environmental management: A question of values. *Estuaries*, 26(2):29-45.
- **Lytle, C. M. and Smith, B. N. (1995).** Seasonal nutrient cycling in *Potamogeton pectinatus* of the lower prove river. *Great Basin Naturalist*, 55 (2): 164-168.
- **Madkour, H. A. (2005).** Distribution and relationships of heavy metals in the giant clam(*Tridacna maxima*) and associated sediments from different sites in the Egyptian Red sea cost. *Egyptian J. of aquatic research*, 31(2):45-59.
- **Mahananda, M. R. (2010).** Physico-Chemical analysis of surface and ground water of Bargarh district, Orissa, India. *IJRRS*, 2(3): 284-295.
- **Maitera, O. N.; Ogugbuaja, V. O. and Barminas, J. T. (2010).** An assessment of the organic pollution indicator levels of river Benue in Adamawa state, Nigeria. *J. Environ. Chem. Ecotoxicol.* 2(7): 110-116.
- **Maiti, S. K. (2004).** Handbook of methods in environmental studies, Vol. 1. ABD publisher, India.
- **Mala, J. and Maly, J. (2009).** Effect of heavy metals on self-purification processes in rivers. *Applied Eco. and Environ. Res.*, 7(4):333-340.
- **Marino, F. J.; Morinigo, M. A.; Manzanares, E. M. and Borrego, J. J. (1995).** Microbiological-epidemiological study of selected marine beaches in Malaga (Spain). *Water Science technology*, 31(5):5-9.
- **Martins, P.; Almeida, N. and Leite, S. (2008).** Application of a bacterial extracellular polymeric substance in heavy metal adsorption in a co-contaminated aqueous. *Brazilian Journal of Microbiology*, 39:780-786.

- **Masrevaniah, A. (2010).** Pollutant flow model on meddle Brantas river. J. of economic and engineering, 3:25-28.
- **McCulloh, W. L.; Goodfellow, W. L. and Black, J. A. (1993).** Characterization, identification and confirmation of total dissolved solids as effluent toxicants. Environ. Toxicol. Risk Assess. 2: 213-227.
- **Minareci, O.; Ozturk, M.; Egemen, O. and Minareci, E. (2009).** Detergent and phosphate pollution in Gediz river, Turkey. African J. of Biotech., 8(15):3568 -3575.
- **Mojiri, A. (2011).** Effect of municipal wastewater on accumulation of heavy metals in soil and weat (*Triticum aestivum* L.) with two irrigation methods. African J. of Agri. Res., 6(6):1413-1417.
- **Mrello, J. A.; Mizer, H. E. and Granato, P. A.(2006).** Laboratory manual and workbook in microbiology. 8th ed. McGraw Hill, New York.
- **Murck, B. W. (2005).** Environmental science a self-teaching guide. John Wiley & Sons publishing, New Jersey.
- **Mustafa, O. M. (2006).** Impact of sewage wastewater on the environment of Tanjero river and its basin within Sulaimani City/ NE- Iraq. M.sc. thesis. Science college- Baghdad university.
- **Nair, I.; Singh, K.; Arumugam, M.; Gangadhar, K. and Clarson, D. (2010).** Trace metal quality of Meenachil river at Kottayam, Kerala India by principal component analysis. World applied sciences jornal, 9(10):1100-1107.
- **Narain, S.; Ojha, C. S.; Mishra,S. K.; Chaube, U. C. and Sharma, P. K. (2011).** Cadmium and Chromium removal by aquatic plant. Int. J. Environ. Scie., 1(6):1297-1304.
- **Nasr, S. M.; Okbah, M. A. and Kasem, S. M. (2006).** Environmental assessment of heavy metal pollution in bottom sediments of Aden Port, Yemen. Int. J. of Oceans and Oceanography, 1(1):99-109.
- **Ndome, C. B.; Ekaluo, V. B. and Asuquo, F. E. (2010).** Comparative bioaccumulation of heavy metals (Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Cr) by some edible aquatic mollusks from the Atlantic costline of

south eastern Nigeria. World journal of fish and marine sciences, 2(4):317-321.

- **Nguyen, H. L.; Leermakers, M.; Osan, J.; Torok, S. and Baeyen, W. (2005).** Heavy metals in Lake Balaton: water column, suspended matter, sediment and biota. Science of the total environment, 340:213-230.
- **Nies, D. H. (1999).** Microbial heavy-metal resistance. Appl. Microbiol. Biotechnol., 51:730-750.
- **Nollet, L. M. (2007).** Handbook of water analysis. 2nd ed. CRC Press. London.
- **Ogunfowokan, A. O.; Okoh, E. K.; Adenuga A. A. and Asubiojo, O. I. (2005).** Assessment of the impact of point source pollution from a university sewage treatment oxidation pond on the receiving stream-a preliminary study. J. Appl. Sci. 6(1): 36-43.
- **Omole, d.; Adewumi, I; Longe, E. and Ogiye, A. (2012).** Study of auto purification capacity of river Atuwara in Nigeria. Int. J. of engineering and technology. 2(2):299-235.
- **Orson, R. A.; Simpson, R. L. and Good, R. E. (1992).** A mechanism for the accumulation and retention of heavy metals in tidal fresh water marshes of the upper Delaware river Estuary. Estuarine, Coastal & Shelf science, 34: 171-186.
- **Ostroumov, S. A. (2006).** Biomachinery for maintaining water quality and natural water self-purification in marine and estuarine systems: Elements of a qualitative theory. Int. J. of Oceans and oceanography, 1(1):111-118.
- **Otchere, F. A. (2003).** Heavy metals concentration and burden in the bivalves (*Anadara (Senilia) senilis*, *Crassostrea tulipa* and *Perna perna*) from lagoons in Ghana: Model to describe mechanism of accumulation/excretion. African journal of biotechnology, 2(9):280-287.
- **Owili, M. A. (2003).** Assessment of impact of sewage effluents on coastal water quality in Hafnarfjordur, Iceland. UNU-Fisheries. training program.

- **Palmer, S. J. (2004).** AL-Diwaniyah wastewater treatment plant, process description. Bechtel international system. Project No. 24910-602.
- **Papaflippaki, A. K.; Kotti, M. E. and Stavroulakis, G. G. (2007).** Seasonal variation in dissolved heavy metals in the Keritis river, Chania, Greece. 10th International conference on environmental science and technology, Kos Island, Greece, 5-7 September 2007.
- **Peirce, J. J.; Weiner, R. F. and Vesilind, P. A. (1998).** Environmental pollution and control. 4th ed. Butterworth-Heinemann. USA.
- **Pelechaty, M. (2003).** Can Reed stands be good indicators of environmental conditions of the lake Littoral? A synecological investigation of *Phragmites australis* - dominated phytocoenoses. Polish Journal of Environmental Studies, 13(2):177-183.
- **Pepper, I. L. and Gerba, C. P. (2004).** Environmental microbiology, a laboratory manual. 2nd ed. Elsevier academic press, USA.
- **Rao, V. V.; Jain, C. K.; Prakash, B. A. and Kumar, K. M. (2008).** Heavy metal speciation study of sediments in Hussiansagar Lake, Greater Hyderabad, India. The 12th world lake conference: 2098-2104.
- **Raven, P. H.; Berg, L. R. and Massenzahl, D. M. (2010).** Environment. 7th ed. John Wiley & Sons, USA.
- **Reza, R. and Singh, G. (2010).** Heavy metal contamination and its indexing approach for river water. Int. J. Environ. Sci. Tech., 7(4):785-792.
- **Riley, J. P. and Taylor, D. T. (1968).** Chelating resins for the concentration of trace elements from sea water and their analytical use in conjunction with atomic absorption spectrophotometry. Anal. Chim. Acta., 40: 479-485.
- **Saeedi, M.; Daneshvar, S. and Karbassi, A. R. (2004).** Role of riverine sediment and particulate matter in adsorption of heavy metals. Int. J. Environ. Scie. Tech., 1(2):135-140.
- **Saha, P. K. and Hossain, M. D. (2011).** Assessment of heavy metal contamination and sediment quality in the Buriganga river,

Bangladesh. 2nd International conference on environmental science and technology, IPCBEE vol.6: 384-388.

- **Salpekar, A. (2008).** Water pollution. Jnanada Prakashan publishing. New Delhi.
- **Sangpal, R. R.; Kulkarni, V. D. and Nandurkar, Y. M. (2011).** An assessment of physic-chemical properties to study the pollution potential of Ujjani reservoir, Solapur district, India. Arpn J. of agri. and biological Sci., 6(3): 34-38.
- **Santra, S. C. (2010).** Environmental science. New central book agency. London.
- **Schneider, I. A.; Rubio, J. and Smith, R. W. (2001).** Biosorption of metals onto plant biomass: exchange adsorption or surface precipitation. Int. J. Miner. Process, 62:111-120.
- **Schulze, E.; Beck, E. and Hohenstein, K. (2005).** Plant ecology. Springer Berlin, Heidelberg. Germany.
- **Sekabira, K.; Origa, H.; Basamba, T.; Mutumba, G. and Kakudidi, E. (2010).** Heavy metal assessment and water quality values in urban stream and rain water. Int. J. Environ. Sci. Tech., 7(4):759-770.
- **Shraddha, S.; Rakesh, V.; Savita, D. and Praveen, J. (2011).** Evaluation of water quality of Narmada River with reference to physicochemical parameters at Hoshangabad city, MP, India. Res. J. Chem. Sci.,1(3):40-48.
- **Shrimali, M. and Singh, K. P. (2001).** New methods of nitrate removal from water. Environ. Pollut. 112(3):9-351.
- **Sinha, M. P.; Pandey, P. N. and Mehrotra, P. N. (1989).** Some aspects of biological studies of an organically polluted urban stream in Ranchi II macro benthic fauna. The Indian zoologist, 13(1):79-83.
- **Slomkiewicz, P. M and Zdenkowski, J. A. (2003).** Modification of the processes of heavy metals immobilization in wastewater sludge. Polish J. of Environ. Studies, 12(2):231-237.
- **Smith, R. (2004).** Current methods in aquatic science. University of Waterloo. Canada.

- **Smol, J. P. (2008).** Pollution of lakes and river. 2nd ed. Blackwell publishing, USA, UK.
- **Stirling, H. P. (1985).** Chemical and Biological methods of water analysis for aquaculture lists. Sterling university. Scotland.
- **Sturgeon, R. E.; Desaulincrs, J. A.; Berman, S. S. and Russell, D. S. (1982).** Determination of trace metals in estuarine sediment by graphite furnace atomic absorption spectrophotometry. Anal. Chem. Acta., 134: 288-291.
- **Tharannum, S.; Sunitha, S.; Nithya, J.; Chandini, M.; Vanitha, J.; Manjula, T. S. and Sundar, S. (2009).** Molecular confirmation of the presence of coliforms in drinking water using polymerase chain reaction. Kathmanda university journal, 5(II): 130-136.
- **Townsend, C. C.; Al- Rawi, A. and Guest, E. R. (1968).** Flora of Iraq, Gramineae. Ministry of Agriculture and agrarian reform, Iraq.
- **UNEP/FAO/IAEA (1982).** Determination of total Cadmium, Zinc, Lead and Copper in selected marine organisms by Atomic Absorption Spectrometry. Reference methods for marine pollution studies No. 11. United Nations Environmental Programme.
- **UNEP/GEMS (2006).** Water Quality for Ecosystem and Human Health. Burlington, Ontario, Canada.
- **UNESCO/WHO/UNEP (1996).** Water quality assessments - A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 2nd ed. Cambridge university press, Great Britain.
- **USEPA (2000).** 2000 update of ambient water quality criteria for cadmium. U.S. Environmental Protection Agency Office of Water Office of Science and Technology Washington, DC.
- **Usero, J.; Morillo, J. and Gracia, I. (2005).** Heavy metal concentrations in mollusks from the Atlantic coast of Southern Spain. J. of chemosphere, 59:1175-1181.
- **Vagnetti, R.; Miana, P.; Fabris, M. and Pavoni, B. (2003).** Self-purification ability of a resurgence stream. Chemosphere, 52:1781-1795.

- **Vissman, W.; Hammer, M. J.; Perez, E. M. and Chadik, P. A. (2009).** Water supply and pollution control. 8th ed. Pearson Prentice hall, New Jersey.
- **Vukovic, Z.; Vukovic, D.; Radenkovic, M. and Stankovic, S. (2011).** A new approach to analysis of accumulation and enrichment of heavy metals in Danube River sediment along the iron gate reservoir in Serbia. J. Serb. Chem. Soc. 76:1–19.
- **Wada, M. (1994).** Relationship between bacteria decomposing organic substances and water pollution in river water Nippon Eiseiqaku. Zasshi. 49(4): 782-790.
- **Wahbeh, M. I. (1990).** Levels of Zinc Manganese, Copper, Cadmium, Iron and Magnesium in soft tissue of some intertidal mollusks from Aqaba, Jordan. Marina mesopotamica, 5(1):27-39.
- **Walstad, D. L. (1999).** Ecology of planted aquarium. 1st ed. Echinodorus publishing. USA.
- **Wang, W.; Wang, A.; Chen, L., Liu, Y. and Sun, R. (2002).** Effect of pH on survival phosphorus concentration, adenylate charge and Na⁺-K⁺ ATPase activities of Penaeus Chinesis Osbeck Juveniles. Aquatic toxicology. 60: 75-83.
- **Weiner, E. R. (2000).** Application of environmental Chemistry. Lewis Puplshers. London, NewYork.
- **Wetzel, R. G. (2001).** Limnology, Lake and river ecosystems. 3^{ed} ed. Academic Press. California, USA.
- **WHO, world health organization (1997).** Guidelines for drinking – water quality. Vol. 2. 2^{ed} ed. Amman, Jordan.
- **WHO, world health organization (2006a).** Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Vol.2, Wastewater use in agriculture. Geneva.
- **WHO, world health organization (2006b).** Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Vol.1, Policy and regulatory aspects. Geneva.
- **Williams, J. I. and Shaw, M. (1982).** Microorganisms. 2nd ed. Mill and Boon publishers, London.

- **Wogu, M. D. and Okaka, C. E. (2011).** Pollution studies on Nigerian rivers: Heavy metals in surface water of Warri river, Delta state. J. of biodiversity and environmental sciences, 1(3):7-12.
- **Wolverton, B. C. and McDonald, R. C. (1978).** Bioaccumulation and detection of trace levels of cadmium in aquatic systems by *Eichhornia crassipes*. Environmental Health Perspectives, 27:161-164.
- **Ye, Z. H.; Baker, A. J.; Wong, M. H. and Willis, A. J. (1997).** Zinc, lead and cadmium tolerance, uptake and accumulation by the common reed, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel. Annals of Botany, 80:363-370.
- **Yuzereroglu, T. A.; Gok, G.; Cogun, H. Y.; Firat, O.; Aslanyavrusu, S.; Maruldah, O. and kargin, F. (2010).** Heavy metals in *Patella caerulea* (Mollusca, Gastropoda) in polluted and non-polluted areas from the Iskenderun Gulf (Mediterranean Turkey). Environ. Monit. Assess., 167:257-264.
- **Zhu, G.; Chi, Q.; Qin, B. and Wang, W. (2005).** Heavy-metal contents in suspended solids of Meiliang Bay, Taihu lake and its environmental significances. J. Environ. Sci., 17(4):672-675.

الملاحق

ملحق (١) المحددات العراقية والعالمية للخواص الفيزيائية والكيميائية والحيوية لمياه الانهار ومياه الشرب

محددات منظمة الصحة العالمية ١٩٩٧	المحددات العراقية لمياه الشرب ١٩٨٦	المحددات العراقية لنظام صيانة الانهار من التلوث ١٩٦٧	الخاصية
٥	اقل من ١٠	—	العكوره NTU
١٠٠٠	—	—	المواد الصلبة الذائبة mg/l
—	8.6 – 6.5	8.5 – 6.5	الاس الهيدروجيني
—	—	اكثر من ٥	الايوكسجين المذاب mg/l

—	—	اقل من ٥	المتطلب الحيوي للاوكسجين mg/l
—	١٧٠	٢٠٠	قاعدية كلية mg/l
—	٥٠٠	٥٠٠	عسرة كلية mg/l
—	٢٠٠	٢٠٠	كالمسيوم mg/l
—	٥٠	١٥٠	مغنسيوم mg/l
٢٠٠	—	—	صوديوم mg/l
٢٥٠	٢٠٠	٢٠٠	كلوريد mg/l
٢٥٠	٢٠٠	٢٠٠	كبريتات mg/l
1.5	—	—	امونيا mg/l
٣	—	—	نتريت mg/l
٥٠	٢٠	١٥	نترات mg/l
—	—	0.4	فوسفات mg/l
0.05	0.05	0.05	كروم mg/l
0.003	0.005	0.005	كادميوم mg/l
0.01	0.05	0.05	رصاص mg/l
٢	١	0.05	نحاس mg/l
—	٥٠	—	العدد الكلي للبكتريا خلية/مل
٠	٥	—	بكتريا القولون الكلية خلية/١٠٠ مل
٠	٠	—	بكتريا القولون البرازية خلية/١٠٠ مل
—	٠	—	المسبقيات البرازية خلية/١٠٠ مل

ملحق (٢) محددات وكالة حماية البيئة الامريكية USEPA للرواسب (مايكروغرام/غرام وزناً جافاً)

العنصر	غير ملوث	متوسط التلوث	شديد التلوث
كروم	اقل من ٢٥	٢٥ - ٧٥	اكبر من ٧٥
كادميوم	—	—	اكبر من ٦
رصاص	اقل من ٤٠	٤٠ - ٦٠	اكبر من ٦٠
نحاس	اقل من ٢٥	٢٥ - ٥٠	اكبر من ٥٠

ملحق (٣) قيم اقل مدى مؤثر ERL والمدى المؤثر المتوسط ERM للعناصر الثقيلة في الرواسب (مايكروغرام/غرام وزناً جافاً) والنسبة المئوية لحدوث التأثيرات الحيوية ضمن هذا المدى من التركيز والمحددة من قبل الادارة القومية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA)

Elements	Guidelines		Percent incidence of effects*		
	ERL	ERM	<ERL	ERL - ERM	>ERM
Chromium	81	370	2.9	21.1	95.0
Cadmium	1.2	9.6	6.6	36.6	65.7
Lead	46.7	218	8.0	35.8	90.2
Copper	34	270	9.4	29.1	83.7

*Number of data entries within each concentration range in which biological effects were observed divided by the total number of entries within each range.

ملحق (٤) المحددات العالمية للبكتريا (خلية/١٠٠مل) في المياه المستخدمة لاجراض السباحة والترفيه

Bacterial type	WHO	USA	Europe
TC	<1000	<1000	<10000
FC	—	<400	<2000
FS	—	<33	<100

TC: total coliform, FC: fecal coliform, FS: fecal streptococcus

ملحق (٥) التركيز الكلي للعناصر الثقيلة في الرواسب (مايكروغرام/غرام وزناً جافاً) في المحطات الاربعه خلال مدة الدراسة ٢٠١٠-٢٠١١

العنصر	كانو ن الاول ٢٠١٠	كانو ن الثاني ٢٠١١	شباط ٢٠١١	آذار ٢٠١١	نيسا ن ٢٠١١	آيار ٢٠١١	حزيران ٢٠١١	تموز ٢٠١١	آب ٢٠١١	ايلول ٢٠١١	تشرين الاول ٢٠١١	تشرين الثاني ٢٠١١
محطة ١	Cr	103.75	100.25	97.69	107.7	114.55	115.26	115.31	114.06	126.7	94.59	127.25
	Cd	0.69	0.8	0.74	0.91	1.17	1.12	1.12	1.1	1.1	0.99	1.33
	Pb	22.71	24.48	26.87	25.79	26.88	26.48	27.83	29.36	29.7	18.63	26.04
	Cu	16.87	21.56	21.76	21.09	20.89	22.61	22.24	24.98	22.55	18.62	21.89
محطة ٢	Cr	111.76	123.44	111.49	115.41	119.98	122.12	137.19	125.21	125.46	123.59	150.29
	Cd	1.04	1.16	1.04	1	1.2	1.41	1.27	1.26	1.24	1.16	1.41
	Pb	24.97	27.46	26.59	26.59	28.23	29.59	32.28	31.9	26.58	26.93	28.01
	Cu	20.77	26.52	25.1	24.83	26.37	22.54	25.31	29.27	26.34	21.33	23.09
محطة ٣	Cr	121.24	108.79	106.35	110.38	124.95	120.46	134.83	120.88	113.87	120.96	135.25
	Cd	1.05	0.89	0.96	0.99	1.15	1.29	1.1	1.16	1.12	1.32	1.28
	Pb	24.98	28.35	26.9	26.62	28.21	25.97	28.48	28.69	25.62	26.83	27.1
	Cu	22.07	30.04	24.23	20.46	19.63	21.93	22.03	21.02	19.09	18.97	22
محطة ٤	Cr	110.47	108.26	99.7	109.96	114.88	119.67	127.54	118.87	127.35	118.98	140.92
	Cd	0.82	0.87	1.05	1.1	1.19	1.33	1.17	1.17	1.26	1.39	1.5
	Pb	25.26	27.09	26.92	26.64	26.25	26.32	27.21	29.8	24.27	26.43	28.78
	Cu	21.16	27.88	25.08	22.68	21.25	22.35	21.83	22.15	19.57	19.44	21.6

ملحق (٦) معامل الارتباط (r) بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية المدروسة

O ₂	COD	BOD ₅	DO	pH	TSS	TDS	Tur.	EC	Water Tem.	Air Tem.	
										0.921	W
									-0.163	0.049	
								0.528	0.760	0.589	
							0.460	0.750	0.282	0.201	
						0.235	0.851	0.419	0.570	0.386	
					-0.121	0.065	0.098	-0.192	0.291	0.409	
				-0.024	-0.382	-0.743	-0.611	-0.824	-0.411	-0.265	
			-0.819	-0.215	0.177	0.567	0.328	0.816	0.027	-0.098	
		0.681	-0.543	-0.042	-0.176	0.449	-0.030	0.508	-0.142	-0.102	
	0.451	0.544	-0.642	-0.132	0.068	0.688	0.266	0.653	0.018	-0.091	
562	0.599	0.813	-0.804	0.004	0.089	0.570	0.325	0.689	0.139	0.052	
434	0.408	0.570	-0.568	-0.248	0.298	0.633	0.289	0.677	-0.005	-0.200	
518	0.335	0.448	-0.706	0.045	0.477	0.780	0.599	0.681	0.399	0.262	
014	0.245	0.355	-0.114	-0.374	-0.040	0.136	-0.166	0.284	-0.374	-0.508	
498	0.399	0.644	-0.391	-0.588	0.119	0.334	0.037	0.696	-0.378	-0.0526	
530	0.515	0.821	-0.702	-0.388	0.317	0.586	0.372	0.886	0.014	-0.126	
462	0.536	0.747	-0.713	-0.213	0.162	0.642	0.192	0.804	-0.047	-0.184	
321	0.111	0.220	-0.473	0.089	0.622	0.495	0.641	0.537	0.452	0.397	
573	0.603	0.908	-0.842	-0.207	0.195	0.698	0.355	0.916	0.032	-0.089	
362	0.423	0.651	-0.646	-0.146	0.154	0.319	0.325	0.448	0.163	-0.006	
412	0.008	-0.327	0.642	-0.010	-0.589	-0.495	-0.802	-0.453	-0.711	-0.464	
524	0.634	0.936	-0.813	-0.224	0.215	0.601	0.387	0.854	0.086	-0.039	
276	0.205	0.419	-0.396	-0.182	0.057	0.173	0.128	0.463	-0.023	-0.039	

تابع ملحق (٦)

NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₃	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺	Ca ⁺	T.H.	خصائص
									0.671	C
								-0.017	0.728	M
							0.509	0.295	0.581	N
						0.836	0.428	0.453	0.627	I
					0.800	0.680	0.560	0.495	0.755	C
				0.268	0.294	0.137	-0.128	0.703	0.386	S
			0.272	0.838	0.919	0.722	0.351	0.507	0.608	N
		0.638	0.019	0.472	0.589	0.341	0.142	0.162	0.220	N
	-0.434	-0.366	-0.441	-0.229	-0.315	-0.095	0.160	-0.638	-0.321	N
-0.365	0.676	0.953	0.223	0.713	0.897	0.670	0.272	0.441	0.503	P
-0.200	0.318	0.463	0.159	0.378	0.460	0.464	0.114	0.167	0.204	T

ملحق (٧) معامل الارتباط (r) بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والعناصر الثقيلة المدروسة

O ₂	COD	BOD ₅	DO	pH	TSS	TDS	Tur.	EC	Water Tem.	Air Tem.	خصائص
073	-0.244	0.105	-0.097	-0.495	0.705	-0.006	0.502	0.292	0.257	0.035	Cr I
136	-0.201	0.043	-0.029	-0.418	0.619	-0.010	0.418	0.219	0.072	-0.072	Cd I
163	0.011	0.248	-0.297	-0.227	0.386	0.197	0.347	0.403	0.122	-0.007	Pb I
233	-0.341	-0.258	0.116	0.050	0.167	-0.148	0.043	-0.098	0.017	0.015	Cu I
046	-0.028	0.183	-0.057	-0.349	0.090	0.045	0.085	0.190	-0.120	-0.200	Cr
181	0.266	0.169	-0.062	0.008	-0.558	0.096	-0.389	0.002	-0.388	-0.368	Cd
216	0.340	0.370	-0.230	-0.032	-0.374	0.149	-0.198	0.192	-0.242	-0.267	Pb
491	0.434	0.682	-0.633	-0.077	-0.082	0.393	0.253	0.544	0.051	-0.067	Cu
095	0.171	0.398	-0.433	-0.373	0.576	0.137	0.486	0.501	0.359	0.205	Cr Ex
186	0.341	0.395	-0.384	-0.049	0.088	0.170	0.124	0.426	0.049	0.019	Cd Ex
299	0.484	0.566	-0.449	-0.086	-0.020	0.339	0.009	0.471	-0.003	-0.019	Pb Ex
232	0.360	0.576	-0.520	0.072	0.036	0.426	0.202	0.487	0.176	0.148	Cu Ex
323	0.000	0.236	-0.275	-0.390	0.468	0.077	0.358	0.440	0.090	-0.010	Cr I
050	-0.148	0.059	-0.110	-0.408	0.541	-0.032	0.419	0.226	0.258	0.062	Cd I
074	-0.171	0.003	-0.286	0.030	0.561	0.207	0.508	0.241	0.585	0.503	Pb I
298	0.206	0.150	-0.226	0.140	-0.064	0.257	-0.004	0.162	-0.041	0.013	Cu I
006	0.078	0.113	-0.436	0.421	0.383	0.167	0.526	0.161	0.824	0.789	Cr P. a
021	-0.074	0.249	-0.320	-0.206	0.618	0.327	0.676	0.354	0.472	0.274	Cd P. a
084	-0.172	0.174	-0.101	-0.527	0.618	-0.015	0.380	0.310	0.096	-0.126	Pb P. a
062	0.400	0.298	-0.298	0.385	-0.321	0.116	-0.111	0.006	0.198	0.252	Cu P. a
053	-0.167	0.121	-0.126	-0.475	0.655	0.083	0.486	0.302	0.264	0.071	Cr V.be
158	-0.237	0.044	-0.098	-0.344	0.630	0.041	0.476	0.225	0.248	0.067	Cd V.be
072	0.264	0.214	-0.303	0.032	0.325	0.177	0.332	0.302	0.348	0.311	Pb V.be
487	-0.519	-0.545	0.510	0.097	-0.019	-0.341	-0.218	-0.486	-0.127	-0.013	Cu V.be

تابع ملحق (٧)

NO ₄ ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₃	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺	Ca ⁺	T.H.	خصائص
99	-0.408	0.092	0.113	0.355	0.186	0.362	0.384	0.360	0.241	0.435	Cr

48	-0.255	0.063	0.063	0.331	0.103	0.308	0.351	0.287	0.179	0.337	Cd
71	-0.339	0.204	0.283	0.360	0.230	0.365	0.382	0.057	0.333	0.277	Pb
138	0.034	0.071	-0.075	-0.046	-0.030	-0.023	-0.096	0.088	-0.288	-0.128	Cu
59	-0.173	-0.012	0.152	0.026	0.195	0.187	0.301	0.540	0.122	0.485	Cr
58	0.184	0.111	0.148	-0.199	0.233	0.011	0.102	0.348	-0.027	0.244	Cd
50	-0.020	0.254	0.325	-0.115	0.364	0.197	0.226	0.387	0.059	0.332	Pb
99	-0.426	0.665	0.695	0.045	0.488	0.603	0.467	0.125	0.239	0.258	Cu
96	-0.462	0.386	0.393	0.403	0.409	0.553	0.448	0.263	0.335	0.422	Cr E
12	-0.115	0.241	0.421	0.126	0.393	0.342	0.245	0.021	0.161	0.130	Cd E
23	0.046	0.312	0.531	0.184	0.570	0.489	0.376	0.240	0.217	0.326	Pb E
83	-0.129	0.402	0.585	0.206	0.506	0.471	0.231	0.189	0.197	0.276	Cu E
85	-0.334	0.208	0.338	0.381	0.301	0.433	0.504	-0.008	0.292	0.197	Cr
02	-0.436	0.222	0.190	0.266	0.130	0.306	0.343	0.215	0.183	0.289	Cd
76	-0.464	0.016	0.108	0.430	0.174	0.165	-0.009	-0.196	0.379	0.114	Pb
28	0.102	0.184	0.276	0.013	0.306	0.167	0.069	-0.086	0.025	-0.044	Cu
28	-0.512	0.143	0.061	0.420	0.045	-0.021	-0.373	-0.368	0.370	-0.021	Cr P.
31	-0.610	0.263	0.225	0.378	0.183	0.351	0.224	0.179	0.344	0.372	Cd P.
32	-0.308	0.119	0.169	0.311	0.288	0.398	0.471	0.486	0.213	0.509	Pb P.
66	0.009	0.271	0.171	-0.141	0.150	-0.023	-0.249	-0.180	-0.031	-0.155	Cu P.
13	-0.388	0.087	0.134	0.387	0.207	0.378	0.373	0.404	0.287	0.498	Cr V.b
08	-0.393	0.103	0.061	0.319	0.169	0.296	0.307	0.361	0.225	0.423	Cd V.b
45	-0.226	0.154	0.223	0.359	0.225	0.262	0.070	0.077	0.254	0.229	Pb V.b
19	0.346	-0.396	-0.508	-0.195	-0.441	-0.463	-0.412	-0.239	-0.398	-0.455	Cu V.b

ملحق (٨) معامل الارتباط (r) بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والانواع البكتيرية المدروسة

CO ₂	COD	BOD ₅	DO	pH	TSS	TDS	Tur.	EC	Water Tem.	Air Tem.	ص
447	0.680	0.813	-0.699	-0.118	0.021	0.546	0.150	0.615	-0.027	-0.061	
306	0.469	0.509	-0.577	0.111	0.096	0.470	0.216	0.505	0.289	0.298	
265	0.527	0.501	-0.535	0.118	-0.003	0.442	0.126	0.472	0.226	0.283	
320	0.474	0.494	-0.566	-0.005	0.123	0.378	0.215	0.432	0.271	0.209	

تابع ملحق (٨)

CO ₃ ⁼	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₃	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺	Ca ⁺	T.H.	ص
672	-0.195	0.613	0.700	0.237	0.637	0.583	0.434	0.282	0.410	0.490	
437	-0.293	0.311	0.445	0.486	0.435	0.335	0.156	-0.119	0.539	0.281	
417	-0.203	0.313	0.428	0.417	0.420	0.323	0.144	-0.102	0.469	0.246	
413	-0.337	0.318	0.401	0.432	0.424	0.339	0.225	0.021	0.539	0.385	

ملحق (٩) معامل الارتباط (r) بين العناصر الثقيلة المدروسة

Sample No.	Cd Exchang.	Cr Exchang.	Cu Part.	Pb Part.	Cd Part.	Cr Part.	Cu Dissol.	Pb Dissol.	Cd Dissol.	Cr Dissol.	
										0.800	Cd
									0.231	0.418	Pb
								0.215	0.077	0.106	Cu
							-0.064	0.144	0.402	0.525	Pb
						0.464	-0.114	-0.146	-0.283	-0.272	Cd
					0.879	0.572	-0.119	-0.048	-0.217	-0.120	Pb
				0.536	0.353	0.166	-0.134	0.194	-0.108	-0.075	Cu
			0.205	0.041	-0.216	0.385	0.051	0.509	0.513	0.740	Cr
		0.324	0.253	0.215	0.056	-0.092	0.071	0.265	-0.133	0.001	Cd
	0.380	0.237	0.217	0.329	0.275	-0.057	-0.088	0.021	-0.168	-0.029	Pb
66	0.364	0.238	0.328	0.250	0.166	0.011	-0.010	0.052	-0.109	-0.050	Cu
59	0.149	0.529	0.154	-0.098	-0.288	0.158	0.060	0.307	0.402	0.498	Cd
18	-0.044	0.740	0.038	-0.081	-0.243	0.421	0.151	0.476	0.590	0.810	Cu
21	-0.028	0.344	-0.118	-0.390	-0.475	-0.136	0.159	0.164	0.200	0.352	Pb
91	0.137	-0.160	0.081	-0.079	-0.039	-0.377	0.218	-0.128	-0.315	-0.352	Cd
44	0.231	0.344	0.056	-0.106	-0.257	-0.231	0.006	0.139	-0.186	0.022	Cr
32	0.032	0.512	0.158	-0.097	-0.255	0.305	0.010	0.308	0.623	0.690	Cd
28	0.017	0.731	-0.055	-0.031	-0.175	0.581	0.080	0.397	0.792	0.958	Pb
47	0.297	-0.192	0.276	0.313	0.254	-0.387	-0.097	-0.215	-0.673	-0.591	Cu
37	-0.053	0.720	-0.072	-0.067	-0.189	0.569	0.074	0.384	0.800	0.963	Cr V
47	-0.108	0.652	-0.042	-0.094	-0.189	0.518	0.131	0.349	0.794	0.880	Cd V
86	0.327	0.479	0.178	0.147	-0.042	0.111	-0.115	0.164	0.110	0.231	Pb V
84	-0.260	-0.376	-0.474	-0.352	-0.209	-0.210	0.210	-0.253	0.070	-0.137	Cu V

تابع ملحق (٩)

Cd V. <i>bengalensis</i>	Cr V. <i>bengalensis</i>	Cu P. <i>australis</i>	Pb P. <i>australis</i>	Cd P. <i>australis</i>	Cr P. <i>australis</i>	Cu Resid.	Pb Resid.	Cd Resid.	Cr Resid.	مصدر
									0.609	Cd I
								0.399	0.519	Pb I
							0.346	-0.168	0.203	Cu I
						0.028	0.486	0.098	0.008	Cr P. a
					0.095	-0.249	0.251	0.492	0.253	Cd P. a
				0.608	-0.070	-0.304	0.271	0.768	0.469	Pb P. a

			-0.574	-0.341	0.489	0.323	-0.020	-0.471	-0.361	Cu P. a
		-0.580	0.935	0.714	0.001	-0.342	0.322	0.793	0.428	Cr V.be
	0.904	-0.558	0.864	0.708	-0.032	-0.320	0.325	0.729	0.340	Cd V.be
0.203	0.265	0.123	0.217	0.139	0.419	-0.154	0.093	0.252	0.087	Pb V.be
-0.068	-0.183	-0.141	-0.132	-0.176	-0.223	-0.052	-0.006	-0.318	-0.295	Cu V.be

ملحق (١٠) معامل الارتباط (r) بين انواع البكتريا المدروسة

FC	TC	TBC	نوع البكتريا
		0.602	TC
	0.948	0.646	FC
0.707	0.750	0.541	FS

Summary:

The current study was conducted to determine the effect of wastewater discharge from the wastewater treatment plant on water quality of Al-Diwaniya River. Samples were collected monthly for water, sediments, plant *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Steras and snail *Viviparous bengalensis* (Lamarck) from December 2010 up to November 2011 from four stations: first north of discharge point (discharge of wastewater from wastewater treatment plant to the river), second after the point of discharge to the river directly and the third and fourth stations are located to the south of the station two with distance of 1 and 2 km respectively. The current study included determine some physical and chemical parameters of water; and some heavy metals (chromium, cadmium, lead and copper) in the water (dissolved and particulate), in sediment (exchangeable and residual), in the plant *P. australis* and in the *V. bengalensis*; and study the bacterial indicators of pollution (total bacterial count, total coliform bacteria, fecal coliform bacteria and fecal streptococcus bacteria).

The results showed that the air temperature ranged between (10.17) °C in station two in October 2011 and (41.17)°C in station one in July 2011, and water temperature ranged between (12.83)°C in station two in November

2011 and (32.33)°C in station one in July 2011, while the electrical conductivity ranged between (1092.67) $\mu\text{s}/\text{cm}$ in station one in April 2011 and (2011.33) $\mu\text{s}/\text{cm}$ in station two in May 2011, and the turbidity ranged between (6.63) NTU in station four in March 2011 and (53.33) NTU in station two in September 2011, either dissolved solids were between (620) mg/l in station one in November 2011 and (1423.33) mg/l in station two in January 2011, and suspended solids were between (18.33) mg/l in station four in March 2011 and (87.47) mg/l in station four in July 2011.

The study also demonstrated that the pH values were neutral tend to light alkaline and ranged between (6.9) in station four in November 2011 and (8.3) in the same station in June 2011, also showed decreased in dissolved oxygen as its value ranged between (0.23) mg/l in station two in April 2011 and (9.13) mg/l in station one in November 2011, while the biochemical oxygen demand showed a substantial rise as its value ranged between (0.3) mg/l in station one in May and August 2011 and (68.6) mg/l in station two in April 2011, the chemical oxygen demand ranged between (10.67) mg/l in station one in July and August 2011 and (80) mg/l in station two in February 2011, and the values of carbon dioxide ranged between (17.6) mg/l in station one in March 2011 and (100.47) mg/l in station two in May 2011, and the total alkalinity ranged between (110) mg CaCO_3/l in station one in November 2011 and (306.67) mg CaCO_3/l in station two in April 2011.

The study also demonstrated that the river water was very hard and the total hardness ranged between (349.33) mg CaCO_3/l in station one in April 2011 and (656.67) mg CaCO_3/l in station two in October 2011, calcium ranged between (169.33) mg CaCO_3/l in station one in November 2011 and (363.33) mg CaCO_3/l in station two in July 2011, and magnesium were between (13.3) mg CaCO_3/l in station Fore in July 2011 and (88.97) mg CaCO_3/l in station two in October 2011, sodium ranged between (73.13) mg/l in station one in May 2011 and (242.7) mg/l in station two in November 2011, potassium ranged between (3) mg/l in station one in April 2011 and (13.5) mg/l in station two in November 2011, while chloride ranged between (43.2) mg/l in station one in May 2011 and (122.11) mg/l in station two in January 2011, and sulfate ranged between (184.33) mg/l in station one in April 2011 and (404.47) mg/l in station two in July 2011.

The study also recorded an increase in the values in station two comparison with station one of ammonia as its ranged between (25) $\mu\text{g/l}$ in station one in July 2011 and (11137.33) $\mu\text{g/l}$ in station two in November 2011, and nitrite as its ranged between (4) $\mu\text{g/l}$ in station one in March 2011 and (27.7) $\mu\text{g/l}$ in station two in September 2011, and a decrease in nitrate as it ranged between (97.9) $\mu\text{g/l}$ in station two in August 2011 and (861.93) $\mu\text{g/l}$ in station one in February 2011, while the phosphate is recorded an increase in its concentration as it ranged between (11.93) $\mu\text{g/l}$ in station one in October 2011 and (866.2) $\mu\text{g/l}$ in station two in November 2011.

The values of total organic carbon in sediments ranged between (0.09)% in station one in March 2011 and (0.51)% in station two in November 2011. While the sediment texture was sandy in all stations, as its component percentage was between (89.92-90.7)% , (2.34-3.18)% and (6.86-6.96)% for sand, silt and clay respectively.

The study demonstrated that the concentration of dissolved heavy metals ranged for chromium between (1.52) $\mu\text{g/l}$ in station four in January 2011 and (18.54) $\mu\text{g/l}$ in station two in November 2011, cadmium between non detectable (ND) in station one in December 2010, January and April 2011, in station two and three in December 2010 and April 2011 and in station four in December 2010 and February and April 2011 and (0.61) $\mu\text{g/l}$ in station two in November 2011, lead between (2.91) $\mu\text{g/l}$ in station three in January 2011 and (5.07) $\mu\text{g/l}$ in station two in December 2010 and copper between (0.9) $\mu\text{g/l}$ in station three in December 2010 and (1.61) $\mu\text{g/l}$ in station two in January 2011, whereas in particulate form ranged for chromium between (88.88) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in February 2011 and (444.59) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in October 2011, cadmium between (5.42) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station four in August 2011 and (19.12) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in October 2011, lead between (73.85) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station four in August 2011 and (194.18) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in October 2011 and copper between (19.09) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station four in November 2011 and (101.26) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in November 2011.

The study also demonstrated that the concentration of heavy metals in the exchangeable part of sediments ranged for chromium between (6.15) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in December 2010 and (20.63) $\mu\text{g/g}$ dry

weight in station two in November 2011, cadmium between (0.33) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station for in December 2010 and (0.84) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in June 2011, lead between (8.94) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in April 2011 and (15.22) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in July 2011 and copper between (4.81) in station one in December 2010 and (13.35) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in August 2011, while in the residual part ranged for chromium between (80.05) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in October 2011 and (129.66) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in November 2011, cadmium between (0.34) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in December 2010 and (0.97) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station three and four in October 2011, lead between (9.67) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in October 2011 and (17.97) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station four in August 2011 and copper between (8.29) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in October 2011 and (17.88) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station three in January 2011.

The study also recorded a rise in the concentration of heavy metals in plant *P. australis* and the snail *V. bengalensis* compared with its dissolved in water and in sediments, as its concentration ranged in the *P. australis* for chromium between (2.13) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in January 2011 and (30.05) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in July 2011, cadmium between (0.36) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in February 2011 and (4.83) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in September 2011, lead between (11.73) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in December 2010 and (37.45) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in October 2011 and copper between (0.82) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station four in September 2011 and (16.34) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in April 2011, while its concentration in the *V. bengalensis* ranged for chromium between (16.35) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in December 2010 and (30.17) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station four in October 2011, cadmium between (0.34) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in December 2010 and (8.99) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station three in October 2011, lead between (14.34) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in December 2010 and (26.82) in station two in June 2011 and copper between (91.56) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station two in June 2011 and (238.79) $\mu\text{g/g}$ dry weight in station one in February 2011.

The study recorded a substantial rise in numbers of all pollution indicator bacteria as total bacterial count ranged between (17.33×10^2) cell/ml in station one in October 2011 and (310×10^4) cell/ml in station two in March

2011, total coliform ranged between (4.2) cell/100 ml in station one in October 2011 and (403.3×10^2) cell/100 ml in station two in July 2011, fecal coliform ranged between (3) cell/100 ml in station one in November 2011 and (273.3×10^2) cell/100 ml in station two in July 2011 and fecal streptococcus ranged between (29) cell/100 ml in station one in January 2011 and (1100×10^2) cell/100 ml in station two in March, July and September 2011 and in station three in July 2011.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and
Scientific Research
Al-Qadisiya University



Study the environmental effect of wastewater treatment plant discharge on water quality of Al-Diwaniya river - Iraq

A Thesis

*Submitted to Council of the College of Science University of Al-Qadisiya
in partial fulfillment of the Requirements for the Degree of Master in science
of Biology / Environmental toxicology*

By

Mohammed Khadom Kwain Al-Kasser

Supervision

Prof. Dr. Myson Mehdy Al-Tae

1433 A.H

٢٠١٢ A.D