المجلة العراقية
لبحوث السوق وحماية المستهلك

المجلد (11) العدد (2)
لسنة 2019

DOI: http://dx.doi.org/10.28936/jmracpc11.2.2019.(3)

تقدير تلوث المياه والنباتات المزروعة على ضفاف نهر ديالى بالعناصر الثقيلة خلال فصل الصيف بواسطة تقنية الامتصاص الذري اللهبي

سارة عبد الله محمد[*1]، *سعدية احمد ظاهر*[2]، *عمار مولى حمود*[3]
[1]قسم الكيمياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة الانبار، الانبار، العراق. saraalawad447@yahoo.com
[2]استاذ دكتور، قسم الكيمياء، كلية العلوم للبنات، جامعة بغداد، بغداد، العراق. sadiataher@yahoo.com
[3]استاذ مساعد دكتور، دائرة بحوث المواد، وزارة العلوم والتكنولوجيا، بغداد، العراق.amar_mula@yahoo.com

الاستلام 3/ 5/ 2018، القبول 9/ 7/ 2018، النشر 31/ 12/ 2019

هذا العمل تحت سياسية ترخيص من نوع CCBY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

الخلاصة

أنجز هذا البحث لقياس نسبة التلوث بالعناصر الثقيلة في مياه نهر ديالى وقياس نسب التلوث بهذه العناصر في الخضراوات الورقية التي تزرع على جانبي نهر ديالى والتي تسقى بمياه النهر الملوثة وهي: الكرفس، الفجل ،الرشاد، البصل الاخضر، السلق والخباز، وقد تم أجراء التحاليل المختبرية لقياس نسبة التلوث بالعناصر الثقيلة (الرصاص، الحديد، النيكل، الكادميوم، الزنك، الكروم) باستخدام مطياف الامتصاص الذري اللهبي (Flame Atomic Absorption Spectrophotometer) وأجريت هذه الفحوصات خلال فصل الصيف لشهري تموز وآب لسنة 2017، وقد تبين من خلال الدراسة البحثية أن عناصر الزنك والكروم والنيكل والكادميوم كانت تراكيزها مرتفعة وقد تجاوزت الحد المسموح به وفقا لمنظمة الصحة العالمية WHO وبلغت أعلى تراكيز لهذه العناصر قرب محطة الرستمية 0.38 ملغم/ لتر للنيكل، 0.25 ملغم /لتر للكادميوم، 3.06 ملغم/ لتر للزنك، 0.21 ملغم/ لتر للكروم، إما عناصر الحديد والرصاص كانت ضمن الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية WHO، بينما في النباتات سجلت عناصر الرصاص والكادميوم والكروم تراكيز مرتفعة وتجاوزت الحد المسموح وفقا لمؤشرات تلك المنظمة، حيث كان تركيز عنصر الرصاص مرتفع في جميع أنواع النباتات وبلغ أعلى تركيز له في جذر السلق 5.33 ملغم/ كغم، عنصر الكادميوم كان مرتفع في جذور وأوراق جميع النباتات وبلغ أعلى تركيز له في جذر السلق 5.14 ملغم/ كغم، إما عنصر الكروم كان مرتفع في جذور جميع أنواع النباتات وبلغ أعلى تركيز له في جذر الفجل 4.83 ملغم/ كغم بينما لم يظهر له تركيز في الأوراق، إما عناصر الحديد والنيكل والزنك كانت تراكيزها منخفضة في النباتات وهي ضمن الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية WHO للعناصر الثقيلة في النباتات.

الكلمات المفتاحية: عناصر ثقيلة ، تلوث بيئي، الخضراوات الورقية، نهر ديالى.

DOI: http://dx.doi.org/10.28936/jmracpc11.2.2019.(3)

ESTIMATION OF WATER POLLUTION AND CULTIVATED PLANTS ON THE DIYALA RIVER WITH HEAVY ELEMENTS DURING THE SUMMER BY FLAME ATOMIC ABSORPTION

***Sara Abdullah Mohammed*[*1], *Saadiyah Ahmed Dhahir*[2], *AmmarMula Hmmod*[3]**
[1]Departmen of Chemistry, College of Education for Pure Sciences, University of Anbar, Anbar. Iraq. saraalawad447@gmail.com
[2]Prof. Dr., Department of Chemistry, College of Science for Women, University of Baghdad, Bagdad. Iraq. sadiataher@yahoo.com
[3]Assist Prof. Dr., Department of Materials Research, The Ministry of Science and Technology, Bagdad. Iraq. Amar_mula@yahoo.com

Received 3/ 5/ 2018, Accepted 9/ 7/ 2018, Published 31/ 12/ 2019

This work is licensed under a CCBY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

[*] *البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول.*

ABSTRACT

This study was carried out to measure the percentage of heavy metals pollution in the water of the Diyala river and to measure the percentage of contamination of these elements in the leafy vegetables grown on both sides of the Diyala river, which are irrigated by the contaminated river water (celery, radish, lepidium, green onions, beta vulgaris subsp, and malva). Laboratory analysis was achieved to measure the ratio of heavy element contamination (Pb, Fe, Ni, Cd, Zn and Cr) using flame atomic absorption spectrophotometer during the summer months of July and August for the year 2017. The study showed that the elements of zinc, chromium, nickel and cadmium were high concentrations and exceeded. The maximum concentration of these elements near the Rastmiya station was 0.38 mg/ L for nickel, 0.25 mg/ L for cadmium, 3.06 mg/ L for zinc, 0.21 mg/ L for chromium, either iron and lead elements were within the WHO limit while in plants, lead, cadmium and chromium concentrations were high and exceeded the WHO limit. The lead concentration was high in all plant species and had the highest concentration at 5.33 mg/ kg in roots of lepidium. The cadmium component was high in roots The leaves of all plants reached its highest concentration at the root of the 5.14 mg/ kg in roots of lepidium, either the chromium component was Is high in the root of all plant species and has the highest concentration in roots of radish 4.83 mg/ kg, while no concentration has been shown in leaves. Iron, nickel and zinc have low concentrations in plants and are within the WHO limit for heavy elements in plants.

Key words: Heavy metals, environmental pollution, leaf vegetables, Diyala river.

المقدمة INTRODUCTION

الماء أساس الحياة للكائنات الحية وهو عامل مهم تعتمد عليه حياه الإنسان وهو من أهم الموارد الطبيعية على الإطلاق ويدخل في كافة أنشطة الإنسان الاجتماعية والاقتصادية وتشهد مصادر المياه في العراق تلوثا كبيرا بسبب التدهور في واقع البيئة العراقية الطبيعية حيث تشهد بيئة العراق تلوث واسع يشمل الماء والهواء والتربة ويعود هذا التلوث الى تعدد مصادر التلوث في مياه الأنهار ومياه الشرب وعدم توفر الاهتمام بالبيئة ومصادر الماء **(Al-Battat, 2009)**، وتعتبر العناصر الثقيلة من أهم الملوثات البيئية الخطيرة وتكمن خطورة هذه العناصر بسبب بقاءها بشكل عالق وعدم إمكانيتها على التحلل والبعض منها يكون سام حتى عند التراكيز المنخفضة وتتجمع بأجسام الكائنات الحية بتقدم الزمن وتسبب المخاطر والأمراض وتمتاز هذه العناصر بوزن نوعي عالي 5غم/ سم أو أكثر **(Fadel *et al*., 2013)**، ويعد الرصاص عنصر شديد السمية لأنه لا يهضم بالأمعاء ولايستقلب وتبقى سميته في الكبد ويدخل الى جسم الإنسان عن طريق الطعام والشراب والتنفس وهناك عدة مصادر للرصاص منها الطعام حيث تقوم المحاصيل الزراعية بامتصاص الرصاص من التربة الملوثة واستنشاق الهواء الملوث بالرصاص نتيجة لعمل مصانع تكرير الرصاص **(Ibrahim, 2010)** ومعامل البطاريات **(Nabhan, 2011)** واحتراق البترول **(Muhammad *et al*., 2013)** وهو من العناصر الضارة وليس له فائدة للإنسان والنبات ولا يدخل في العمليات الحياتية والبنائية ويسبب فقر الدم للإنسان لأنه يقوم بطرد الكالسيوم عند تراكمه في العظام وبذلك سوف يسبب موت كريات الدم الحمراء ويؤثر بالدماغ بصورة مستمرة مسببا الموت **(Nabhan, 2011 ; Shukri *et al*., 2011)** بينما عنصر الحديد من العناصر الضرورية الهامة لحياة الإنسان ونقصه يؤدي إلى مرض فقر الدم لأنه يدخل في تركيب هيموغلوبين الدم وهو عنصرا هاما لحياه النبات لأنه يدخل في صنع الكلوروفيل الهام للعمليات الحيوية التي تجري داخل النبات **(Intentions, 2011)** أن نقص الحديد في النبات يؤدي إلى اصفرار الأوراق النباتية الحديثة و يسبب إعاقة نمو النبات ويخفض المساحة السطحية للأوراق ويقلل من معدل التمثيل الضوئي للأوراق ويسبب تراكم المادة الجافة **(Jalab & Al-salloum, 2016)** وعلى الرغم من فوائد الحديد للإنسان والنبات لكن إذا أرتفع عن الحد المسموح به سوف يسبب التسمم ويؤدي الى تشمع الكبد والتلف وبالتالي يحدث سرطان الكبد بسبب عجز الجسم عن تأييضه وتصريفه **(Zaidan & Issa, 2012)** في حين يعد النيكل من العناصر السامة للإنسان والنبات وتوجد عدة مصادر للنيكل منها طبيعية كالماء والهواء والتربة وهنالك مصادر أخرى صناعية مثل صناعة الأسنان ووقود السياراتويتواجد بشكل طبيعي في الأنسجة ويدخل الى جسم الإنسان عن طريق الغذاء ولمس المواد الحاوية على النيكل مثل النقود والحلي وهذا يسبب ارتفاع تركيزه في الأنسجة ويشكل خطرا يهدد الصحة لأنه عنصر سام حتى إذا كان تركيزه قليل **(Ibrahim *et al*., 2008)** ان

ارتفاع نسبة النيكل في النباتات يسبب تسمم النبات ويؤثر على أنتاج النبات والعمليات الحيوية الايضية مثل نشاط الأنزيمات والبناء الضوئي وصنع البروتين والتنفس وبناء الحوامض النووية **(Al-Shamari, 2009)** ويمثل الكادميوم احدى العناصر السامة وينتج من عمليات أنتاج المعادن مثل النحاس والزنك والرصاص وهو شديد السمية للنبات والإنسان ويتصف بالطبيعة التراكمية وينتج من النفايات الصناعية والمنزلية وتصنيع الأسمدة الفوسفاتية **(Ibrahim, 2010)** ويعد الزنك من العناصر الضرورية لصحة وسلامة الجلد وله دور هام في حياة الإنسان ويزيد من مقاومة الجلد للالتهابات ويستخدم كمرهم للجلد **(Shukri *et al*., 2011)** وعلى الرغم من فوائد الخارصين المعروفة إلا أن ارتفاعه عن الحد المسموح يسبب ضررا على الإنسان والنبات **(Al-Saadi, 2011)** هناك عده مصادر طبيعية للزنك وهي الشعير واللوز والفول السوداني وله دور مهم في حياه النبات ويزيد عدد الأزهار والفروع الخضرية **(Al-Samrai, 2010)** ويدخل في تركيب البروتين والكلوروفيل وعند نقص الزنك في النظام الغذائي يسبب الإعاقة للإنسان وعند نقصه بالنبات يسبب تقزم النبات **(Shamshim & Nasra, 2015; Al-Salmani *et al*., 2013)** بينما يكون الكروم عنصرا ساما ويكون الكروم السداسي هو الأكثر سمية على الكائنات الحية لأنه قاتل **(Al-sarawi, 2008)** وله عده مصادر مثل صناعة الفولاذ والأصباغ والأنسجة **(Al-Musli, 2003)** ويدخل لجسم عن طريق التلامس والطعام والشراب والتنفس والمدخنين يتعرضون لنسبة كبيرة منه **(Al-sarawi, 2008 ; Al-Issa, 2014)** ويسبب تسمم النبات ويؤثر على وظائف النبات مثل البناء الضوئي وتصنيع الكلوروفيل **(Al-Rawi, 2010)**.

يعد نهر ديالى احد المصادر الرئيسية للمياه في العراق وينبع نهر ديالى من الأراضي الإيرانية من المرتفعات الشمالية الشرقية لجبال زاكروس ويصب أيسر نهر دجلة جنوب بغداد في منطقة التويثة وعند دخوله الأراضي العراقية يتوحد رافداه الرئيسيان سيروان وتانجرو قبل مضيق دربندخان ويمتلك نهر ديالى عده روافد وهي نهر الوند ونارين جاي وشيخ بابا ونهر عباسان وقره تو ونهر ديوانه **(Al-Qayyim, 2006 ; Al-Noor, 1989)** وتؤثر فيضانات نهر ديالى بصورة مباشرة في الفيضانات التي تصب في نهر دجلة وتبلغ مساحته 28282 كم **(Al-Asskri, 2015)** ونظرا لطول المسافة التي يقطعها النهر فأنه يكون عرضة للتلوث البيئي.

المواد وطرائق العمل MATERIALS AND METHODS

المحاليل المستخدمة Solutions

المحلول القياسي الخزين لأيون الرصاص Standard solution for storage of lead ions

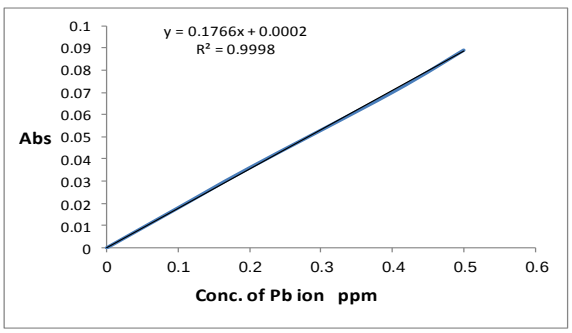
حضر المحلول القياسي الخزين لأيون الرصاص بتركيز 100 جزء بالمليون ذلك بسحب 10 مللتر من المحلول القياسي لعنصر الرصاص $Pb(NO_3)_2$ ذو تركيز 1000 جزء بالمليون والوزن 1.599غم والمحضر من قبل شركة (J.T.Baker) الهولندية ووضعه في قنينه حجمية سعة 100 مللتر واكمل الحجم الى حد العلامة بالماء المقطر الخالي من الايونات.

سلسلة المحاليل القياسية لأيون الرصاص Standard series of lead ions

حضرت سلسلة المحاليل القياسية المخففة لأيون الرصاص بتراكيز 1 ,0.5 ,0.4 ,0.2 ,0.1 جزء بالمليون وذلك بتخفيف حجوم معينة من المحلول القياسي ذات التركيز 100 جزء بالمليون بالماء المقطر الخالي من الأيونات.

منحنى المعايرة الخطية لأيون الرصاص Linear calibration curve for lead ions

بعد تحضير سلسلة المحاليل المخففة بتراكيز 1 ,0.5 ,0.4 ,0.2 ,0.1 جزء بالمليون من المحلول القياسي ذات التركيز 100 جزء بالمليون تم قياس الامتصاصية لكل محلول 5 مرات باستخدام جهاز الامتصاص الذري اللهبي Flame atomic absorption spectrophotometer بواسطة مصباح المهبط المجوف Hallow cathode lamp الخاصة بعنصر الرصاص و(الشكل، 1) يبين منحنى المعايرة الخطية لأيون الرصاص.



شكل (1): منحني المعايرة الخطية لأيون الرصاص.

الخواص الفضلى لمنحنى المعايرة الخطية لأيون الرصاص

The properties of the linear calibration Curve of lead ions

توجد خواص فضلى لمنحنى المعايرة لأيون الرصاص كما موضحة (بالجدول، 1).

جدول (1): الخواص الفضلى لمنحنى المعايرة الخطية لأيون الرصاص.

المتغيرات	القيم
معامل الارتباط (r^2) Correlation coefficient	0.9998
الميل (m)	0.1766
معادلة الخط المستقيم Regression equation	0.1766x+0.0002
نقطة التقاطع intercept	0.0002

المحلول القياسي الخزين لأيون الحديد Standard solution for storage of iron ions

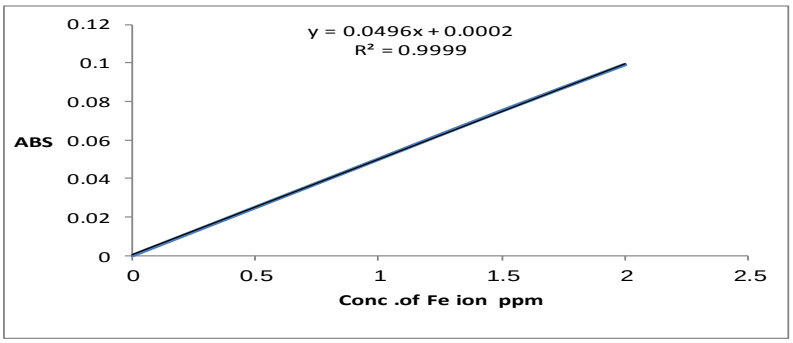
تم تحضير المحلول القياسي الخزين لأيون الحديد بتركيز 100 جزء بالمليون وذلك بسحب 10 مللتر من المحلول القياسي لعنصر الحديد $Fe(NO_3)_3.9H_2O$ ذو تركيز 1000 جزء بالمليون والوزن 7.234 غم والمحضر من قبل شركة (J.T.Baker) الهولندية ووضعه في قنينه حجمية سعه 100 مللتر واكمل الحجم الى حد العلامة بالماء المقطر الخالي من الايونات.

سلسلة المحاليل القياسية لأيون الحديد Series of standard solution for iron ions

حضرت سلسلة من المحاليل القياسية المخففة لأيون الحديد بتراكيز 2 ,1.5 ,1 ,0.5 ,0.2 جزء بالمليون وذلك بتخفيف حجوم معينة من المحلول القياسي ذات التركيز 100 جزء بالمليون بالماء المقطر الخالي من الأيونات.

منحنى المعايرة الخطية لأيون الحديد Linear calibration curve of iron ions

بعد تحضير سلسلة المحاليل القياسية 2 ,1.5 ,1 ,0.5 ,0.2 جزء بالمليون المخففة من المحلول القياسي ذات التركيز 100 جزء بالمليون وقد تم قياس الامتصاصية لكل محلول 5 مرات باستخدام جهاز الامتصاص الذري اللهبي بواسطة مصباح المهبط المجوف الخاصة بعنصر الحديد و(الشكل، 2) يبين منحنى المعايرة الخطية للحديد.



شكل (2): منحنى المعايرة الخطية لأيون الحديد.

الخواص الفضلى لمنحنى المعايرة الخطية لأيون الحديد

The properties of the linear calibration curve of iron ions

توجد خواص فضلى لمنحنى المعايرة لأيون فلز الحديد كما موضحة (بالجدول ،2).

جدول (2): الخواص الفضلى لمنحني المعايرة الخطية لأيون الحديد.

المتغيرات	القيم
معامل الارتباط (r^2) Correlation coefficient	0.9999
الميل (m)	0.0496
معادلة الخط المستقيم Regression equation	0.0496x+0.0002
نقطة التقاطع intercept	0.0002

المحلول القياسي الخزين لأيون النيكل Standard solution for storage of nickel ions

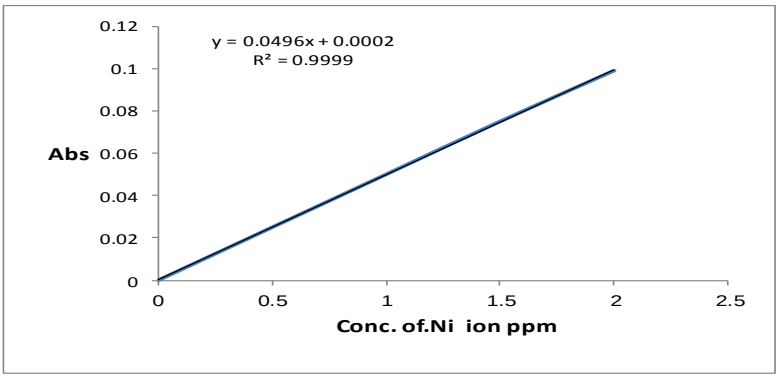
تم تحضير محلول قياسي لأيون النيكل بتركيز 1000 جزء بالمليون من خلال إذابة 5غم من نترات النيكل $Ni(NO_3)_2.6H_2O$ في محلول 5% من حامض النتريك HNO_3 في قنينة حجميه سعة 1000 مللتر وبعدها أكمل الحجم الى 1000 مللتر بالماء المقطر الخالي من الايونات ونقل المحلول الى حاوية بلاستيكية من البولي اثيلين.

سلسلة المحاليل القياسية لأيون النيكل Series of standard solution for nickel ions

حضرت سلسلة من المحاليل القياسية المخففة لأيون النيكل بتراكيز2 ,1.5 ,1 ,0.5 ,0.2 جزء بالمليون من خلال تخفيف حجوم معينة من المحلول الخزين القياسي Stock solution الذي له تركيز 1000 جزء بالمليون بالماء المقطر الخالي من الايونات.

منحى المعايرة الخطية لأيون النيكل Linear calibration curve of nickel ion

بعد تحضير سلسلة المحاليل المخففة القياسية 2 ,1.5 ,1 ,0.5 ,0.2 جزء بالمليون لأيون النيكل من المحلول القياسي ذات التركيز 100 جزء بالمليون تم قياس الامتصاصية لأيون النيكل لـ5 مكررات باستخدام جهاز الامتصاص الذري اللهبي بواسطة مصباح المهبط المجوف الخاصة بعنصر النيكل و(الشكل، 3) يبين منحنى المعايرة الخطية لأيون النيكل.



شكل (3): منحنى المعايرة الخطية لأيون النيكل.

الخواص الفضلى لمنحنى المعايرة الخطية لأيون النيكل

The properties of the linear calibration curve of nickel ions

توجد خواص فضلى لمنحنى المعايرة لأيون النيكل كما موضحة (بالجدول، 3).

جدول (3): الخواص الفضلى لمنحنى المعايرة الخطية لأيون النيكل.

المتغيرات	القيم
معامل الارتباط Correlation coefficient (r^2)	0.9999
الميل (m)	0.0496
معادلة الخط المستقيم Regression equation	0.0496x+0.0002
نقطة التقاطع intercept	0.0002

المحلول القياسي الخزين لأيون الكادميوم Standard solution for storage of cadmium ions

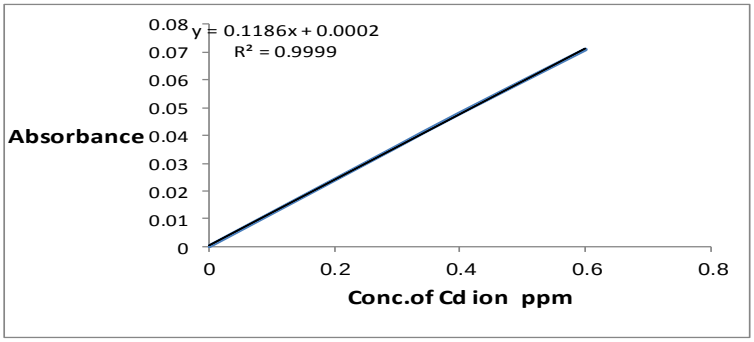
تم تحضير محلول قياسي لأيون الكادميوم بتركيز 1000 جزء بالمليون من خلال إذابة 1.142غم من أوكسيد الكادميوم CdO في محلول 5% من حامض الهيدروكلوريك HCl في قنينة حجميه سعة 1000 مللتر وبعدها أكمل الحجم الى 1000 مللتر بالماء المقطر الخالي من الايونات ونقل المحلول الى حاوية بلاستيكية من البولي اثيلين.

سلسلة المحاليل القياسية لأيون الكادميوم Series of standard solution for cadmium ions

حضرت سلسلة من المحاليل القياسية المخففة لأيون الكادميوم بتراكيز 0.6 ,0.4 ,0.3 ,0.2 ,0.1 جزء بالمليون من خلال تخفيف حجوم معينة من المحلول الخزين القياسي الذي له تركيز 100 جزء بالمليون بالماء المقطر الخالي من الايونات.

منحى المعايرة الخطية لأيون الكادميوم Linear calibration curve of cadmium ions

بعد تحضير سلسلة المحاليل القياسية 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6 جزء بالمليون المخففة من المحلول القياسي ذات التركيز 100 جزء بالمليون تم قياس الامتصاصية لكل محلول 5 مرات باستخدام جهاز الامتصاص الذري اللهبي باستخدام مصباح المهبط المجوف الخاصة بعنصر الكادميوم و(الشكل، 4) يبين منحنى المعايرة الخطية لأيون الكادميوم.



شكل (4): منحنى المعايرة الخطية لأيون الكادميوم.

الخواص الفضلى لمنحنى المعايرة الخطية لأيون الكادميوم

The properties of the linear calibration curve of cadmium ions

توجد خواص فضلى لمنحنى المعايرة لأيون فلز الكادميوم كما موضحة (بالجدول، 4).

جدول (4): الخواص الفضلى لمنحني المعايرة الخطية لأيون الكادميوم.

المتغيرات	القيم
معامل الارتباط (r^2) Correlation coefficient	0.9999
الميل (m)	0.1186
معادلة الخط المستقيم Regression equation	0.1186x+0.0002
نقطة التقاطع intercept	0.0002

المحلول القياسي الخزين لأيون الزنك Standard solution for storage of Zinc ions

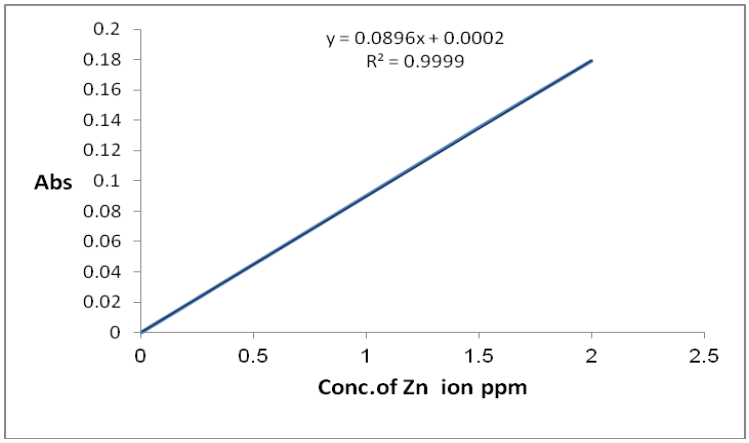
تم تحضير المحلول القياسي الخزين لأيون الزنك بتركيز 100 جزء بالمليون وذلك بسحب 10مللتر من المحلول القياسي لعنصر الزنك $Zn(NO_3)_2.4H_2O$ ذو تركيز1000 جزء بالمليون والوزن 3.998 غم والمحضر من قبل شركة (J.T.Baker) الهولندية ووضعه في قنينه حجمية سعة 100 مللتر واكمل الحجم الى حد العلامة بالماء المقطر الخالي من الايونات.

سلسلة المحاليل القياسية لأيون الزنك Series of standard solution for zinc ions

حضرت سلسلة المحاليل القياسية المخففة لأيون الزنك بتراكيز 0.2, 0.5, 1, 1.5, 2 جزء بالمليون وذلك بتخفيف حجوم معينة من المحلول القياسي ذات التركيز 100 جزء بالمليون بالماء المقطر الخالي من الأيونات.

منحنى المعايرة الخطية لأيون الزنك Linear calibration curve of zinc ions

بعد تحضير سلسلة المحاليل المخففة بتراكيز 0.2, 0.5, 1, 1.5, 2 جزء بالمليون من المحلول القياسي ذات التركيز 100 جزء بالمليون تم قياس الامتصاصية لكل محلول 5 مرات باستخدام جهاز الامتصاص الذري اللهبي بواسطة مصباح المهبط المجوف الخاصة بعنصر الزنك و(الشكل، 5) يبين منحنى المعايرة الخطية لأيون الزنك.



شكل (5): منحنى المعايرة الخطية لأيون الزنك.

الخواص الفضلى لمنحنى المعايرة الخطية لأيون الزنك

The properties of the linear calibration curve of zinc ions

توجد خواص فضلى لمنحنى المعايرة لأيون فلز الزنك كما موضحة (بالجدول، 5).

جدول (5): الخواص الفضلى لمنحنى المعايرة لأيون الزنك.

المتغيرات	القيم
معامل الارتباط Correlation coefficient (r^2)	1
الميل (m)	0.0896
معادلة الخط المستقيم Regression equation	0.0896x+0.0002
نقطة التقاطع intercept	0.0002

المحلول القياسي الخزين لأيون الكروم Standard solution for storage of chromium ions

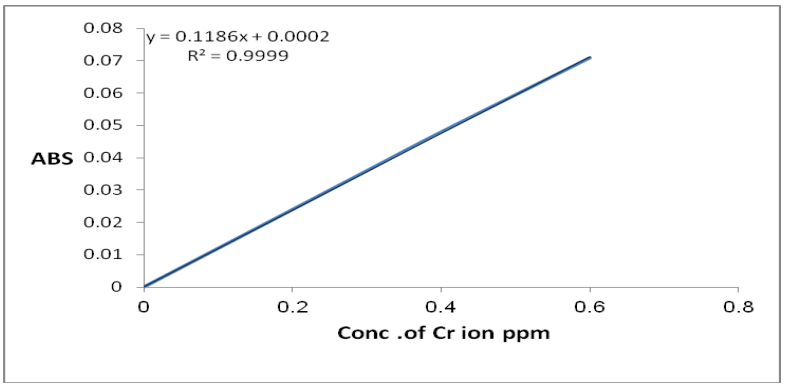
تم تحضير المحلول القياسي الخزين لأيون الكروم بتركيز 100جزء بالمليون وذلك بسحب 10 مللتر من المحلول القياسي لعنصر الكروم $Cr(NO_3)_3.9H_2O$ ذو تركيز 1000 جزء بالمليون والوزن 7.696 غم والمحضر من قبل شركة (J.T.Baker) الهولندية ووضعه في قنينه حجمية سعة 10 مللتر واكمل الحجم الى حد العلامة بالماء المقطر الخالي من الايونات.

سلسلة المحاليل القياسية لأيون الكروم Series of standard solution for chromium ions

حضرت سلسلة المحاليل القياسية المخففة لأيون الكروم بتراكيز 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6 جزء بالمليون وذلك بتخفيف حجوم معينة من المحلول القياسي ذات التركيز 100 جزء بالمليون بالماء المقطر الخالي من الأيونات.

منحنى المعايرة الخطية لأيون الكروم Linear calibration curve of chromium ions

بعد تحضير سلسلة المحاليل المخففة (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6) من المحلول القياسي ذات التركيز 100 جزء بالمليون تم قياس الامتصاصية لكل محلول (5) مرات باستخدام جهاز الامتصاص الذري اللهبي بواسطة مصباح المهبط المجوف الخاصة بعنصر الكروم و(الشكل، 6) يبين منحنى المعايرة الخطية لأيون الكروم.



شكل (6): منحنى المعايرة الخطية لأيون الكروم.

الخواص الفضلى لمنحنى المعايرة الخطية لأيون الكروم

The properties of the linear calibration curve of chromium ions

توجد خواص فضلى لمنحنى المعايرة لأيون الكروم كما موضحة (بالجدول، 6).

جدول (6): الخواص الفضلى لمنحنى المعايرة لأيون الكروم.

المتغيرات	القيم
معامل الارتباط Correlation coefficient (r^2)	0.9999
الميل (m)	0.1186
معادلة الخط المستقيم Regression equation	0.1186x+0.0002
نقطة التقاطع intercept	0.0002

جمع العينات Collection of samples

عينات الماء Water samples

تم جمع عينات الماء من نهر ديالى في منطقة الرستمية من خلال تقسيم منطقة الدراسة الى ثلاثة مواقع الموقع الأول قبل محطة الرستمية والموقع الثاني مقابل محطة الرستمية والموقع الثالث بعد محطة الرستمية باستخدام قناني بلاستيكية من البولي اثيلين وتم سحب حوالي نصف لتر من الماء من كل موقع بغمر القنينة تحت سطح الماء بحوالي15 سم وحمضت العينات باستخدام 50 مللتر من محلول 10% من حامض النتريك ونقلت الى المختبر ورشحت العينات باستخدام أوراق الترشيح وحفظت في الثلاجة لحين إجراء التحليل لغرض قياس نسبة العناصر الثقيلة فيها وتقاس بالطريقة المباشرة.

عينات النبات Plant samples

جمعت ستة أنواع من النباتات المزروعة على ضفاف نهر ديالى وهي البصل الأخضر والرشاد والفجل والكرفس والخباز والسلق وقد تم غسلها وتجفيفها بدرجة حرارة المختبر25م وتقطيعها ومن ثم وزنها وحفظها في قناني حين أجراء التحاليل لها.

طريقة العمل MATERIALS AND METHODS

1. أخذ 1غم من كل عينة ونضع عليها 5مللتر من حامض النتريك HNO_3 و1.5 مللتر من حامض البيركلوريك $HClO_4$ وتغطى بزجاجة ساعة وتترك لمدة 24 ساعة لغرض الهضم.
2. تم التسخين بدرجة حرارة 70مئوية الى اكتمال الهضم وتحول العينة الى سائل رائق.
3. تترك العينة لتبرد ثم ترشح بوساطة ورق الترشيح المثبتة على قمع ويجمع الراشح ثم ينقل الى دورق حجمي سعة 25 مللتر ويكمل الحجم الى حد العلامة بالماء المقطر الخالي من الايونات لتصبح جاهزة للقياس بواسطة جهاز الامتصاص الذري اللهبي **(Abbas *et al.*, 2010 ; Lone *et al.*, 2013)**.

النتائج والمناقشة RESULTS AND DISCUSSION

تقدير العناصر الثقيلة في مياه النهر Determination of heavy elements in river water

نلاحظ من خلال (الجدول ،7) تراكيز العناصر الثقيلة في مياه نهر ديالى خلال فصل الصيف للمواقع الثلاثة نجد أن عنصر الرصاص قد بلغ أعلى تركيز له بالقرب من محطة الرستمية حيث كان تركيزه 0.78 ملغم/ لتر واقل تركيز له كان قبل محطة الرستمية حيث بلغ تركيزه 0.25 ملغم/ لتر، اما بعد محطة الرستمية كان تركيزه 0.73 ملغم/ لتر وعند مقارنة تراكيز عنصر الرصاص خلال فصل الصيف مع الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية WHO لعنصر الرصاص في مياه الري وهو 5.0 ملغم/ لتر **(Salawu *et al*., 2015)** نجد انه لم يرتفع عن الحد المسموح به، إما عنصر الحديد فقد بلغ أعلى تركيز له بالقرب من محطة الرستمية وكان تركيزه 3.32 ملغم/ لتر واقل تركيز له كان قبل محطة الرستمية حيث سجل تركيز 2.08 ملغم/ لتر إما بعد محطة الرستمية كان تركيزه 2.48 ملغم/ لتر وعند مقارنة تراكيز عنصر الحديد مع الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية لعنصر الحديد في مياه الري وهو 5.0 ملغم/ لتر **(Salawu *et al*., 2015)** نجد انه لم يرتفع عن الحد المسموح به.

اما عنصر النيكل فقد سجل أعلى تركيز له بالقرب من محطة الرستمية حيث بلغ تركيزه 0.38 ملغم/ لتر، وبعد محطة الرستمية 0.24 ملغم/ لتر وبذلك يتجاوز الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية WHO لعنصر النيكل في مياه الري وهو 0.2 ملغم/ لتر **(Al-Turki & Abdel-Moneim, 2012)**، إما قبل المحطة كان تركيزه 0.20 ملغم/ لتر ولم يتجاوز الحد المسموح به ويعود السبب في ارتفاع تركيز عنصر النيكل الى بسب العمليات الصناعية والنفايات المنزلية التي تلقى الى محطة الرستمية وهذه المحطة بدورها لا تعالج مياه الصرف الصحي وتلقى الى نهر ديالى مباشرة وتسبب تلوثه بالمعادن الثقيلة مثل النيكل **(Varala kshmi & Ganeshamurthy, 2012)** ويسبب ارتفاع عنصر النيكل العديد من الإمراض والمشاكل الصحية منها سرطان الحنجرة وسرعه ضربات القلب والتهاب اللثة وضيق التنفس والتهاب الفم والإسهال والطفح الجلدي وضعف الحيوية والربو والاكزيما **(Shoaib, 2009)**.

اما عنصر الكادميوم بلغ أعلى تركيز له بالقرب من محطة الرستمية 0.25 ملغم/ لتر واقل تركيز له كان قبل محطة الرستمية 0.14 ملغم/ لتر إما بعد محطة الرستمية كان تركيزه 0.15 ملغم/ لتر وعند مقارنة تراكيز الكادميوم في مياه النهر للمواقع الثلاثة مع الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية WHO لعنصر الكادميوم في مياه الري وهو 0.01 ملغم/ لتر **(Al-Turki & Abdel-Moneim, 2012)** نجد انه مرتفع عن الحد المسموح به في جميع المواقع، أن سبب ارتفاع تركيز عنصر الكادميوم في المياه هو الهواء وتساقط الأمطار والتي تحمل معها جزيئات الغبار الحاوية على المعادن الثقيلة وكذلك مياه السيول والأنهار والتي تؤدي إلى جرف التربة ونقل العناصر الثقيلة إلى الماء **(Abdo, 2008)** وينتقل الكادميوم إلى الماء في المناطق المزدحمة بالسيارات وبسبب مخلفات المصانع ومياه المجاري ومياه الصرف الصحي والمبيدات والأسمدة الفوسفاتية التي تلقى إلى النهر مباشرة بدون معالجة وتكون حاوية على عنصر الكادميوم **(Saleh, 2008)** ويسبب ارتفاع تركيز العنصر العديد من الإمراض مثل الصداع الشديد واضطرابات في الجهاز الهضمي والجهاز البولي والكلى ويسبب الإصابة بداء السكر والإصابة بمرض السرطان **(Ibrahim, 2010)**.

سجل عنصر الزنك أعلى تركيز له بالقرب من محطة الرستمية، حيث بلغ تركيزه 3.06 ملغم/ لتر وبلغ اقل تركيز له قبل محطة الرستمية 1.44 ملغم/ لتر، اما بعد المحطة كان تركيزه 2.27 ملغم/ لتر، وعند مقارنة تراكيز عنصر الزنك مع الحد المسموح به وفقا لمنظمة الصحة العالمية WHO في مياه الري وهو 2.0 ملغم/ لتر**(Al-Turki & Abdel-Moneim, 2012)** نجد انه مرتفع عن الحد المسموح في الموقعين قرب المحطة وبعد المحطة، اما قبل المحطة كان ضمن الحد المسموح به.

إن سبب ارتفاع عنصر الزنك في مياه نهر ديالى يعود إلى النفايات الصناعية السائلة التي تصرف إلى النهر بدون معالجة وبسبب الأنشطة البشرية والترسيب من الهواء الجوي ونفايات عمليات التعدين وتآكل الوسط الجيولوجي وعمليات صناعة الاسمنت وعمليات حرق الفحم وصهر المعادن **(Al-khafaji, 2012)** وبسبب مياه الصرف الصحي والفضلات المنزلية في شبكات مياه الإمطار والتي تصرف إلى الأنهار مباشرة بدون معالجة **(Shukri *et al*., 2011)** وعلى الرغم من فوائد الزنك المعروفة وهي انه يلعب دورا مهما في تنشيط العديد من الإنزيمات وهي Tryptophan Synthetase المحفز لتكوين IAA المسؤول عن نمو النبات وإنزيم Starch synthetase المسؤول عن تكوين النشا وهو عنصر ضروري لتكوين الكلوروفيل وعملية الفسفرة وتكوين الكلوكوز، إلا أن ارتفاعه عن الحد المسموح يسبب ضررا على الإنسان والنبات **(Al-saadi, 2011)**، وسجل عنصر الكروم ارتفاعا في مياه النهر وبلغ أعلى تركيز له بالقرب من محطة الرستمية وكان تركيزه 0.21 ملغم/ لتر وسجل اقل تركيز له قبل محطة الرستمية حيث بلغ تركيزه 0.11 ملغم/ لتر إما بعد المحطة فقد كان تركيزه 0.19 ملغم/ لتر وعند مقارنة تراكيز عنصر الكروم مع الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية WHO لعنصر الكروم في مياه الري وهو 0.1 ملغم/ لتر **(Al-Turki & Abdel-Moneim, 2012)** نجد انه مرتفع عن الحد المسموح به ويعود السبب في ارتفاع عنصر الكروم الى انخفاض كفاءة الأداء لمحطات الصرف الصحي والتي

تلقي المياه الملوثة الحاوية على العناصر الثقيلة والمخلفات الصناعية والمنزلية الى الأنهار مباشرة بدون معالجة **(Ghawi, 2017)** ومن الممكن حدوث التلوث نتيجة عمليات أعداد الوقود والطلاء الكهربائي والتي ينتج عنها عنصر الكروم وعمليات تنقية المعادن وصهر النحاس كما ينتج التلوث بالكروم عن عمليات تحلل النباتات والحيوانات ونتيجة لأنشطة الإنسان وعمليات الهضم الرطب والجاف **(Al-khafaji, 2012)**.

إن ارتفاع نسبة الكروم عن المسموح به في مياه الأنهار، يسبب العديد من الإضرار والمشاكل، ويسبب موت الأسماك ضررا بالنسيج الجلدي للأسماك كما يسبب للإنسان عدة أمراض، حيث يسبب الكروم السداسي مرض سرطان الجهاز التنفسي وسرطان الرئة ويسبب الوفاة عند التراكم في الكلى ويعد الكروم السداسي أكثر خطرا من الكروم الثلاثي لان الكروم السداسي ينفذ عبر الأغشية البيولوجية للجسم **(Shoaib, 2009)**.

جدول (7): تراكيز العناصر الثقيلة في مياه نهر ديالى خلال الصيف بوحدة (ملغم/ كغم) مع قيم الانحراف المعياري (SD).

الموقع	Pb	Fe	Ni	Cd	Zn	Cr
	Mean+SD	Mean+SD	Mean+SD	Mean+SD	Mean+SD	Mean+SD
قبل المحطة	0.25+0.01	2.08+0.0158	0.20+0.0122	0.14+0.0122	1.44+0.0158	0.11+0.0158
قرب المحطة	0.78+0.0070	3.32+0.0141	0.38+0.0212	0.25+0.01	3.06+0.0122	0.21+0.02
بعد المحطة	0.73+0.0316	2.48+0.01	0.24+0.0158	0.15+0.0070	2.72+0.0141	0.19+0.01
محددات WHO	5.0	5.0	0.2	0.01	2.0	0.1

تقدير العناصر الثقيلة في النباتات على ضفاف نهر ديالى

نلاحظ من خلال (الجدول ،8) تراكيز العناصر الثقيلة في النباتات خلال فصل الصيف نجد ان عنصر الرصاص سجل أعلى تركيز له في جذر السلق حيث بلغ تركيزه 5.33 ملغم/ كغم واقل تركيز له كان في ورق الفجل حيث بلغ تركيزه 2.76 ملغم/ كغم وعند مقارنة تراكيز عنصر الرصاص مع الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية WHO لعنصر الرصاص في النباتات وهو 2.00 ملغم/ كغم **(Nazir *et al.*, 2015)** نجد انه مرتفع عن الحد المسموح به، إن سبب ارتفاع عنصر الرصاص في النباتات هو عوادم السيارات والسماد العضوي والألغام واستخدام الحمأة **(Shula, 2010)** والتربة الملوثة بالعناصر الثقيلة السامة واستخدام مياه نهر ديالى الملوثة بالمخلفات الصناعية والفضلات السائلة والصلبة ومياه الصرف الصحي لمحطة الرستمية التي تلقى لنهر ديالى مباشرة دون معالجة، فضلاً عن الملوثات الجوية، وبسبب التقدم الصناعي الذي كان له اثر كبير في انتشار الملوثات الصناعية الحاوية على العناصر الثقيلة مما يسبب زيادة تركيز هذه العناصر في البيئة والتربة، وبالتالي انتقالها الى النبات عن طريق امتصاصها من التربة الملوثة، وكون معظم النباتات لها القدرة على خزن العناصر الثقيلة ونقلها من الجذر الى الأوراق ثم الى الثمار مما يسبب ضرراً على الصحة عند التغذي عليها **(Ali & Hamoudi, 2008)**. يتركز الرصاص في الخضروات الورقية بسبب سعة سطح أوراقها وكذلك بسبب الترسب المباشر له على الأجزاء الهوائية للنبات **(Sumina & Jubba, 2002)** ان ارتفاع عنصر الرصاص يسبب العديد من الأمراض مثل شحوب الجلد وتلف الكلية وحدوث تشوهات خلقية وإسقاط الحمل وغثيان وتقيئ وألم في البطن وشلل في المفاصل **(Shula, 2010)**.

سجل عنصر الحديد أعلى نسبة له في ورق الفجل حيث بلغ تركيزه 14.66 ملغم/ كغم واقل تركيز لعنصر الحديد كان في جذر الكرفس حيث بلغ 8.47 ملغم/ كغم، وبالمقارنة مع الحد المسموح به للحديد في النباتات حسب منظمة الصحة العالمية WHO وهو 20.0 ملغم/ كغم **(Nazir *et al.*, 2015)** ونجد أن عنصر الحديد لم يتجاوز الحد المسموح به، اما عنصر النيكل فقد اظهر أعلى نسبة له في جذر الفجل حيث بلغ تركيزه 13.19 ملغم/ لتر واقل تركيز لعنصر النيكل كان في ورق الكرفس 5.23 ملغم/ كغم وبالمقارنة مع الحد المسموح به للنيكل في النباتات حسب منظمة الصحة العالمية WHO وهو 67 ملغم/ كغم **(Mustafa, 2003)** نجد أن عنصر النيكل لم يتجاوز الحد المسموح به، وسجل عنصر الكادميوم ارتفاعا واضحا في جميع أنواع النباتات حيث بلغ أعلى تركيز له في جذر السلق 5.14 ملغم/ كغم بينما كان اقل تركيز له في ورق الفجل 3.22 ملغم/ كغم، وعند مقارنة تراكيز الكادميوم في النبات مع الحد المسموح به للكادميوم في النباتات حسب منظمة الصحة العالمية WHO وهو 0.2 ملغم/ كغم **(Nazir *et al.*, 2015)** نجد أن العنصر ارتفع عن الحد المسموح به، ويرجع سبب ارتفاع الكادميوم إلى احتواء التربة على كميات عالية من الكادميوم والذي ينتقل بدوره إلى النباتات عند

زراعتها في تربة ملوثة، وكذلك بسبب إضافة الأسمدة وبسبب قابلية النباتات على امتصاص كمية عالية من بعض العناصر مثل الكادميوم **(Saleh, 2008)** ومن مخلفات المصانع والفضلات المنزلية والأسمدة العضوية والكيمياوية ومخلفات المجاري والمدن ومخلفات محطات الصرف الصحي التي تلقى إلى الأنهار بدون معالجة واستعمال مياه الأنهار الملوثة في الري مما يسبب انتقال عنصر الكادميوم إلى النبات **(Ali & Hamoudi, 2008)** ويسبب ارتفاع عنصر الكادميوم أضرار على صحة الإنسان تتمثل بالإصابة بهشاشة العظام وسرطان الرئة وأمراض الكبد ويسبب ضرر على الكليتين **(Al-Eid, 2010)** وتشوهات بالهيكل العظمي واضطرابات الجهاز الهضمي ويؤثر على القلب ويسبب التعرض المزمن للكادميوم أمراض القلب والأوعية الدموية وارتفاع ضغط الدم **(Ahmed *et al*., 2015)**.

أما عنصر الزنك فقد سجل أعلى تركيز له في جذر السلق حيث بلغ تركيزه 16.34 ملغم/ كغم واقل تركيز له كان في ورق الفجل حيث بلغ تركيزه 10.22 ملغم/ كغم وعند مقارنة تراكيز الزنك في النبات مع الحد المسموح للزنك في النباتات حسب منظمة الصحة العالمية WHO وهو50 ملغم/ كغم **(Nazir *et al*., 2015)** نجد أن تراكيز الزنك لم تتجاوز الحد المسموح، وسجل عنصر الكروم أعلى تركيز له في جذر الفجل حيث بلغ تركيزه 4.83 ملغم/ كغم واقل تركيز له كان في جذر الكرفس حيث بلغ تركيزه 3.85 ملغم/ كغم وعند مقارنة تراكيز العنصر مع الحد المسموح به للكروم في النبات ضمن منظمة الصحة العالمية WHO وهو 1.30 ملغم /كغم **(Nazir *et al*., 2015)** نجد أنه مرتفع عن الحد المسموح به.

إن سبب ارتفاع عنصر الكروم في جذور جميع النباتات هو ري النباتات بماء الأنهار الملوث بالكروم والذي ينتقل بدوره إلى النبات عند السقي ويدخل الكروم إلى المياه عن طريق طرح مخلفات المصانع والصناعات الجلدية ومعامل الأصباغ التي تطرح إلى الأنهار مباشرة بدون معالجة ويؤثر ارتفاع عنصر الكروم على النباتات حيث يسبب تنخر في تركيب الأغشية الخلوية بالنبات **(Al-Rawi, 2010)** ويخفض إنتاجية النبات ويسبب تلفه كما يسبب للإنسان مشاكل صحية عند التغذي على هذه النباتات الملوثة وتتمثل في حدوث القرحة والطفح الجلدي وتلف الكبد والكلية ومشاكل بالتنفس والمعدة وضعف المناعة وتغير بالمادة الوراثية **(Shula, 2010)** كما يسبب أمراض الرئة ومرض السرطان ويؤدي إلى الموت **(Al-Ani, 2002)**.

جدول (8): تراكيز العناصر الثقيلة في النباتات خلال فصل الصيف بوحدة (ملغم/ كغم) مع قيم الانحراف المعياري (SD).

نوع النبات	Pb	Fe	Ni	Cd	Zn	Cr
	Mean+SD	Mean+SD	Mean+SD	Mean+SD	Mean+SD	Mean+SD
جذر الفجل	4.85+0.0114	13.56+0.0089	13.19+0.0511	5.11+0.0114	15.71+0.0083	4.38+0.0258
ورق الفجل	2.76+0.0070	14.66+0.0114	8.14+0.0244	3.22+0.0192	10.22+0.0148	Nil
جذر السلق	5.33+0.0083	9.41+0.0130	11.74+0.0192	5.14+0.0270	16.34+0.0114	3.94+0.0334
ورق السلق	3.86+0.0114	12.34+0.0054	6.75+0.0304	4.14+0.273	14.35+0.0083	Nil
جذر الكرفس	4.35+0.0151	8.47+0.01	9.23+0.0240	4.75+0.0083	13.85+0.0130	3.85+0.0212
ورق الكرفس	2.77+0.0134	10.23+0.0164	5.23+0.0240	3.72+0.0151	12.41+0.0083	Nil
محددات WHO	2.00	20.0	67	0.2	50	1.30

الاستنتاجات CONCLUSIONS

وجود تلوث في نهر ديالى بعنصر النيكل والكادميوم والزنك والكروم مع تلوث النباتات في المناطق المحيطة بعنصر الرصاص والكادميوم والكروم والذي يعزى الى القاء مياه الصرف الصحي والمياه الصناعية الغير معالجة بصورة جيدة الى النهر مباشرة واستعمال الك المياه في سقي النباتات.

REFERENCES

i. Abbas, M., Parveen, Z. & Iqbal, M. (2010). Monitoring of toximetals (cadmium, lead, arsenic and mercury) in vegetables of sindh, Pakistani. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 6(2), 60-65.

ii. Abdo, O. SH. (2008). *A Chemical Study of the Behavior and Distribution of Some Mineral Elements in Asbestos Water and its Relationship to Salinity: Application to the Northern Great River Estuary*. Master Thesis, Faculty of Science, Tishreen University.
iii. Ahmed, H. A. M., Al-Otaibi, Sh. B. M. & Jango, M. N. (2015). Estimation of cadmium and selenium in the blood of smokers and others in blood samples in Riyadh city. *Arab Journal of Security Studies and Training*, 31(62), 35-44.
iv. Al-Ani, S. S. A. (2002). *The Effect of the Diyala River on the Chemical and Physiological Specifications of the Tigris River in the South of Baghdad*. PhD Thesis, Faculty of Education Ibn al-Haytham, Baghdad University.
v. AL-Asskri, A. H. (2015). Analysis of the natural characteristics of river sediments in the middle Diyala basin study in applied geomorphology. *Journal of Diyala University*, 66, 583-604.
vi. Al-Battat, M. F. (2009). Water pollution in Iraq and its environmental impacts. *Qadisiya Journal of Administrative and Economic Sciences*, 11(4), 122-148.
vii. Al-Eid, M. B. A., Al-Jarwani, M. M. & Hamail, A. F. (2010). *The Study of the Effect of Fertilization on Phosphate Fertilizers on the Accumulation of Cadmium in Soil and in the Vegetable Parts of Some Vegetable Crops*. King Faisal University, Faculty of Science, Deanship of Scientific Research, King Abdulaziz University, Final Technical Report of Project No (202).
viii. Ali, F. A. M. & Hamoudi, A. F. TH. (2008). Determination of quantities of certain heavy elements in some legume plants cultivated in certain soils. *Journal of Education and Science*, 21(3), 53-65.
ix. Al-Issa, H. (2014). The release of cobalt-chromium structures after thermal treatment of ceramic bread. *Al-Baath University Journal*, 36(1), 82-94.
x. Al-Khafaji, A. K. A. B. (2012). *Detection of the Pollution of Soil and Water in the Lake Sawa Region using Remote Sensing Techniques*. Master Thesis, Faculty of Agriculture, Muthanna University.
xi. Al-Musli, B. S. Q. (2003). *Semi-Automatic Interpretation of Chromium Through an Innovative Home-Made System to Sensitize, Study and Application*. PhD thesis, Baghdad University, Faculty of Science, Department of Chemistry.
xii. Al- Noor, T. H. (1989). *The Study of Pollution of Heavy Elements and Some Physical and Chemical Factors in Al-Qadisiya Establishment (Diyala)*, Master Thesis, Faculty of Education, Ibn al-Haytham, Baghdad University .
xiii. Al-Qayyim, B. (2006). The Diyala river morphotecton-Iraq. *Journal of the Faculty of Arts*, 1(78), 250-230.
xiv. Al-Rawi, A. A. I. (2010). The effect of chromium on the growth of green moss in the growth of nitrogen concentration. *Baghdad Journal of Science*, 7,(2), 910-917.
xv. Al-Saadi, H. A. R. (2011). The role of phosphorus and zinc in the nutritional status of wheat plants *Triticum aestivum* L. *Mustansiriya Journal of Sciences*, 5 (22), 7-18.

xvi. Al-Shamari, F. H. A. (2009). The effect of lead and nickel on growth and some physiological aspects of sun flower plant. *Journal of Education and Science*, 22(2), 47-58.

xvii. Al-Salmani, H. K., Al-Tamimi, M. S. & Al-Bindawi, B. R. (2013). The effect of iron and zinc spraying on some growth and wheat grains. *Diyala Journal of Agricultural Sciences*, 5(2), 233-232.

xviii. Al-Samrai, S. M. S. (2010). The effect of spraying with a mineral mix of zinc and iron and growth seasonal growth and flowering plants of the rosacea plant. *Basrah Research Journal Al Alamiyat*, 36(1), 52-58.

xix. Al-Sarawi, A. (2008). *Water Pollutants (Source, Effect, Control, Treatment)*. Dar Al-Kuttab Al-Alami for Publishing and Distribution, Cairo.

xx. Al- Turki, A. B. I. & Abdel-Moneim, E. M. (2012). *Heavy Elements and its Damage to the Environment. Center for Promising Research in Biochemistry and Agricultural Information*, Qassim University.

xxi. Fadel, S. H., Abdul Ghafoor, K. F. & Mohammadi, A. F. (2013). Estimation of concentrations of heavy elements and study of blood variables in the blood of workers in diesel exhaust in the city of Ramadi. *Journal of Anbar University for Pure Sciences*, 7(1), 185-193.

xxii. Jalab, B. A. & Al-Salloum, M. Y. S. (2016). Effect of some iron compounds in the treatment of iron deficiency on grape bushes Halawani class. *Syrian Journal of Agricultural Research*, 3 (1), 202-212.

xxiii. Ibrahim, M. (2010). *Occupational Toxicology Resulting from Cadmium and its Compounds*. Arab Labor Organization, Arab Institute for Occupational Health and Safety, Damascus.

xxiv. Ibrahim, M. (2010). *Occupational Toxicology of Lead and its Compounds*. Arab Institute for Occupational Health and Safety, Damascus.

xxv. Ibrahim, O., Sayes, S. & Khamis, I. (2008). Assessment of nickel and chromium exposure of nickel chromium alloy to dental technicians and patients with nickel-chromium-nickel reagents. *Damascus University Journal of Health Sciences*, 24(2), 243-261.

xxvi. Intentions, R. A. (2011). *Iron Element (its Existence-its Copounds-its Uses)*. Baath University, Faculty of Science, Syrian Chemical Society.

xxvii. Ghawi, A. H. (2017). Study of concentrations of heavy elements in drinking water in diwaniya governorate. *Al-Muthanna Journal*, 2(5), 40-44.

xxviii. Lone, A. H., Lal, E. P. & Thakur, S. (2013). Accumulation of heavy metals on soil and vegetable crops grown on sewage and tube well water irrigation. *Scientific Research and Essays*, 8(44), 2187-2193.

xxix. Mustafa, M. S. D. (2003*). Heavy Metals and Pesticide Residues in Selected Fresh Vegetables in Khartoum State-Sudan*. B.Sc. (Biochemistry and Food Science) Honors University of Khartoum.

xxx. Muhammad, J. N., Jassim, A. Q. & Khudair, F. K. (2013). Studying the level of lead in soil and water in different areas in Basrah with comparison to previous studies. *Dhi Qar Agricultural Research Journal*, 2(1), 167-177.

xxxi. Nabhan, K. J. (2011). Spectral study on determination of the concentration of lead ions in serum for laborers in the battery factory. *Al Mustansiriya Journal of Science*, 22(5), 209-919.

xxxii. Nazir, R., Khan, M. & Masab, M. (2015). Accumulation of heavy metals (Ni, Cu, Cd, Cr, Pb, Zn, Fe) in the soil, water and plants and analysis of physico-chemical parameters of soil and water Collected from Tanda Dam kohat. *J. Pharm. Sci. & Res*, 7(3), 89-97.

xxxiii. Salawu, K., Barau, M. M. & Mohammed, D. (2015). Determination of some selected heavy metals in spinach and irrigated water from Samaru area within Gusau Metropolis in Zamfara State, Nigeria. *J. Toxicol. Environ. Health Sci*, 7(8), 76-80.

xxxiv. Saleh, F. S. (2008). Determination of cadmium and zinc elements in different locations of Nineveh province and their impact on the growth and mineral and chemical content of the spangan plant. *Rafidain Science Journal*, 19(3), 32-45.

xxxv. Shamshim, S. M. D. & Nasra, R. F. (2015). The problem of zinc and its relationship to the basic properties of soil in Homs. *Jordanian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(2), 118-126.

xxxvi. Shoaib, H. (2009). *Study of Wastewater Treatment Techniques for the Electrode Coating Industry of Metals, Instrumentation and Control Factory (E.N.M.C).* Master Thesis, Faculty of Exact Sciences, Mintwei University, Constantinople.

xxxvii. Shukri, H. M., Abdel Rahim, G. H., Jassim, A. A., Hassan, Z. K., Asaad, J. I. & Ahmed, N. N. (2011). Study of pollution of the Tigris River in Baghdad governorate with some heavy elements (Zinc and Lead), chemical and biochemical assessment biochemistry and biochemistry for Civil and agricultural purposes. *Journal of the Biotechnology Research Center*, 5(2), 4-14.

xxxviii. Shula, A. Y. (2010). *Pollution of Medicinal Plants With Heavy Elements*, Arab Republic of Egypt, Department of Medicinal and Aromatic Plants Research, Horticulture Research Institute, Giza, Agricultural Research Station.

xxxix. Sumina, G. & Jubba, M. (2002). The level of heavy elements in vegetables collected from sites along the source of irrigation for the streams of the Barada/ Ghouta River. *Damascus Journal of Basic Sciences*, 18(2), 177-190 .

xl. Varalakshmi, L. R. & Ganeshamurthy, A. N. (2012). Heavy metal contamination of water bodies, solis and vegetables in peri-urban areas: acase study in Bangaluru. *J. Hortl. Sci.*, 7(1), 62-67.

xli. Zaidan, N. A. H. & Issa, F. I. I. (2012). Hepatotoxicity and renal toxicity of some environmental pollutants and how to prevent them. *Assiut Journal of Environmental Studies*, 36, 55-84.