

تحديد نزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة في مياه الجريان المطري على شاطئ محافظة طرطوس

الدكتور محمد أسعد*
الدكتور غياث عباس**
ميلان اسماعيل***

(تاريخ الإيداع 7 / 1 / 2014. قُبِلَ للنشر في 23 / 4 / 2014)

□ ملخص □

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد تركيز كل من العناصر المعدنية الثقيلة (النيكل، الكروم، الكوبالت، الكاديوم، النحاس، الرصاص، الحديد والزنك) في عينات مياه الجريان المطري، والرسوبيات التي كانت تحملها، والتي جمعت لمدة موسم مطري كامل (2011-2012)، ومن أربعة مناطق محددة على شاطئ مدينة طرطوس، منها متاخمة للشاطئ، ومناثرة بالأنشطة البشرية والصناعية. وبعد إجراء المعالجة الضرورية واللازمة تم تحديد تراكيز هذه العناصر باستخدام تقنية الامتصاص الذري باللهب. أظهرت النتائج وجود تراكيز عالية لعنصري الزنك والحديد في عينات المياه (138.6 µg/l - 99.7 µg/l) والرسوبيات (138.735 ppm - 17.863 µg/l)، وكانت تراكيز العناصر الأخرى تتفاوت من محطة إلى أخرى، ومن هطول إلى آخر، حيث تعتبر الأنشطة البشرية والصناعية مصدراً رئيسياً لهذه العناصر في مياه الجريان، والتي بدورها تسهم في زيادة تراكيز تلك العناصر في البيئة البحرية.

الكلمات المفتاحية: العناصر المعدنية الثقيلة، مياه الجريان، الرسوبيات، الأمطار، البيئة البحرية. مطيافية الإمتصاص الذري AAS

* مدرس - قسم الكيمياء البحرية- المعهد العالي للبحوث البحرية- جامعة تشرين- اللاذقية - سورية
** أستاذ مساعد - قسم تقانة الأغذية- كلية الهندسة التقنية- جامعة تشرين- طرطوس - سورية.
*** طالب دراسات عليا (ماجستير)- قسم الكيمياء البحرية- المعهد العالي للبحوث البحرية- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية .

Determination of some trace metals concentrations in storm water on Tartous province coast

Dr. Mohamad Assad*
Dr. Ghiyas Abbas**
Milan esmaiel***

(Received 7 / 1 / 2014. Accepted 23 / 4 / 2014)

□ ABSTRACT □

The aim of this study isto determinat the concentration of (Pb, Cu, Cd, Co, Cr , NiZn, Fe) in storm water and their content of sediments during four seasons, the samples were collected in four areas along Tartous beach. After make necessary treatment concentrations of elements determination by flame atomic absorption spectrometry. The results showed a high levels of elements iron and zinc, in stormwater (138.6 $\mu\text{g/l}$ - 99.7 $\mu\text{g/l}$) and sediments (17.863 $\mu\text{g/l}$ – 138.735 ppm), in all samples and there were concentrations another elements difference between stations and rainfalls related to the human activities.

Keywords: Metallic elements, Stormwater, Sediments, Rainwater, Marine environment, Atomic absorption spectrometry (AAS).

* Assistant Professor, marine Chemistry Department at higher institute of marine research, Tishreen University, Lattakia , Syria.

** Associate Professor, food technical department technical engineering, Tishreen University, Lattakia , Syria.

*** Postgraduate Student, marine Chemistry Department at higher institute of marine research, Tishreen University, Lattakia , Syria.

مقدمة:

تعرف مياه الجريان المطري: بأنها المياه الفائضة من المطر أو الثلج الذائب الذي يتدفق على الأرض، والذي لا يتسرب عبر التربة. إذ أن الاضطرابات التي يحدثها الإنسان في البيئة، تزيد من حجم مياه الجريان المتشكلة وذلك من خلال زيادة المساحات غير النفوذة مثل أماكن الوقوف، السقوف، والشوارع المعبدة. لا تشكل مياه الجريان قلقاً في المناطق الحضرية فقط، بل أيضاً في المناطق الريفية والمناطق الزراعية. ويمكن أن تتدفق مياه الجريان مباشرة إلى الجداول، والأنهار والبحيرات أو تتوجه إلى فتحات التصريف المطري المرتبطة بشبكة الصرف المنزلي، والتي هي عبارة عن شبكة من الأنابيب تحت أرضية التي تنقلها وبسرعة إلى المجمعات المائية. [1]

حدثت في العقود الأخيرة تنمية حضرية سريعة، أدت إلى تغيرات هامة في حجم ونوعية مياه الجريان المطري، والتي لا تخضع لعمليات معالجة، لذلك فإن الملوثات التي تحملها هذه المياه تنساب إلى المجمعات المائية المستقبلية من أنهار وبحيرات وبحار. [2, 3, 4]

إن تزايد المساحات المعبدة والنشاطات البشرية المرافقة لها من حركة نقل، وصيانة الطرق والترسيب الطبيعي وغيرها في المناطق الحضرية، يؤدي إلى زيادة كمية الملوثات التي تحملها مياه الجريان. [5]

تعد المياه الجارية في المناطق الحضرية طريقاً مهماً لنقل الملوثات الناجمة عن النشاطات البشرية، ولعل أهم تلك الملوثات التي تنتقل معها هي: العناصر المعدنية الثقيلة المرتبطة بالحركة المرورية، والعمليات الصناعية، والتي تتراكم على الأسطح المختلفة ومنها أسطح الأبنية أو تبقى معلقة في الهواء [6, 7]، لتترسب مع الزمن مع بقية الملوثات الجوية تبعاً لعوامل عديدة أهمها: حجم وكثافة مكوناتها أو مكونات الأجسام المرتبطة معها لتنتقلها بالنهاية مياه الجريان، إما عبر شبكة التصريف المائي أو مباشرة تبعاً للعوامل التضاريسية إلى المجمعات المائية من مياه جوفية، أو سطحية أو أنهار أو بحار. لهذا فإن الترسيب الجوي يمكن أن يؤثر مباشرة على نوعية مياه الجريان. حيث يعتبر الترسيب الجوي واحداً من أهم الطرائق التي تؤدي إلى تلوث مياه الجريان الحضرية والذي يمكن أن يكون إما ترسيباً رطباً أو جافاً الذي يتمتع بخصائص متميزة من ناحية حجوم مكوناته المرتبطة وطبيعتها الكيميائية. [8]

وتصنف ملوثات مياه الجريان إلى ثلاثة أنواع:

- ملوثات عضوية طبيعية مثل الأوراق وقصاصات الأعشاب والرسوبيات.
- ملوثات كيميائية مثل المنظفات، نפט، شحم، مخصبات وطلاء.
- بقايا صلبة وفضلات مثل الأكياس البلاستيكية وأعقاب السجائر. [9]

حيث تعتبر العناصر المعدنية الثقيلة أهم هذه الملوثات لما لها من تأثيرات وأضرار، هناك حوالي ثلاثين عنصراً كيميائياً تلعب دوراً محورياً في الآليات الكيميائية الحيوية والفيزيولوجية في حياة الكائنات الحية، وهي عناصر ضرورية للحياة. كمية الأيونات المعدنية الموجودة في العديد من المكونات الغذائية يمكن أن تكون سبباً ذا حدين. أغلبية المعادن وأشبه المعادن المعروفة سامة جداً بالنسبة للكائنات الحية حتى لو كانت تعتبر ضرورية، حيث تكون سامة إذا وجدت بشكل زائد. تراكيز عدد من المعادن السامة و أشبه المعادن ازدادت بشكل كبير كنتيجة للنشاطات البشرية. بإمكان هذه العناصر التأثير على العمليات الحيوية الهامة، وتشكل تهديداً مهماً لصحة النباتات والحيوانات. تمتص النباتات والحيوانات هذه العناصر من التربة، الرسوبيات، والماء، من خلال الابتلاع، ومن خلال استنشاق الجزيئات المحمولة بالجو وبخار المعادن [10]. والجدول الآتي يبين المصادر الأساسية لهذه العناصر [11, 12, 13]:

المعدن	مصدر المعدن في مياه الجريان
الكاديوم (Cd)	الترسيب الجوي، غطاء الإطارات، طلاء تحديد الطرقات.
الكروم (Cr)	الصناعات التعدينية، قطع المحركات المتحركة، بطانات المكابح، الشوائب في أملاح تنويب الثلج.
النحاس (Cu)	الترسيب الجوي، الانبعاثات من المكابح، الصناعات التعدينية وأغطية أجزاء المحركات، بعض المبيدات الفطرية ومبيدات الحشرات.
الحديد (Fe)	صدأ الآلات المعدنية، بطانات المكابح، الهياكل الفولاذية للطرق السريعة مثل الجسور وسكة القطار، قطع المحركات.
الرصاص (Pb)	الترسيب الجوي، طلاء تحديد الطريق، تأكل عجلات السيارات، زيوت التشحيم.
النيكل (Ni)	وقود الديزل والغازولين، زيوت التشحيم، الصناعات التعدينية، بطانة المكابح وأسفلت تعبيد الطرق، والشوائب في أملاح تنويب الثلج.
الزنك (Zn)	غطاء الإطارات، الترسيب الجوي، بطانات المكابح، انبعاثات العادم.

ويمكن أن يؤثر تلوث مياه الجريان المطري سلباً على النظم البيئية، وسلامة الكائنات الحية فيها. إذ إن الملوثات والنفائيات الموجودة في مياه الجريان يمكن أن تكون قاتلة للعديد من الكائنات الحية في البيئة المائية مثل: السلاحف، الأسماك، والحيوانات المائية الأخرى. كما أن المستويات العالية من المغذيات المحتواة فيها خصوصاً النتروجين والفسفور تشجع نمو البكتيريا والطحالب، والتي يمكن أن تستنفذ الأوكسجين في المياه السطحية، مما يعرض الأسماك والكائنات الحية المائية الأخرى للموت. تتدفق مياه الجريان عبر الطرقات، والأسطح وتصادف حالات تكون فيها مياه الجريان فوق أسطح وأجسام حرارتها أعلى من حرارة الوسط، مما يساهم في تلوث التجمعات المائية المستقبلية لمياه الجريان المطري حرارياً، وهذا يؤدي إلى نقص مستويات الأوكسجين فيها. يمكن لمياه الجريان أن تحتوي أيضاً العوامل المرضية، العناصر المعدنية الثقيلة، والمواد الكيميائية الأخرى، التي قد تشكل خطراً على صحة الإنسان الذي يستخدم تلك المياه غير المعالجة، عن طريق تسرب المياه الملوثة هذه إلى مياه الشرب. [1]

أهمية البحث وأهدافه:

يكمُن الهدف الرئيس من هذا البحث، في تحديد تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة (الرصاص، التوتياء، النحاس، الكاديوم، الحديد، النيكل، الكوبالت والكروم) على شاطئ البحر في محافظة طرطوس، وتحديد ما إذا كانت تلك المياه تعتبر مصدراً في نقل تلك العناصر إلى البيئة البحرية. إذ إن التغيرات الكمية للعناصر المعدنية الثقيلة في النظام البيئي البحري من شأنها أن تؤثر سلباً على التوازن فيه، وتعد المنشآت الصناعية الموجودة على الشاطئ السوري مصادر نشطة لتلك العناصر من خلال انبعاثاتها، حيث تلعب مياه المطر دوراً هاماً في تحريض المعالقات الصغيرة الحجم من تلك العناصر على التساقط خلال التكاثر، والكنس الجوي والتكتل، ومن ثم تقوم هذه المياه بعد سقوطها على الأرض أيضاً بجرف تلك العناصر المتوضعة على الطرقات، لتنتهي إلى البيئة البحرية.

طرائق البحث ومواده:

منطقة الدراسة

تم اختيار منطقة الدراسة في مدينتي بانياس وطرطوس اللتين تقعان غرب سوريا، حيث تشهد بانياس نشاطاً صناعياً لوجود مصفاة تكرير النفط، ومحطة توليد الطاقة الكهربائية، بينما لا تشهد طرطوس مثل هذا النشاط على الرغم من وجود معمل للإسمنت بالقرب منها، إنما تشهد حركة مرور نشطة. ويهدف اعتيان مياه الجريان المطري، تم تحديد أربعة محطات اعتيان ثابتة على شاطئ بانياس وطرطوس وفق الجدول (2):

الجدول (2): مواقع اعتيان مياه الجريان المطري

رمز المحطة	البعد عن البحر	طبيعة النشاط البشري المحيط
St ₁	تبعد حوالي 35 m عن شاطئ البحر، تقع جنوب غرب مصفاة بانياس	تقع بالقرب من مصفاة بانياس
St ₂	تبعد حوالي 30 m عن شاطئ البحر، تقع بالقرب من محطة توليد الكهرباء في بانياس	وجود محطة توليد الكهرباء، وجود نشاط مروري
St ₃	تبعد حوالي 40 m عن شاطئ البحر، تقع بالقرب من مرفأ طرطوس	مرفأ طرطوس، وجود حركة مرور
St ₄	تبعد حوالي 50 m عن شاطئ البحر، تقع بالقرب من نادي الضباط في طرطوس	وجود حركة مرور نشطة

الأجهزة والمواد المستخدمة في البحث:

الأجهزة المستخدمة:

جهاز امتصاص ذري (Varian 220) يعمل بتقنيتي اللهب والغرافيت- مرشحات (Millipore 0.45 µm) - مضخات ترشيح + أقماح ترشيح- أدوات مخبرية مختلفة (بياسر، أنابيب زجاجية مدرجة، أنابيب بلاستيكية)- أقماح من البولي إيثيلين- عبوات من البولي إيثيلين لجمع العينات وحفظها

المواد الكيميائية:

حمض الآزوت المركز عالي النقاوة تركيزه (Merck 65%) - حمض كلور الماء المركز عالي النقاوة تركيزه (Merck 65%) - ماء عالي النقاوة (منزوع الشوارد)- محاليل قياسية للعناصر المعدنية المدروسة تركيز كل منها (Merck 1g/l)- اسطوانات غاز: أستيلين، هواء.

الشروط التجريبية المعتمدة في هذه الدراسة

الجدول (3): الشروط الآلية المعتمدة لجهاز Varian Spectra AA220 وفق تقانة طيف اللهب

العنصر المدروس	نوع المصباح	طول الموجة (nm)	شدة تيار المصباح (mA)	فتحة الشق (nm)	نوع اللهب
Cr	HCL	357.9	7	0.2	هواء- أستيلين
Zn	HCL	213.9	5	0.2	هواء- أستيلين
Fe	HCL	248.3	5	0.2	هواء- أستيلين

هواء - أستيلين	0.2	10	217	HCL	Pb
هواء - أستيلين	0.2	7	240.7	HCL	Co
هواء - أستيلين	0.5	4	324.8	HCL	Cu
هواء - أستيلين	0.5	4	228.8	HCL	Cd
هواء - أستيلين	0.2	4	232	HCL	Ni

طريقة العمل

1- جمع العينات

بدأت عملية جمع العينات في أيلول 2011 ، وانتهت في حزيران 2012، شملت فصول السنة باستثناء فصل الصيف حيث لم تهطل أمطار ، وقد تم جمع سبعين عينة جريان مطري بعد تحضير الأدوات الخاصة بجمع العينات ومعالجتها وفق الآتي [14]:

الغسل جيداً بالماء والصابون- الغسل بحمض الآزوت- الغسل جيداً بالماء المقطر- نقع عبوات حفظ العينات بحمض الآزوت 1 M لمدة يوم، ثم الغسل عدة مرات بالماء المقطر .

2- تحضير عينات مياه الجريان المطري:

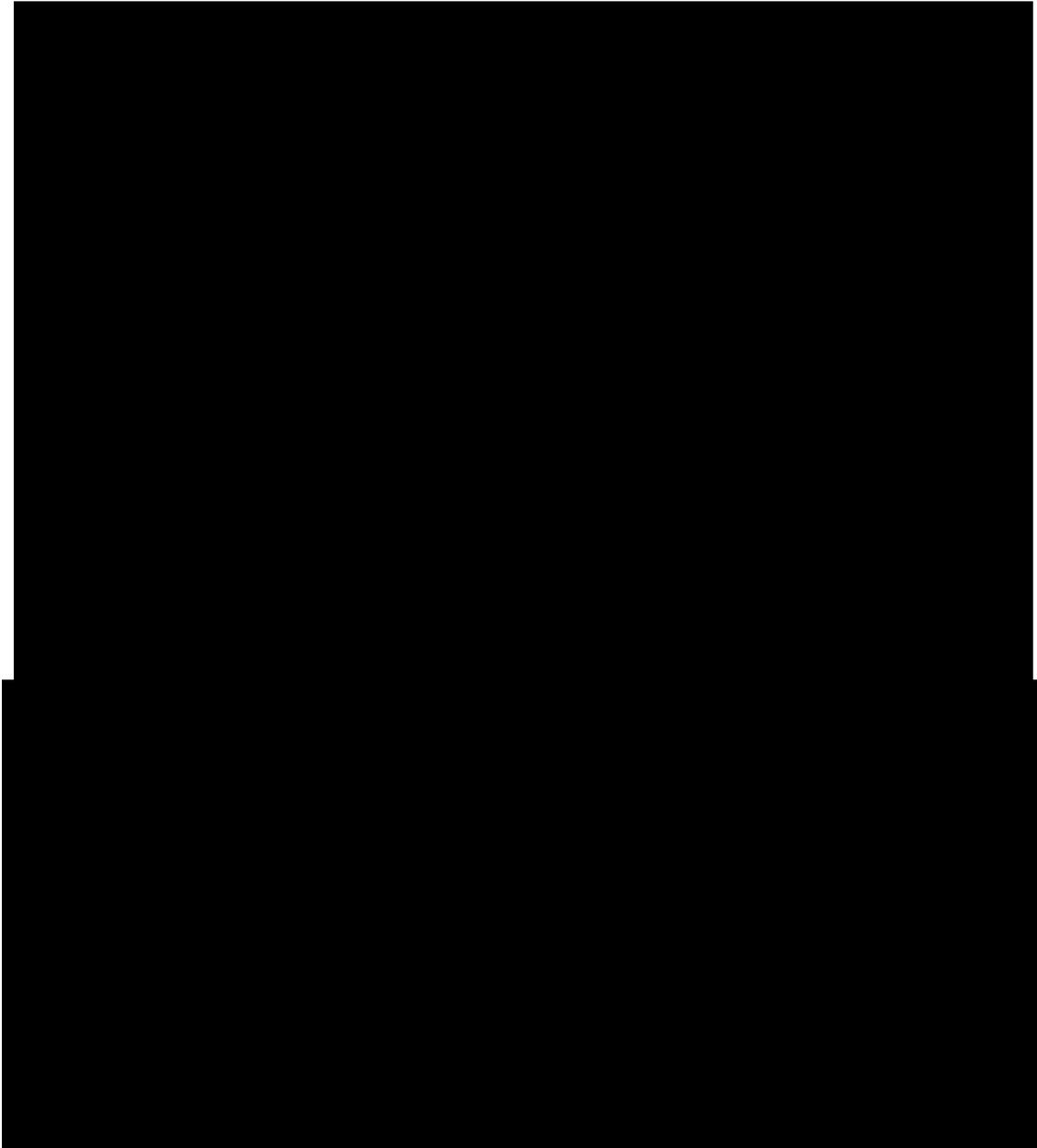
رشحت عينات الجريان المطري المجموعة لإزالة المكونات والعوالق التي تحملها، ثم وضعت في عبوات من البولي إيثيلين المنظفة بشكل جيد، حيث تم إضافة كمية من حمض الآزوت تركيزه 0.1 M للعينات المرشحة لمنع ادمصاص المعادن على سطح زجاجات البولي إيثيلين، ثم حفظت العينات في البراد في الدرجة $4^{\circ}C$ حتى وقت إجراء التحليل. [15]

3- تحضير العينات الرسوبية:

يقصد بالعينات الرسوبية في هذا العمل: هو مجموعة الجسيمات الصلبة التي تحملها مياه الجريان المطري، والتي تمثل الرشاحة الناتجة. تمت عملية تهضيم العينات الرسوبية لتحليل العناصر المعدنية فيها وفق الآتي: تجفف العينة في فرن التجفيف عند الدرجة $105^{\circ}C$ حتى ثبات الوزن، ثم تبرد العينة في جو المختبر ضمن وعاء مغلق لمنع امتصاص الرطوبة، وبعد ذلك تؤخذ كمية الرسوبيات المرشحة من عينات الجريان (بسبب قلة كميات الرسوبيات التي تم الحصول عليها) وتوضع في أنبوب التهضيم، ويضاف إليها كمية من الماء الملكي ($3:1 v/v HCL : HNO_3$) بحسب كمية الرسوبيات المراد تهضمها، وتترك في جو المختبر لمدة ساعة، وتوضع أنابيب التهضيم على حمام مائي لمدة ثلاث ساعات. تبرّد بعدها العينات في جو المختبر، ثم تنقل لفصل المواد العالقة والشوائب الأخرى. توضع كل عينة بعد ذلك في أنبوب مدرّج، ويكمل الحجم إلى 25 ml، وتصبح جاهزة للتحليل. وتعرّف المواد العالقة، وغير المهضمة، بأنها عبارة عن جسيمات قليلة جداً وناعمة من الرمال الصعبة التهضيم [16].

4- تحليل العينات

أُنجزت عملية تحليل العينات في مخابر المعهد العالي للبحوث البحرية باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Varian 220) الذي يعمل بتقنيتي طيف اللهب والفرن الغرافيتي بتكرارية ($n=3$)، حيث تم استخدام تقانة طيف اللهب في عملية تحليل العناصر المعدنية: Zn, Fe, Co, Ni, Cu, Cd, Cr & Pb في عينات الجريان المطري والعينات الرسوبية التي كانت تحملها مياه الجريان المطري، باستخدام محاليل عيارية خارجية وبتطبيق طريقة المنحني العياري في عملية معايرة القياسات.

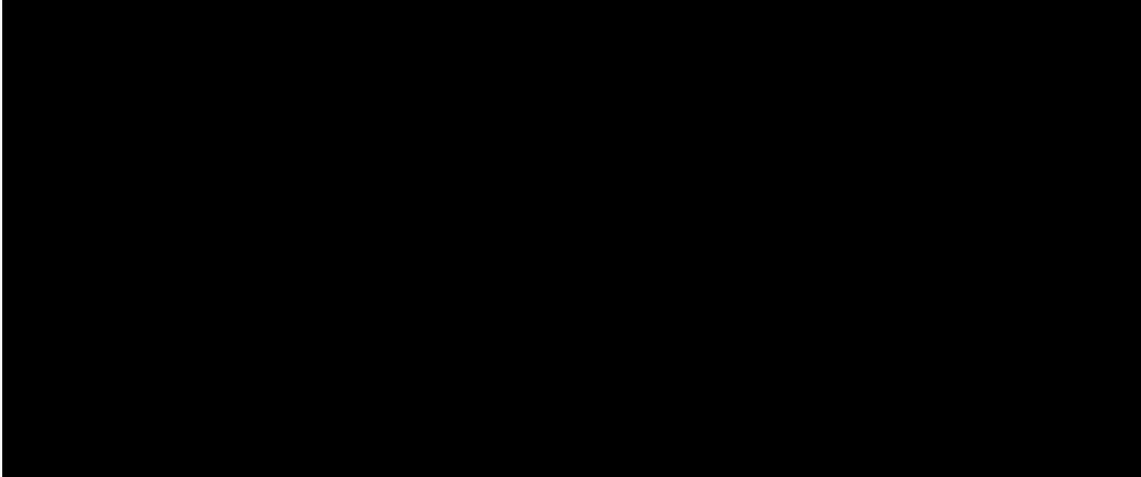


النتائج والمناقشة:

تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في عينات مياه الجريان المطري:

تم معالجة عينات مياه الجريان بحمض الآزوت ولم تعالج بحمض كلور الماء لأن شوارد الكلور تشكل تداخلات طفيفة مع بعض العناصر في تقنية الامتصاص الذري، وتم حقن كل عينة باستخدام جهاز الامتصاص الذري بعد إجراء عملية المعايرة لكل عنصر باستخدام محاليل عيارية دقيقة. وقد تم عرض نتائج التحليل في الجداول (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11)، حيث لوحظ بأن هناك تبايناً في تراكيز هذه العناصر طيلة فترة الدراسة حتى ضمن المحطة نفسها، وعلى طول فترة جمع العينات، وكان عنصر الحديد والزنك، هما العنصران الأعلى تركيزاً، بينما كان عنصر الكوبالت والكروم هما الأقل تركيزاً.

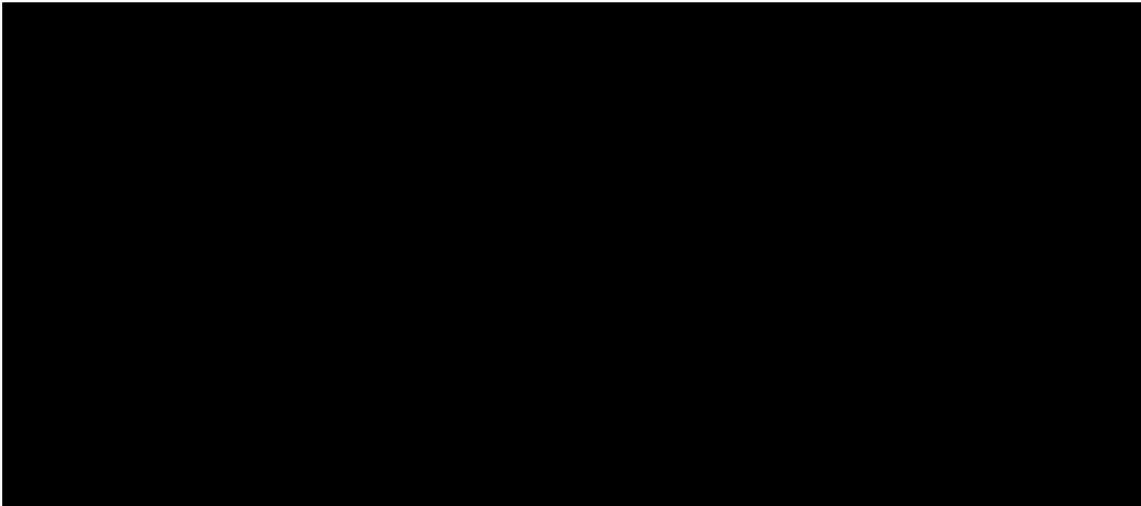
الجدول (4): تراكيز عنصر الرصاص ($\mu\text{g/l}$) في عينات مياه الجريان التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة



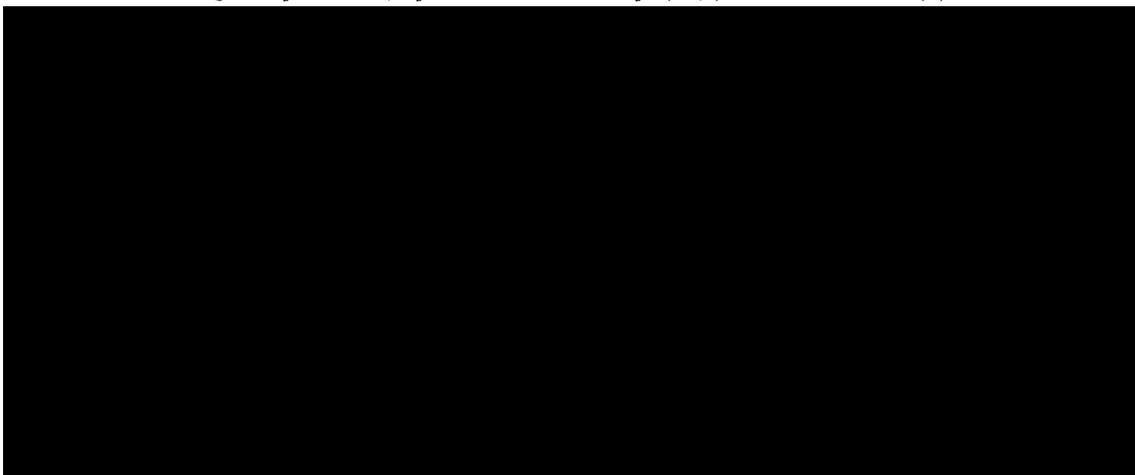
الجدول (5): تراكيز عنصر الزنك ($\mu\text{g/l}$) في عينات مياه الجريان التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة



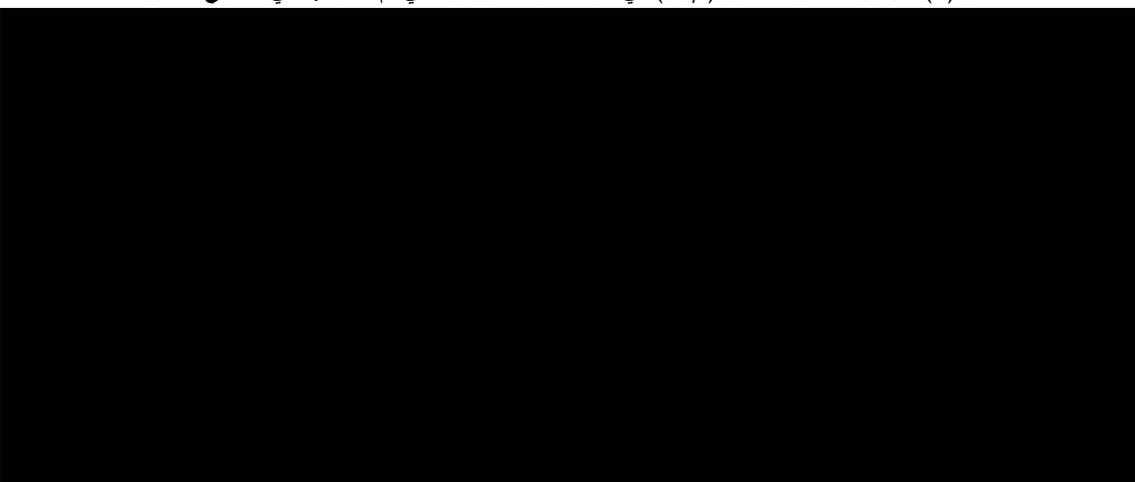
الجدول (6): تراكيز عنصر الحديد ($\mu\text{g/l}$) في عينات مياه الجريان التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة



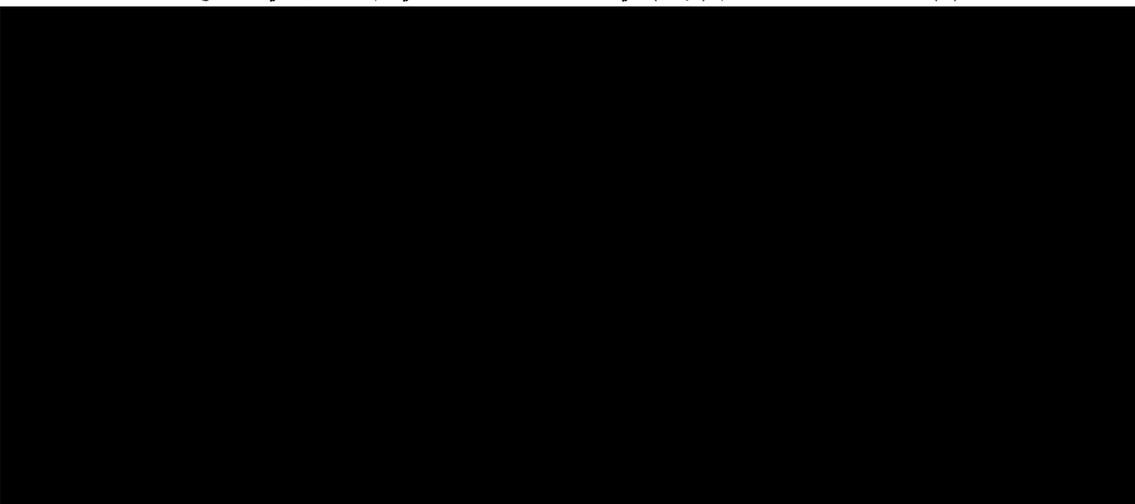
الجدول (7): تراكيز عنصر النيكل ($\mu\text{g/l}$) في عينات مياه الجريان التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة



الجدول (8): تراكيز عنصر النحاس ($\mu\text{g/l}$) في عينات مياه الجريان التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة



الجدول (9): تراكيز عنصر الكاديوم ($\mu\text{g/l}$) في عينات مياه الجريان التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة



الجدول (10): تراكيز عنصر الكوبالت ($\mu\text{g/l}$) في عينات مياه الجريان التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة

الجدول (11): تراكيز عنصر الكروم ($\mu\text{g/l}$) في عينات مياه الجريان التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة

يلحظ من الجدول (4) أن أعلى تركيز للرصاص كان في 24 أيلول $28.6\mu\text{g/l}$ في المحطة الأولى، كذلك يلاحظ ارتفاع في تراكيز الرصاص في المحطتين الثانية والرابعة في نفس التاريخ، كذلك يظهر انخفاض في التراكيز في المحطات الأربعة في 23 كانون الأول، وارتفاع ملاحظ في المحطات الأولى والثانية والرابعة في 15 آذار، بينما ارتفاع التراكيز في المحطة الثالثة كان في 8 و 29 شباط، و 26 حزيران.

كذلك يبين الجدول (5) بأن أعلى تركيز للزنك كان في 24 أيلول $99.7\mu\text{g/l}$ في المحطة الأولى، وانخفاض في تراكيزه في المحطات الأخرى في نفس التاريخ، ولوحظ انخفاض أيضاً في تراكيز الزنك في المحطات الأربعة في 8 شباط، وارتفاع واضح في قيمة التراكيز في المحطات الأولى والثانية والثالثة في 21 حزيران.

يظهر من الجدول (6) بأن تركيز عنصر الحديد في عينات مياه الجريان كان أعلى من تراكيز بقية العناصر المدروسة، حيث سجل أعلى تركيز للحديد في 24 أيلول $138.6\mu\text{g/l}$ في المحطة الأولى، وهناك ارتفاع في تركيزه في المحطتين الثانية والثالثة في نفس التاريخ، كذلك يظهر ارتفاع واضح في تركيز الحديد في المحطات الأولى والثانية والثالثة في 15 آذار، و 21 حزيران، كما أن هناك انخفاضاً واضحاً لتركيز الحديد في 8 تشرين الأول، في المحطات الأولى والثانية والثالثة.

نلاحظ من الجدول (7) أن أعلى تركيز للنikkel كان في 19 نيسان $24.8\mu\text{g/l}$ في المحطة الثالثة، كذلك يظهر ارتفاع في تراكيز النikkel في المحطات الأربعة في 24 أيلول، كذلك هناك ارتفاع ملحوظ في تركيز النikkel في المحطتين الأولى والثانية في 15 آذار، كذلك في 21 حزيران، والانخفاض في تركيزه يلاحظ في 14 أيار في المحطات الثانية والثالثة والرابعة.

من الجدول (8) يتبين أن أعلى تركيز للنحاس كان في 21 حزيران $23.3\mu\text{g/l}$ في المحطة الثالثة، كما يلاحظ ارتفاع في تركيز النحاس في المحطتين الأولى والثالثة في نفس التاريخ، كما يلاحظ وجود تقارب في تراكيز النحاس في المحطات الأربع في كل هطول من الهطولات.

يظهر من الجدول (9) أن أعلى تركيز للكاميوم كان في 19 تشرين الثاني $24.8\mu\text{g/l}$ في المحطة الثالثة، وكما هو الحال بالنسبة للنحاس يلاحظ تقارب في تراكيز الكاديوم في المحطات الأربع في أغلب الهطولات المطرية. يتبين من الجدول (10) أن أعلى تركيز للكوبالت كان في 21 حزيران $12.9\mu\text{g/l}$ في المحطة الثالثة، كما يلاحظ نوعاً ما ارتفاع في تركيز الكوبالت في 15 آذار في المحطات الأربع، وكذلك الأمر في 21 حزيران باستثناء المحطة الرابعة، كما يلاحظ انخفاض ملحوظ في تركيز الكوبالت في 29 شباط في المحطات الأربعة.

يوضح الجدول (11) تراكيز الكروم في محطات الدراسة، حيث يظهر أن الكروم هو العنصر الأقل تركيزاً بين العناصر المدروسة، فسجل أعلى تركيز للكروم في 19 تشرين الثاني $12.3\mu\text{g/l}$ في المحطة الأولى، ويلاحظ انخفاض واضح في تركيز الكرم في 15 آذار في جميع المحطات، كما يلاحظ تباين واضح في تراكيز الكروم في المحطات الأربعة وخلال الهطول الواحد.

وكننتيجة لما سبق يمكن القول بأن تراكيز العناصر التالية (الرصاص، الزنك، النحاس، الحديد والكوبالت) في المحطة الأولى كانت الأعلى في الهطول الأول بينما تفاوتت تراكيز العناصر (الكروم، النikkel والكاميوم) في الهطولات اللاحقة في المحطة نفسها كما أن تراكيز جميع العناصر المدروسة في بقية المحطات لم تكن الأعلى في الهطول الأول، وهذا يرجع إلى مجموعة من العوامل منها: الحركة المرورية في المنطقة المدروسة، والترسيب الجوي (الربط والجاف)، النشاطات الصناعية، ومحتوى الرسوبيات التي تحملها مياه الجريان، وقابلية ذوبانها في هذه المياه. كذلك يلاحظ ارتفاع في تراكيز هذه العناصر خلال شهر آذار بشكل عام، وهذا يعود إلى هطول الأمطار الطينية، والتي تعتبر غنية نوعاً ما بهذه العناصر.

الجدول (12): معاملات الارتباط بين تراكيز العناصر المدروسة في المحطة الأولى خلال فترة الهطولات كاملة.

الجدول (13): معاملات الارتباط بين تراكيز العناصر المدروسة في المحطة الثانية خلال فترة الهطولات كاملة.

الجدول (14): معاملات الارتباط بين تراكيز العناصر المدروسة في المحطة الثالثة خلال فترة الهطولات كاملة.

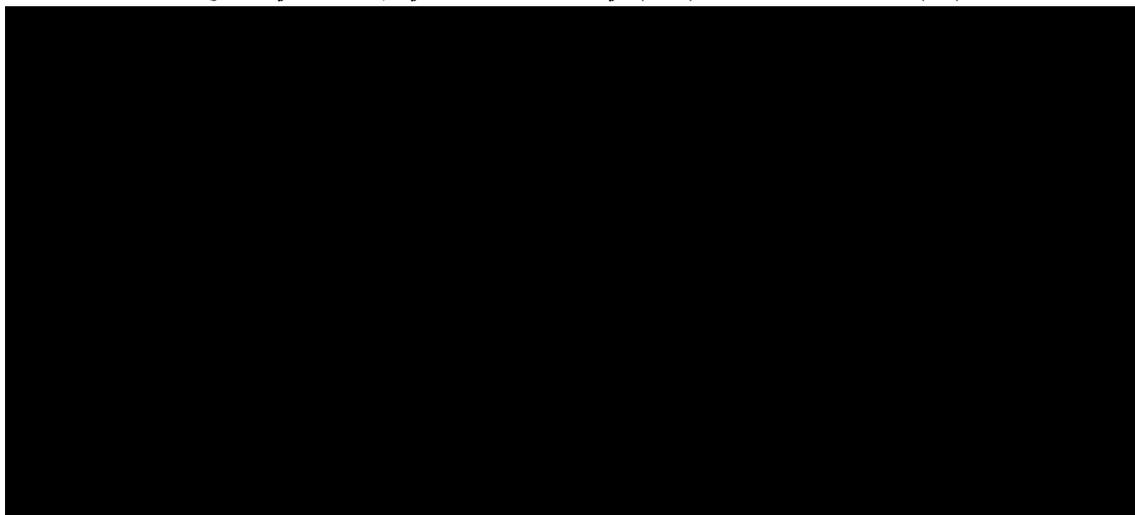
الجدول (15): معاملات الارتباط بين تراكيز العناصر المدروسة في المحطة الرابعة خلال فترة الهطولات كاملة.

يلحظ من قيم معاملات الارتباط الواردة في الجداول (12, 13, 14, 15): أن مصادر التلوث واحدة عندما تكون معاملات الارتباط أكبر من ($R=0.9$)، حيث يتبين في المحطة الأولى وجود ارتباط قوي بين كمية الكوبالت والحديد، وكذلك يلاحظ نفس الأمر في المحطة الثانية، وفي المحطة الثالثة لا يوجد ارتباط قوي بين أي من العناصر مع العناصر الأخرى، وفي المحطة الرابعة سجل ارتباط قوي بين كمية الكروم وكمية الكاديوم.

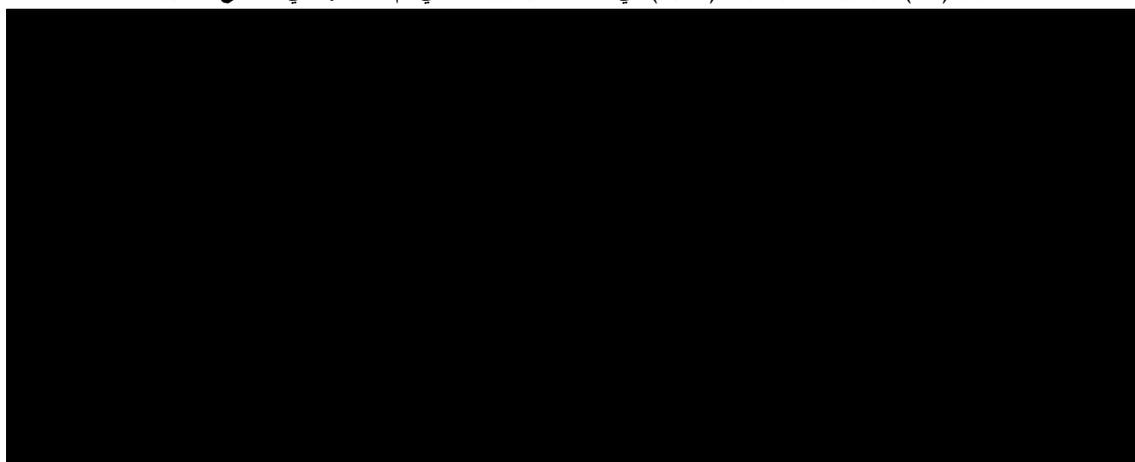
تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في عينات الرسوبيات:

تم تحضير عينات الرسوبيات من خلال تهضمها بالماء الملكي، وتم حقن كل عينة باستخدام جهاز الامتصاص الذري بعد إجراء عملية المعايرة لكل عنصر باستخدام محاليل عيارية دقيقة. وقد تم عرض نتائج التحليل في الجداول (16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23)، حيث نلاحظ كما في تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة في مياه الجريان المطري، وجود التباين والاختلاف في تراكيز هذه العناصر في عينات الرسوبيات خلال فترة الدراسة وكان عنصرا الحديد والزنك هما العنصران الأعلى تركيزاً.

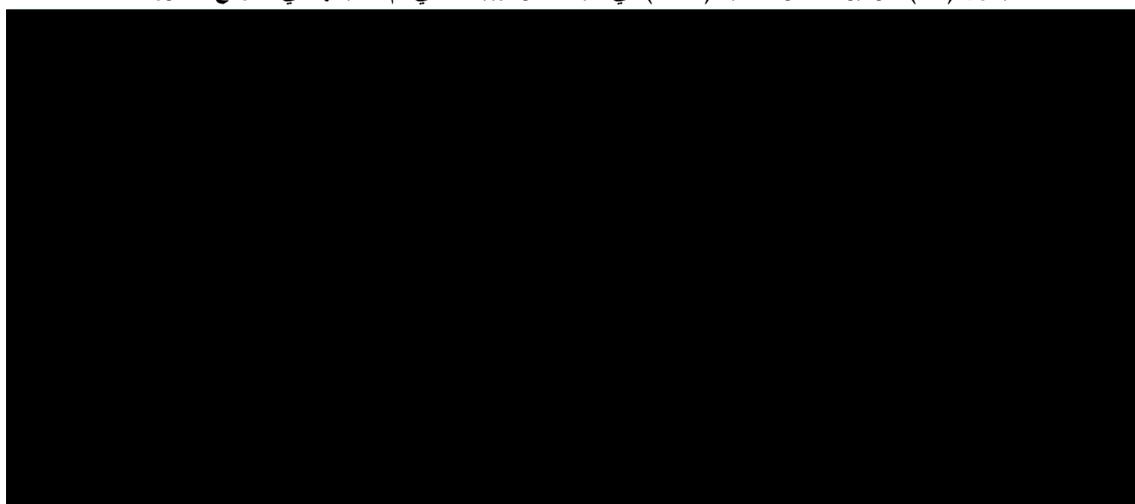
الجدول (16): تراكيز عنصر الرصاص (ppb) في عينات الرسوبيات التي تم اعيانها في المواقع المدروسة



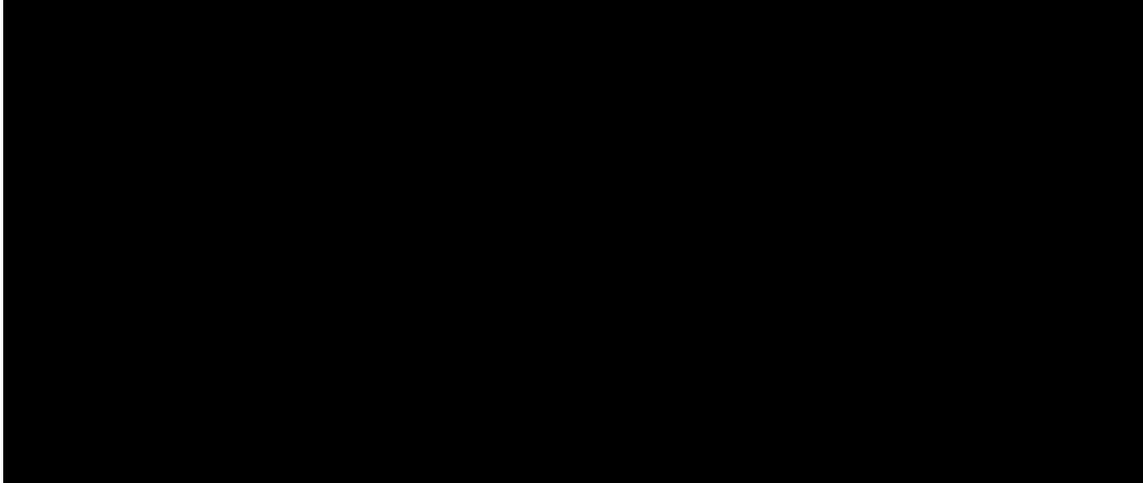
الجدول (17): تراكيز عنصر الزنك (ppm) في عينات الرسوبيات التي تم اعيانها في المواقع المدروسة



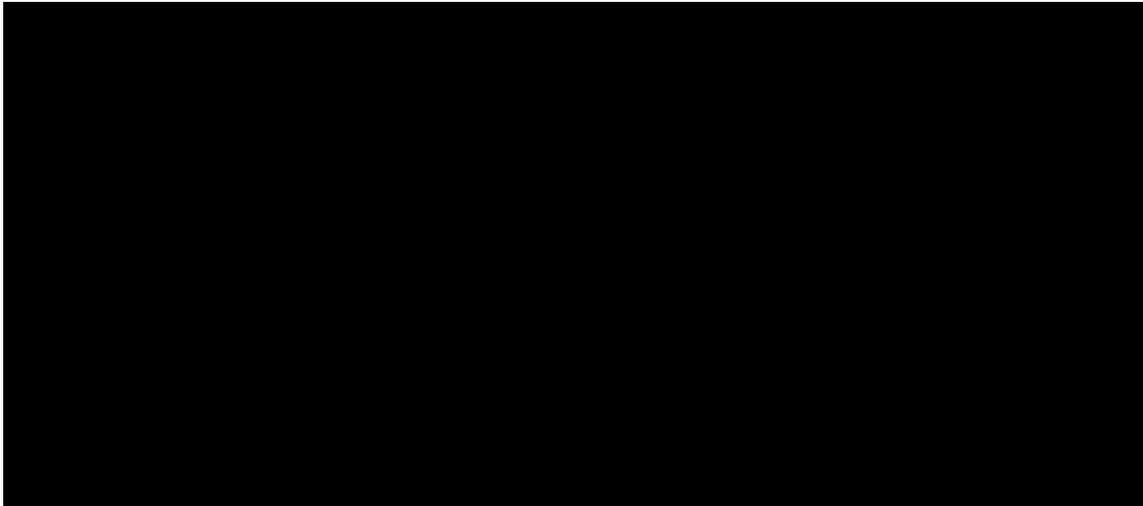
الجدول (18): تراكيز عنصر الحديد (ppm) في عينات الرسوبيات التي تم اعيانها في المواقع المدروسة



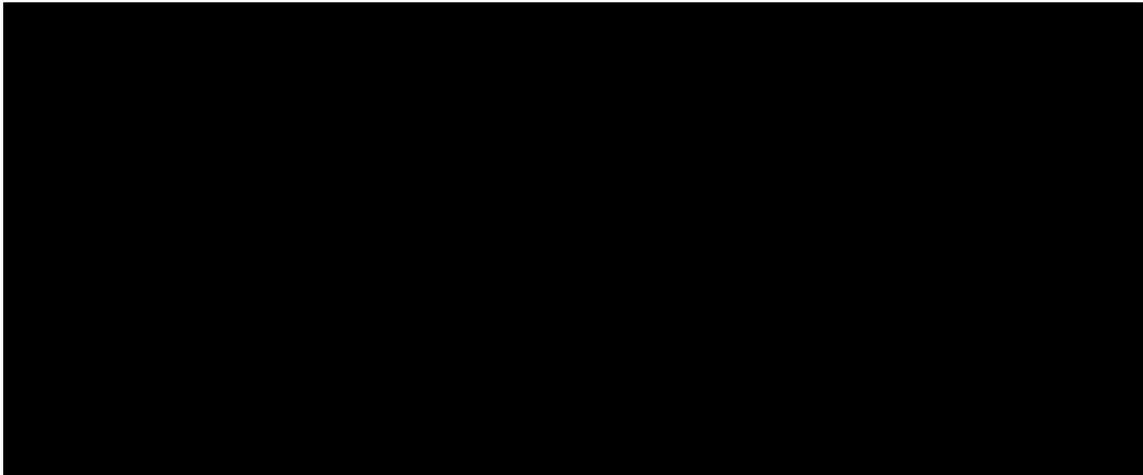
الجدول (19): تراكيز عنصر النيكل (ppb) في عينات الرسوبيات التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة



الجدول (20): تراكيز عنصر النحاس (ppb) في عينات الرسوبيات التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة



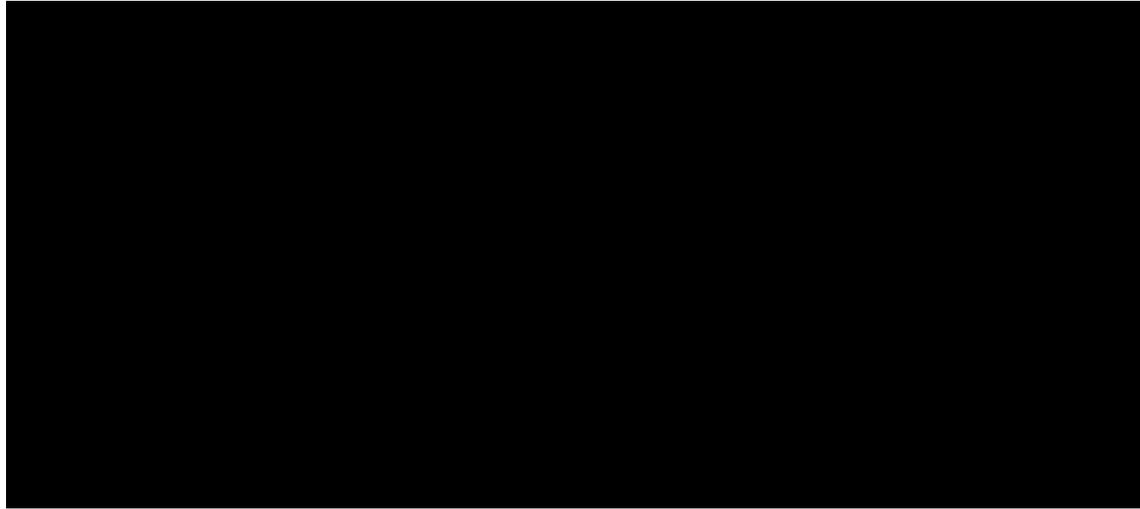
الجدول (21): تراكيز عنصر الكاديوم (ppb) في عينات الرسوبيات التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة



الجدول (22): تراكيز عنصر الكوبالت (ppb) في عينات الرسوبيات التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة

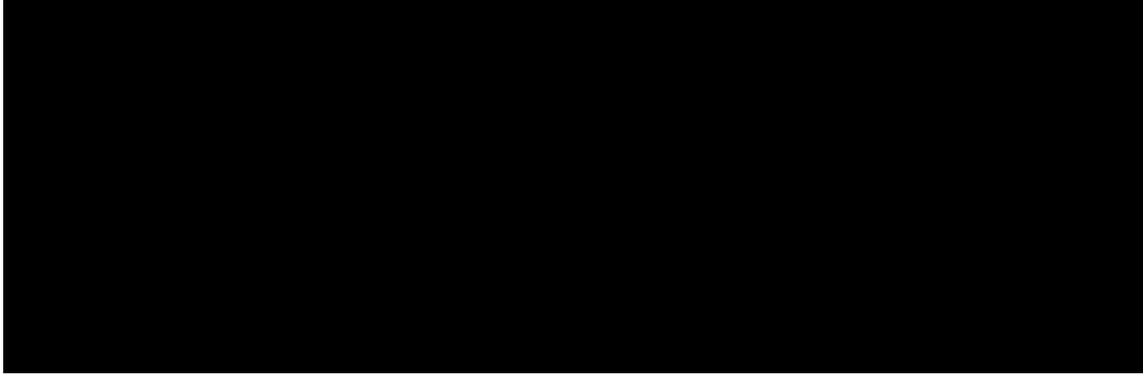


الجدول (23): تراكيز عنصر الكروم (ppb) في عينات الرسوبيات التي تم ائتيانها في المواقع المدروسة

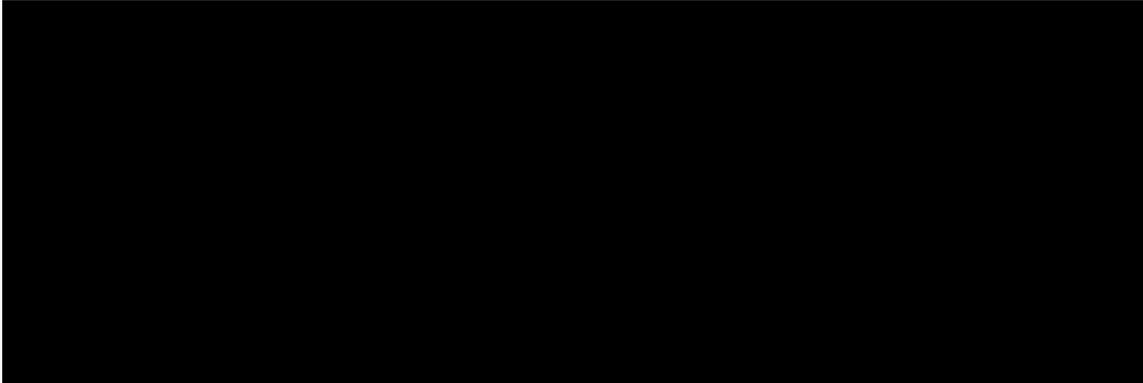


يظهر من الجداول (16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23) أن الحديد هو العنصر الأعلى تركيزاً يليه عنصر الزنك، وأن عنصر الكروم هو العنصر الأقل تركيزاً، وأن تركيز الكوبالت والكاميوم في عينات الرسوبيات كانت أقل منها في عينات مياه الجريان المطري. كما نلاحظ من الجداول وجود الاختلاف والتباين في تراكيز العناصر المدروسة بين محطة وأخرى، وحتى ضمن المحطة نفسها ومن هطول لآخر، وهذا يعود بالدرجة الأولى إلى محتوى الرسوبيات التي تحملها مياه الجريان من هذه العناصر. كذلك نلاحظ ارتفاعاً في تراكيز معظم العناصر وفي أغلب المحطات في 19 تشرين الثاني، حيث يعود ذلك إلى كمية الرسوبيات التي كانت تحملها مياه الجريان حيث كانت لاتزال أعمال الحفر على الطرقات موجودة، والارتفاع الملاحظ نوعاً ما في شهر آذار يعود إلى الأمطار الطينية التي هطلت خلال تلك الفترة بينما الارتفاع الملاحظ في 21 حزيران، فيرجع إلى انقطاع الهطول المطري لفترة تزيد عن الشهر، الأمر الذي ربما سمح بتوضع كمية من الرسوبيات الحاوية على هذه العناصر على الطرقات، بالإضافة إلى أعمال الحفريات بجانب مواقع الإئتيان.

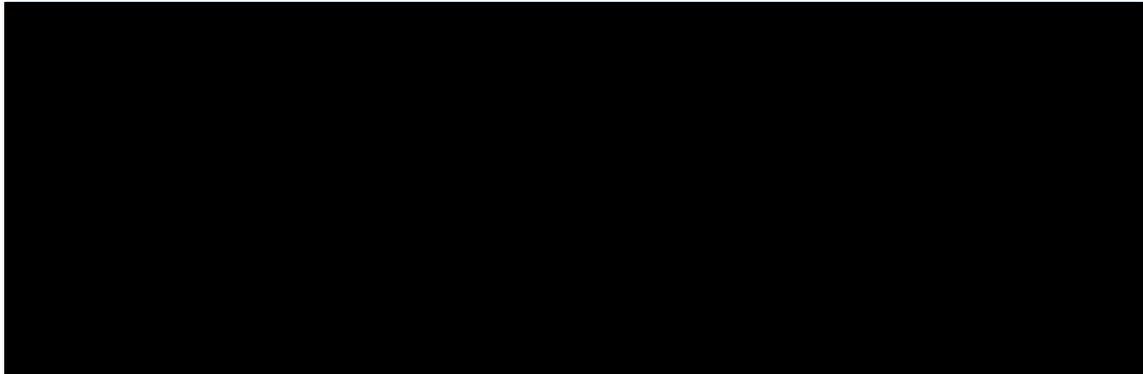
الجدول (24): معاملات الارتباط بين تراكيز العناصر المدروسة في عينات الرسوبيات في المحطة الأولى خلال فترة الهطولات كاملةً.



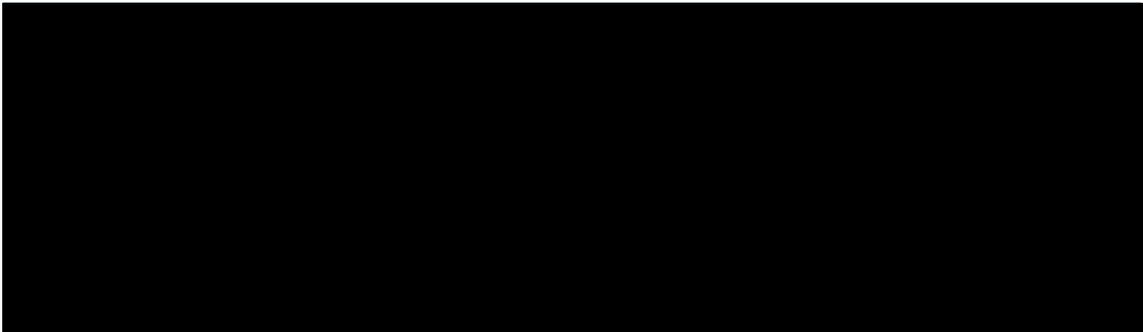
الجدول (25): معاملات الارتباط بين تراكيز العناصر المدروسة في عينات الرسوبيات في المحطة الثانية خلال فترة الهطولات كاملةً.



الجدول (26): معاملات الارتباط بين تراكيز العناصر المدروسة في عينات الرسوبيات في المحطة الثالثة خلال فترة الهطولات كاملةً.



الجدول (27): معاملات الارتباط بين تراكيز العناصر المدروسة في عينات الرسوبيات في المحطة الرابعة خلال فترة الهطولات كاملةً.



يظهر من الجداول (24, 25, 26, 27)، أن هناك ارتباطاً قوياً بين كمية الحديد والرصاص، وبين كمية الزنك والحديد، وكمية الكوبالت والرصاص، وكمية الكوبالت والحديد في المحطة الأولى، أما في المحطة الثانية فيلاحظ وجود ارتباط قوي بين كمية الزنك والرصاص، وكمية الحديد والزنك، وفي المحطة الثالثة يلاحظ الارتباط القوي بين كمية الزنك والرصاص، وكمية الزنك والحديد، وكمية الكوبالت والرصاص، وكمية الكوبالت والزنك، بينما في المحطة الرابعة يظهر الارتباط القوي بين كمية الحديد والرصاص، وكمية الحديد والرصاص، وكمية الحديد والزنك، وكمية الكوبالت والحديد.

الجدول (28): مقارنة بين متوسط تراكيز العناصر في مياه الجريان المطري و تراكيز هذه العناصر في المياه البحرية العادية [17]:

	pb	Zn	Fe	Ni	Cu	Cd	Co	Cr
مياه البحر	0.03	4.9	2	1.7	0.5	0.1	0.05	0.3
مياه الجريان	18.63	76.19	94.03	17.7	12.5	14.9	8.6	4.9

يظهر من الجدول (28): أن تراكيز العناصر المدروسة أعلى بكثير من تراكيزها في المياه البحرية، وهذا يشير إلى مساهمة ما لمياه الجريان في زيادة تراكيز هذه العناصر في المياه البحرية، وبخاصة الشاطئية، فضلاً عن مساهمة الرسوبيات التي تحملها مياه الجريان في زيادة تراكيز هذه العناصر.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- تحمل مياه الجريان المطري معها العديد من العناصر المعدنية الثقيلة إلى البيئة البحرية على شكل منحل أو على شكل رسوبيات.
- كانت تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في مياه الجريان والرسوبيات التي تحملها تتبع الترتيب الآتي: $Fe > Cr < Co < Cu < Cd < Ni < pb < Zn$
- تساهم الأمطار الطينية في زيادة تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة في مياه الأمطار وبالتالي في مياه الجريان والرسوبيات التي تحملها.
- تسهم الحركة المرورية والنشاطات البشرية في زيادة تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في مياه الجريان المطري والرسوبيات التي تحملها.

التوصيات:

- التوسع في دراسة أثر مياه الجريان المطري، ودورها في نقل الملوثات إلى البيئة البحرية.
- دعم شبكات الصرف المطري، للتقليل من الآثار السلبية لمياه الجريان المطري، وما تحمله من ملوثات على البيئة البحرية.

المراجع:

- [1]- CARMEN, T.; AGOURIDIS, S. J.; WIGHTMAN, J. A.; VILLINESS, and JOE, D. *Reducing Stormwater Pollution*. University of Kentucky college of agriculture, Lexington, KY, (2011).
- [2]- TING, L. H.; BAO, S. W.; JING, X. and XIAO, B.N. *Pollutants removal performance of runoff ecological vegetation*. *Sustain. Environ. Res China*, Vol. 21, N^o. 3, 161-166 (2011).
- [3]- HATT, B. E.; FLETCHER, T. D.; WALSH, C. J. and TAYLOR, C. J. *The influence of urban density and drainage infrastructure on the concentrations and loads of pollutants in small streams*. *Environ Manage.*, Vol. 34, N^o. 1, 112-124 (2004).
- [4]- TAYLOR, G. D.; FLETCHER, T. D.; WONG, T. H. F.; BREEN, P. F. and DUNCAN, H. P. *Nitrogen composition in urban runoff - Implications for stormwater management*. *Water Res.*, Vol. 39, N^o. 10, 1982-1989 (2005).
- [5]- Polkowski, Z.; SKARZYNSKA, K.; DUBLELLA, J. A.; STASZEK, W.; NAMIESNIK, J. *Evaluation of pollutant loading in the runoff water from a major urban highway (Gdansk Beltway, Poland)*. *Global NEST Journal, Poland* . Vol. 9, N^o. 3, 269-275 (2007).
- [6]- GUNAWARDENA, J.; EGODAWATTA, P.; AYOKO, G. A.; GOONETILLEKE, A. *Role of traffic in atmospheric accumulation of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons*. *Atmospheric Environment*. Vol. 54, 502-510 (2012).
- [7]- SABIN, L.D.; HEE, L, J.; TERESA, V. M.; WINER, A. M.; SCHIFF, K.C.; STOLZENBAH, K.D. *Dry deposition and resuspension of particle-associated metals near a freeway in Los Angeles*. *Atmospheric Environment*. Vol. 40, N^o. 39, 7528-7538 (2006).
- [8]- JANAKA, G.; PRASANNA, E.; GODWIN, A.; AYOKO, and ASHANTHA, G. *Atmospheric deposition as a source of heavy metals in urban stormwater*. Science and Engineering Faculty, Queensland University of Technology, GPO Box 2434, Brisbane QLD 4001, AUSTRALIA, (2013).
- [9]- Stormwater pollution. 12 Feb. 2013.
<www.epa.sa.gov.au/xstd_files/Water/.../water_general.pdf>
- [10]- VARSHA, M; NIDHI, M; ANURG, R, B; SINGH and SANJAY, M. *Effect of toxic metals on human health*. *The Open Nutraceuticals Journal*. Vol. 3, 94-99 (2010).
- [11]- KATHRYN, C. H.; JODY, B.; DANIELS, J.; MICHAEL, G, J. R.; and KEVIN, L. Hensler Department of Crop and Soil Environmental Sciences; Virginia Tech. *Retention of highway runoff pollutants by plants and soils as affected by Best Management Practices: A Literature Review*. 8 Jan. 2013.
<www.landrehab.org/.../Haering%20et%20al_,%202006_%20Retention%...>
- [12]- DAVIS, A. P.; MOHAMMAD, S.; and SHUBEI, N. *Loading estimates of lead, copper, cadmium, and zinc in urban runoff from specific sources*. *Chemosphere*. Vol. 44, 997-1009 (2001).
- [13]- OZAKI, H.; IZUMI, W. and KASUJI, K. *Investigation of the heavy metal sources in relation to automobiles*. *Water Air Soil Pollut*. Vol. 157, 209-223 (2004).
- [14]- TURKAN, O. and SERMIN, O. *Elemental composition of rainwater in Mersin an urban site in the north eastern Mediterranean*. *Proceedings of the Third International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scales*. (2005).
- [15]- R.H. AL-ANBARI, K.P.; WOOTTON, S.; DURMANIC, A.; DELETIC AND T.D. FLETCHER. *Evaluation of media for the adsorption of stormwater pollutants*. *International Conference on Urban Drainage*, Edinburgh, Scotland, UK, 2008.
- [16]- OGOYIL, D.O.; MWITA, C. J.; NGUUL. E. K. AND SHIUNDU. P.M. *Determination of Heavy Metal Content in Water, Sediment and Microalgae from Lake Victoria, East Africa*. *The Open Environmental Engineering Journal*. Vol 4, 156-161 (2011).
- [17]- IAEA. *Laboratory Procedure Book*. Marine Environment Laboratory, Monaco, 2006, 45.