مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (36) العدد (1) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (36) No. (1) 2014

تحديد بعض العناصر المعدنية الثقيلة في مياه الصرف الصحي المعالجة في ريف مدينة اللاذقية

الدكتورة هاجر ناصر [*]
الدكتورة فاتن علاء الدين [**]
سوسن ياسين [***]

(تاريخ الإيداع 24 / 12 / 2013. قُبِل للنشر في 25 / 2 /2014)

□ ملخّص □

تناولت هذه الدراسة تحديد تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة (Pb,Zn,Ni) في مياه الصرف الصحي المعالجة في ريف مدينة اللاذقية الناتجة عن ثلاث محطات معالجة متوزعة في كل من (حبيت، الحارة، مرج معيربان) خلال عام 2011.

اعتمدت هذه الدراسة على مطيافية الامتصاص الذري (AAS) في تحديد العناصر المذكورة أعلاه.

أظهرت الدراسة ارتفاع تراكيز عنصر الزنك في جميع المحطات المدروسة وفي جميع الفصول بالمقارنة مع العنصرين الآخرين حيث وصلت إلى (2.798 mg/L) في حين سجل عنصري النيكل والرصاص تراكيز منخفضة نسبياً (0.243, 0.351) mg/L على التوالي.

كما أظهرت الدراسة الإحصائية وجود علاقة ارتباط مرتفعة إلى منخفضة أو سلبية أحياناً أخرى مما يعطي مؤشرات واضحة عن مصادر التلوث.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي المعالجة – ريف مدينة اللاذقية – العناصر (Pb,Zn,Ni) – مطيافية الامتصاص الذري (AAS).

[*] **أستاذ مساعد – قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**
[**] **مدرس – قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**
[***] **قائم بالأعمال – قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (36) العدد (1) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (36) No. (1) 2014

Detecting some heavy metals in recycledsewage in Latakia Countryside

Dr. Hajar Nasser[*]
Dr. Faten Alaeddin[**]
Sawsan Yasin[***]

(Received 24 / 12 / 2013. Accepted 25 / 2 /2014)

□ ABSTRACT □

This study deals with identifying some heavy metals (Pb,Zn,Ni) concentration in the recycledsewage in Latakia Countryside which is resulting from three treatment plants distributed over (Hebbeit, Al-Harah, MarjMoairban),2011.This research uses the Electro Thermal Atomization-Atomic Absorption Spectrometry (ETA-AAS) technique in determining of heavy metal elements mentioned above. This research shows a higher concentration of Zn-element (2.798 mg/L) in all treatment plants and in all seasons compared with the concentration of other elements, while Ni and Pb have recorded low concentrations (0.351, 0.243) mg/ℓ, respectively. The statistical study has demonstrated that there is a correlation varying from positive high to positive low, and sometimes to negative highs and lows, this gives clear indications for resources of pollution.

Keywords: The treatment wastewater; Latakia Countryside; (Pb,Zn,Ni); Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).

[*] **Assistant Professor , dept. of Chemistry , Faculty of Sciences , Tishreen University, Syria.**
[**] **Assistant Professor, dept. of Chemistry , Faculty of Sciences , Tishreen University, Syria.**
[***] **Academic Assistant, dept. of Chemistry , Faculty of Sciences , Tishreen University, Syria.**

مقدمة:

يزداد الطلب على الماء بسرعة في منطقة الشرق الأوسط إذ تعاني معظم بلدانه عجزاً مائياً واضحاً ومنها سوريا حيث تقع معظم الأراضي الصالحة للزراعة ضمن المنطقتين الجافة وشبه الجافة الأمر الذي يستدعي بالضرورة تقليص العجز المتصاعد بين الموارد المائية المتاحة والاحتياجات المتزايدة للقطاع الزراعي من مياه الري وصولاً إلى تحقيق التوازن المائي وبلوغ مرحلة الأمن المائي الذي يعد الأساس المتين للتنمية المستدامة. لذلك لابد من بناء استراتيجيات جديدة في تنمية الموارد المائية الوطنية واستعمالها بشكل أفضل لسد العجز المائي, لهذا فإن استخدام المياه العادمة للزراعة يلقى تشجيعاً كبيراً خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة [1,2]. إلا أن استخدام هذه المياه في ري الأراضي يؤدي إلى تأثير كبير في جملة الخصائص الفيزيائية، الكيميائية، والحيوية للتربة [3,4]. تلبي مياه الصرف الصحي المعالجة جزءاً من الاحتياجات اللازمة للري، لكنها تحتوي على العديد من الملوثات الكيميائية والتي تكون سامة للإنسان والنبات والحيوان لاسيما المعادن الثقيلة عند وجودها بتراكيز عالية، وهي خطرة لأنها تميل إلى التراكم الحيوي أي لا يمكن أن تتحلل وإنما تتجمع بكميات صغيرة في أجسامنا عن طريق الماء والغذاء والهواء [2,5].

يعد التلوث بالعناصر الثقيلة من المشاكل المقلقة للأسباب التالية:

1- التأثير الضار لبعض هذه العناصر في الكائنات الحية حتى ولو وجدت بتراكيز ضئيلة. ولبعضها تأثيرات مسرطنة.

2- لوجود هذه العناصر وتنوع مصادرها.

3- قابلية هذه العناصر للتراكم في أجسام الكائنات الحية إلى درجة التسمم.

يوجد نوعان من التلوث: تلوث طبيعي وتلوث صناعي خاصة التلوث الكيميائي الناجم عن طرح المخلفات المنزلية والصناعية ومخلفات الأنشطة البشرية في المياه، وتصل العناصر الثقيلة إلى قنوات الصرف الصحي ومنها إلى البيئة المائية من مصادر مختلفة [6]. فمثلاً يعود المصدر **الأساس** للرصاص إلى عمليات التصنيع وإلى الترسبات الجوية, حرق الفحم الخشبي وحرق القمامة من قبل البلديات وهناك مصادر تشمل المياه العادمة المنزلية، حمأة الصرف الصحي وصناعة الأنابيب، البطاريات والذخائر الحربية. يؤثر الرصاص في الإنسان بشكل كبير لا سيما الأطفال مسبباً العديد من الأمراض منها فقر الدم, اضطرابات في عضلة القلب وأضرار في الجهاز العصبي. أما الزنك فيعود مصدره إلى الأنشطة الصناعية مثل التعدين، احتراق الفحم والنفايات وحمأة الصرف الصحي. يسبب الزنك العديد من المشاكل الصحية عند الإنسان أهمها التهابات الجلد وفقر الدم عند وجوده بتراكيز مرتفعة [2,5,6].

يعدّ النيكل أحد العناصر السامة له استخدامات كثيرة في السبائك كطلاء، في تصنيع العجلات المعدنية والعديد من الأدوات المنزلية والطبية، كعامل محفز في عملية الهدرجة وفي العديد من التطبيقات. له تأثير على امتصاص الحديد في الجسم ومن تأثيراته السلبية أنه يسبب حالة انعدام الشم، الربو، سرطان انف والرئة. لذا ينصح بتجنب الأغذية المعلبة وأدوات المطبخ المقاومة للصدأ والمجوهرات [7].

لذلك اعتبر الحد الأعلى المسموح به في مياه الصرف الصحي المعالجة للاستعمال في الري طويل الأمد للنيكل بـ 0,2mg/L وللرصاص بـ 0.5mg/L وللزنك بـ 2mg/L . أما الحد الأعلى المسموح به للاستعمال قصير الأمد فهو 2mg/L للنيكل, 1mg/L للرصاص و 10mg/L للزنك وذلك حسب المواصفة السورية [8] والكود المصري [9].

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى تحديد العناصر (Pb,Zn,Ni) ودراسة التغير الزماني والمكاني لهذه العناصر في محطات المعالجة لمياه الصرف الصحي في ريف اللاذقية (حبيت، الحارة ، مرج معيربان) التي تتمتع بكثافة سكانية وتتصف بخضرتها وزراعتها واحتوائها على مخلفات نشاط بشري (منزلي وزراعي) تطرح مباشرة إلى هذه المحطات. وتأتي أهمية البحث من خلال مراقبة تغيرات تراكيز هذه العناصر في المياه المعالجة التي تستخدم فيما بعد في ري المزروعات وسقي الحيوانات وما ينتج عن ذلك من تتابعية في التأثيرات لهذه العناصر على النبات والحيوان والإنسان, وهذا ما يلاحظ في تلك المناطق.

طرائق البحث ومواده:

الأجهزة والأدوات والمواد المستخدمة:

-جهاز الامتصاص الذري من نوع Varan Spectra AA 220 الذي يعمل وفق التذرية الكهروحرارية (ETA – AAS)

-جهاز التهضيم بأشعة UV من انتاج شركة Metrohm موديل 705

-محاليل عيارية للعناصر المدروسة

-ماء أوكسجيني 30%

-حمض الآزوت المركز 65%

-ماء ثنائي التقطير

-ماصات ميكروئية

تملك جميع المحاليل المستخدمة درجة عالية من النقاوة.

الشروط التجريبية المعتمدة:

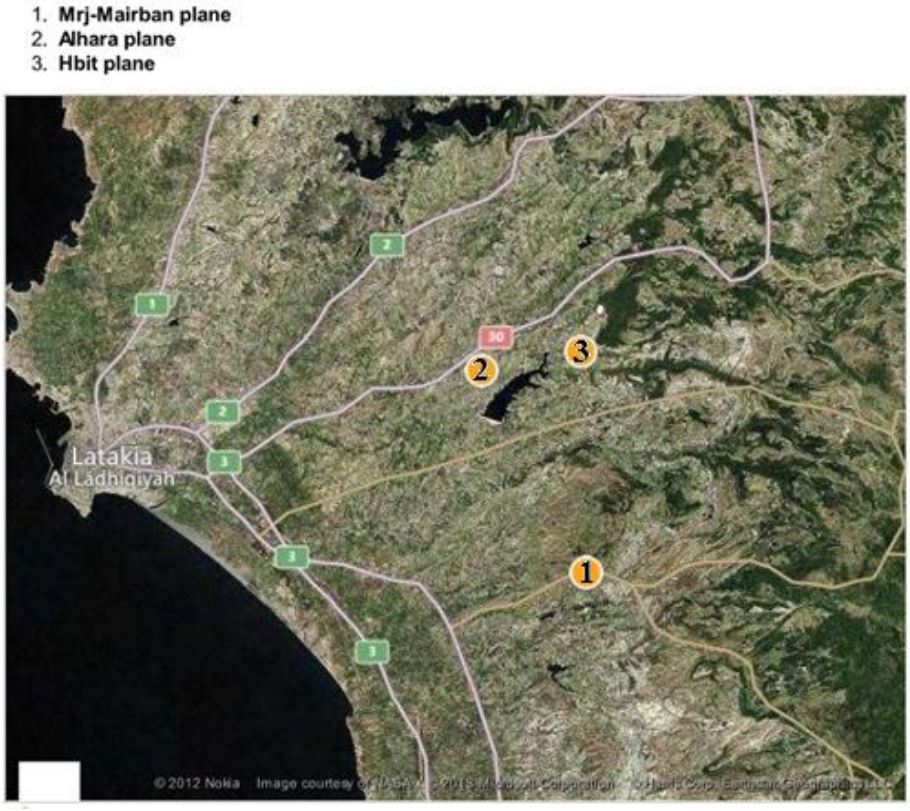
الجدول (1): الشروط الآلية المستخدمة في التذرية باللهب

العنصر المدروس	نوع المصباح	طول الموجة (nm)	شدة تيار المصباح (mA)	عرض الشق (nm)	نوع اللهب	نسبة تدفق هواء/استيلين L/min
Zn	HCL	213.9	5	0.5	هواء/استيلين	3.5/1.5
Pb	HCL	217	10	0.5	هواء/استيلين	3.5/1.5
Ni	HCL	232	4	0.2	هواء/استيلين	3.5/1.5

مواقع وزمن الاعتيان:

شملت الدراسة فصول السنة الأربعة : الربيع والصيف والخريف والشتاء من عام 2011 حيث امتدت من شهر شباط إلى كانون أول. أما مواقع الاعتيان المبينة في الشكل (1), فكانت محطات معالجة في ريف اللاذقية متوزعة على ثلاث مناطق (حبيت، الحارة، مرج معيربان) حيث تعمل بنفس الآلية واختيرت المناطق تلك لبناء هذه المحطات

نظراً لكثرة االمخلفات الناتجة عن النشاط البشري (زراعي، منزلي) والتي تطرح مباشرة إليها لمعالجتها وإعادة استخدامها كمياه ري وسقي المزروعات والنباتات لأن هذه المناطق تعد مناطق زراعية ذات محاصيل وفيرة.

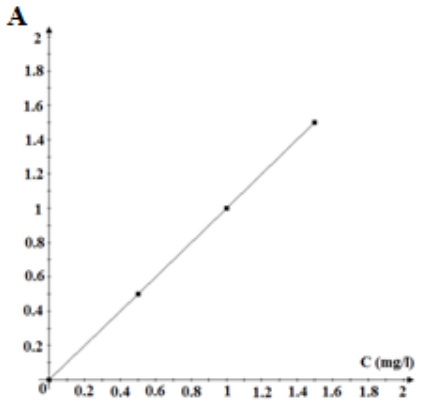


الشكل(1): مواقع الاعتيان (محطات المعالجة حبيت، الحارة ومرج معيربان)

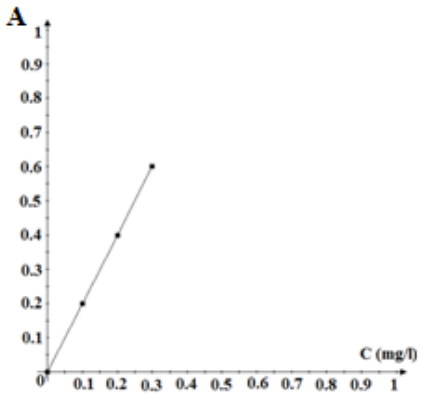
طريقة العمل:

– تحضير العينات المدروسة: رشحت عينات مياه الصرف الصحي بعد أن حمضت بحمض الآزوت (pH = 2–3). تم أخذ 10mL من كل عينة من العينات المدروسة ثم أضيف إلى كل منها 100µ mL من الماء الأوكسجيتي 30%. وضعت بعد ذلك في الأنابيب الخاصة بجهاز التهضيم UV Digestion وهضمت لمدة 90 دقيقة. حفظت العينات المهضمة لحين إجراء التحاليل [10].

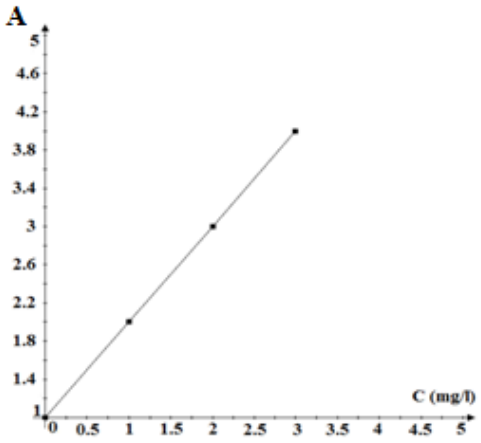
– تحضير العينات الشاهدة والمحاليل العيارية بنفس الطريقة لكل عنصر مدروس على أن تتضاعف الكميات المضافة من العنصر في كل مرة حتى نحصل على سلسلة من المحاليل العيارية لكل عنصر مع ضرورة كون تراكيز السلسلة العيارية ضمن المجالات الخطية للعناصر المدروسة. توضح الأشكال (2,3,4) المنحنيات العيارية للعناصر المدروسة والتي اعتمدت في حساب تراكيز هذه العناصر.



الشكل(2): المتحتي العياري لشاردة الرصاص



الشكل(3): المتحتي العياري لشاردة النيكل



الشكل(4): المتحتي العياري لشاردة الزنك

النتائج والمناقشة:

تناولت هذه الدراسة تراكيز العناصر (Pb,Zn,Ni) في مياه الصرف الصحي المعالجة في ريف مدينة اللاذقية حيث شملت الدراسة ثلاث محطات معالجة موزعة في ثلاث مناطق ريفية هي حبيت، الحارة، ومرج معيربان. تصب مياهها في أراض زراعية مجاورة وفي بعض المسطحات المائية كالأنهار والمجاري المائية الصغيرة والتي تروى بها المزروعات والفاكهة.

تم اعتيان سبع قطفات على مدار سنة كاملة من كل محطة موزعة على أشهر العام (2011) كما هو مبين في الجداول (2,3,4) والأشكال المرافقة (5,6,7).

بينت النتائج أن قيم تراكيز العناصر المدروسة من رتبة (mg/L) ppm . والتي حسبت بالاعتماد على المنحنيات العيارية للعناصر المدروسة حسب الأشكال (2,3,4).

الجدول [2] يبين تغيرات تراكيز عنصر الرصاص (mg/L) في عينات مياه الصرف الصحي المعالجة التي تم اعتيانها من المحطات المدروسة . (n = 3)

مواقع الاعتيان / تاريخ الاعتيان	حبيت			الحارة			مرج معيربان		
	$\bar{X}$	Sd	CV	$\bar{X}$	Sd	CV	$\bar{X}$	Sd	CV
6/2/2011	0.225	0.00436	1.937	0.231	0.00300	1.299	0.180	0.00458	2.546
6/3/2011	0.229	0.00436	1.903	0.230	0.00265	1.150	0.225	0.00361	1.603
16/5/2011	0.168	0.00361	2.146	0.175	0.00557	3.182	0.168	0.00557	3.314
19/7/2011	0.226	0.00361	1.596	0.219	0.00361	1.647	0.111	0.00529	4.768
10/8/2011	0.242	0.00361	1.653	0.243	0.00265	1.089	0.200	0.00436	2.180
22/9/2011	0.190	0.00458	2.412	0.221	0.00436	1.972	0.199	0.00361	1.812
5/12/2011	0.221	0.00265	1.197	0.199	0.00458	2.303	0.182	0.00458	2.518

CV = Cofficient of Varation $\qquad CV = Sd \times 100/\bar{X}$

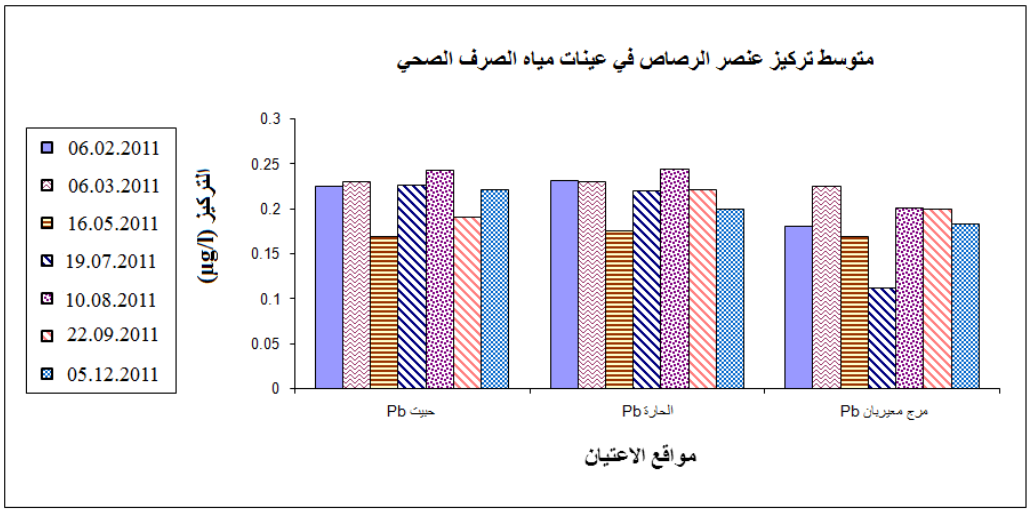
الجدول [3] يبين تغيرات تراكيز عنصر النيكل (mg/L) في عينات مياه الصرف الصحي المعالجة التي تم اعتيانها من المحطات المدروسة. (n = 3)

مواقع الاعتيان / تاريخ الاعتيان	حبيت			الحارة			مرج معيربان		
	$\bar{X}$	Sd	CV	$\bar{X}$	Sd	CV	$\bar{X}$	Sd	CV
6/2/2011	0.282	0.00300	1.064	0.146	0.00379	2.587	0.318	0.00265	0.832
6/3/2011	0.254	0.00361	1.420	0.299	0.00300	1.003	0.253	0.00265	1.046
16/5/2011	0.321	0.00265	0.824	0.224	0.00361	1.601	0.300	0.00436	1.453
19/7/2011	0.222	0.00458	2.064	0.292	0.00458	1.570	0.279	0.00529	1.897
10/8/2011	0.270	0.00436	1.614	0.275	0.00458	1.667	0.185	0.00458	2.477
22/9/2011	0.351	0.00361	1.027	0.291	0.00300	1.031	0.341	0.00557	1.633
5/12/2011	0.156	0.00400	2.564	0.253	0.00436	1.723	0.186	0.00436	2.344

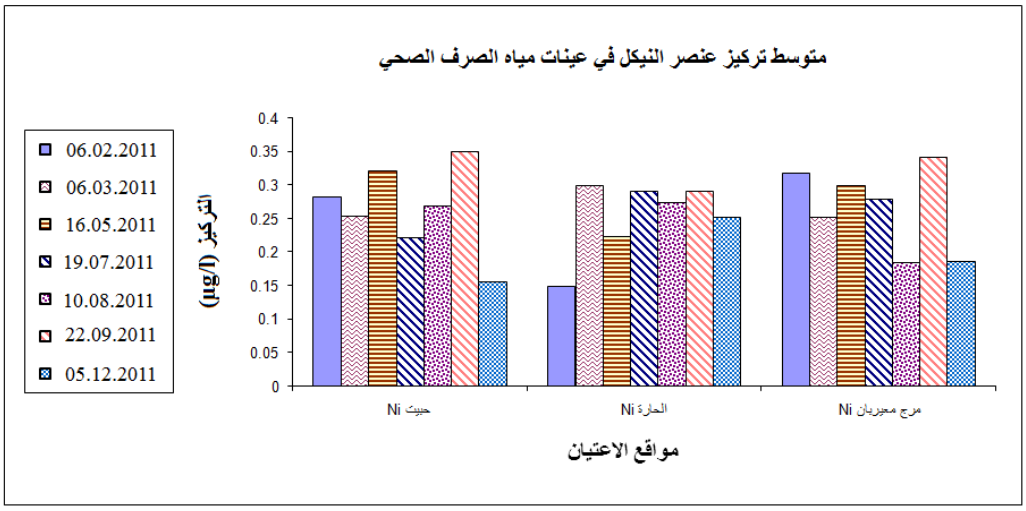
الجدول [4] يبين تغيرات تراكيز عنصر الزنك (mg/L) في عينات مياه الصرف الصحي المعالجة التي تم اعتيانها من المحطات المدروسة. (n = 3)

مواقع الاعتيان / تاريخ الاعتيان	حبيت			الحارة			مرج معيربان		
	$\bar{X}$	Sd	CV	$\bar{X}$	Sd	CV	$\bar{X}$	Sd	CV
6/2/2011	2.079	0.00458	0.220	1.833	0.00300	0.164	2.102	0.00361	0.172
6/3/2011	1.796	0.00458	0.255	1.774	0.00436	0.246	1.755	0.00458	0.261
16/5/2011	1.943	0.00458	0.236	1.746	0.00436	0.250	1.687	0.00458	0.272

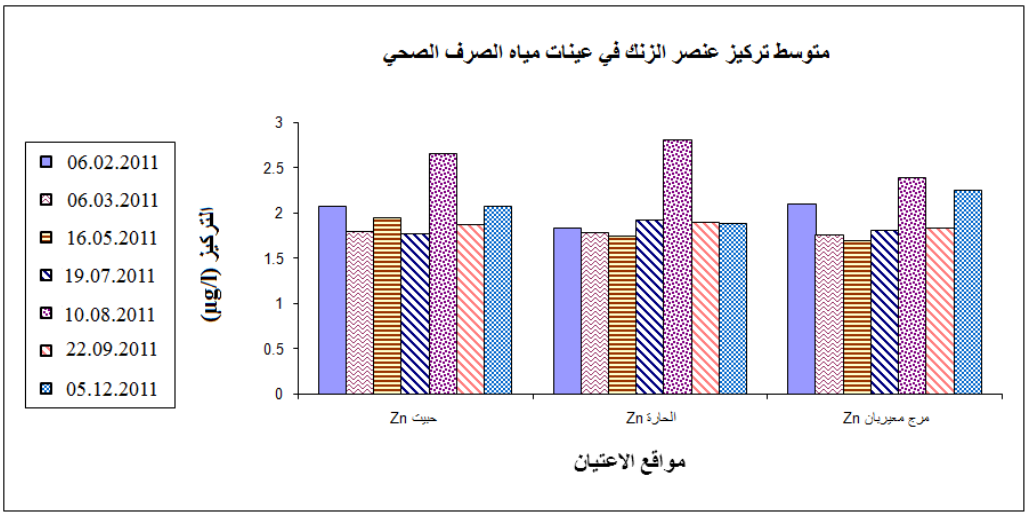
0.254	0.00458	1.805	0.209	0.00400	1.914	0.315	0.00557	1.767	19/7/2011
0.222	0.00529	2.389	0.164	0.00458	2.798	0.172	0.00458	2.658	10/8/2011
0.219	0.00400	1.824	0.231	0.00436	1.887	0.233	0.00436	1.872	22/9/2011
0.204	0.00458	2.244	0.281	0.00529	1.886	0.256	0.00529	2.071	5/12/2011



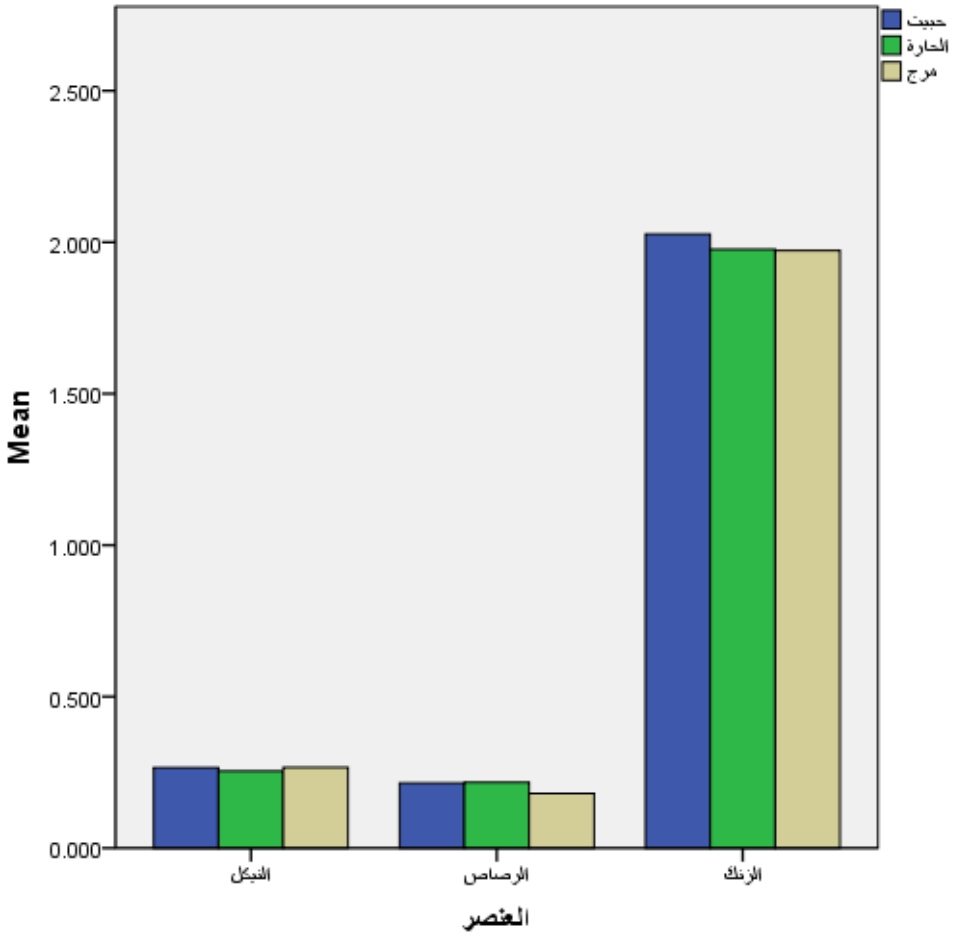
الشكل (5): تغيرات تراكيز عنصر الرصاص في عينات مياه الصرف الصحي المعالجة



الشكل (6): تغيرات تراكيز عنصر النيكل في عينات مياه الصرف الصحي المعالجة



الشكل (7): تغيرات تراكيز عنصر الزنك في عينات مياه الصرف الصحي المعالجة



الشكل (8): مقارنة بين المحطات لمتوسط تراكيز كل عنصر في أشهر الاعتيان جميعها

لحظ في الجدول (2) تقارب في تراكيز عنصر الرصاص في المحطة الواحدة وأيضاً في المحطات الثلاث مع وجود بعض الاختلاف حيث سجلت أصغر قيمة له (0.111 mg/L) في محطة مرج معيربان في الشهر السابع, وأعلى قيمة (0.243 mg/L) في محطة الحارة في الشهر الثامن. ويبين الجدول أن تراكيز الرصاص أقل في محطة مرج معيربان في أشهر الاعتيان كلها قياساً بالمحطتين الأخريتين باستثناء الشهر التاسع حيث كانت أعلى بقليل من محطة حبيت.

أما بالنسبة لعنصر النيكل الجدول (3) لحظ ارتفاع تركيزه بعض الشيء في محطة مرج معيربان خاصة في الأشهر الثاني، الخامس، والتاسع وهي متماثلة مع حبيبت. أما في محطة الحارة فكانت تراكيز النيكل أقل بعض الشيء في الشهر الثاني. بلغت أعلى قيمة للنيكل (0.351 mg/L) في محطة حبيت في الشهر التاسع, وأصغر قيمة (0.146 mg/L) في محطة الحارة في الشهر الثاني.

لحظ في الجدول (4) أن تراكيز عنصر الزنك أكبر بالمقارنة مع العنصرين السابقين وسجلت أكبر وأصغر قيمة له قي محطة الحارة في الشهرين الثامن والخامس (2.798 mg/L) و (1.746 mg/L) على التوالي. ويبين الجدول أن تراكيز الزنك مرتفعة في الشهر الثامن في المحطات الثلاث إلا أن أقلها في محطة مرج معيربان (2.389 mg/L) وأكبرها في محطة الحارة (2.798 mg/L).

بشكل عام نستطيع القول أنه يوجد تقارب في قيم تراكيز العنصر نفسه في عينات مياه الصرف الصحي المعالجة في كل محطة وكذلك بين القيم في المحطات الثلاث مع ارتفاع وانخفاض في التراكيز في بعض الأشهر في كل المحطات وهذا يعود إلى نشاطات بشرية ناتجة عن طرح مخلفات المياه العادمة المنزلية، واستعمال الأسمدة والمبيدات، وحرق الوقود والقمامة التي تتساقط مخلفاتها مع الترسبات الجوية المحيطة مع الأمطار. مع ذلك لا تزال قيم تراكيز العناصر الثلاثة في المحطات المدروسة في أشهر الاعتيان كلها أقل من الحد الأعلى المسموح به للاستخدام في الري القصير الأمد حسب المواصفة القياسية السورية وأيضاً حسب الكود المصري البالغة 1mg/L للرصاص, 2mg/L للنيكل و 10mg/L للزنك. أما في حال استخدام هذه المياه في الري الطويل الأمد فإن تراكيز الرصاص في المحطات الثلاث أقل من الحد المسموح به (0.5mg/L), بينما تراكيز الزنك والنيكل أعلى من الحد المسموح به لهما 2 (mg/L و0.2 mg/L) على التوالي حسب المواصفة القياسية السورية والكود المصري. بالتالي فإنها ستضر المزروعات إذا ما رويت بها.

وبالمقارنة بين المحطات الثلاث من حيث تراكيز العناصر المدروسة نجد أن محطة مرج معيربان أكثر كفاءة يليها محطة الحارة ثم محطة حبيت.

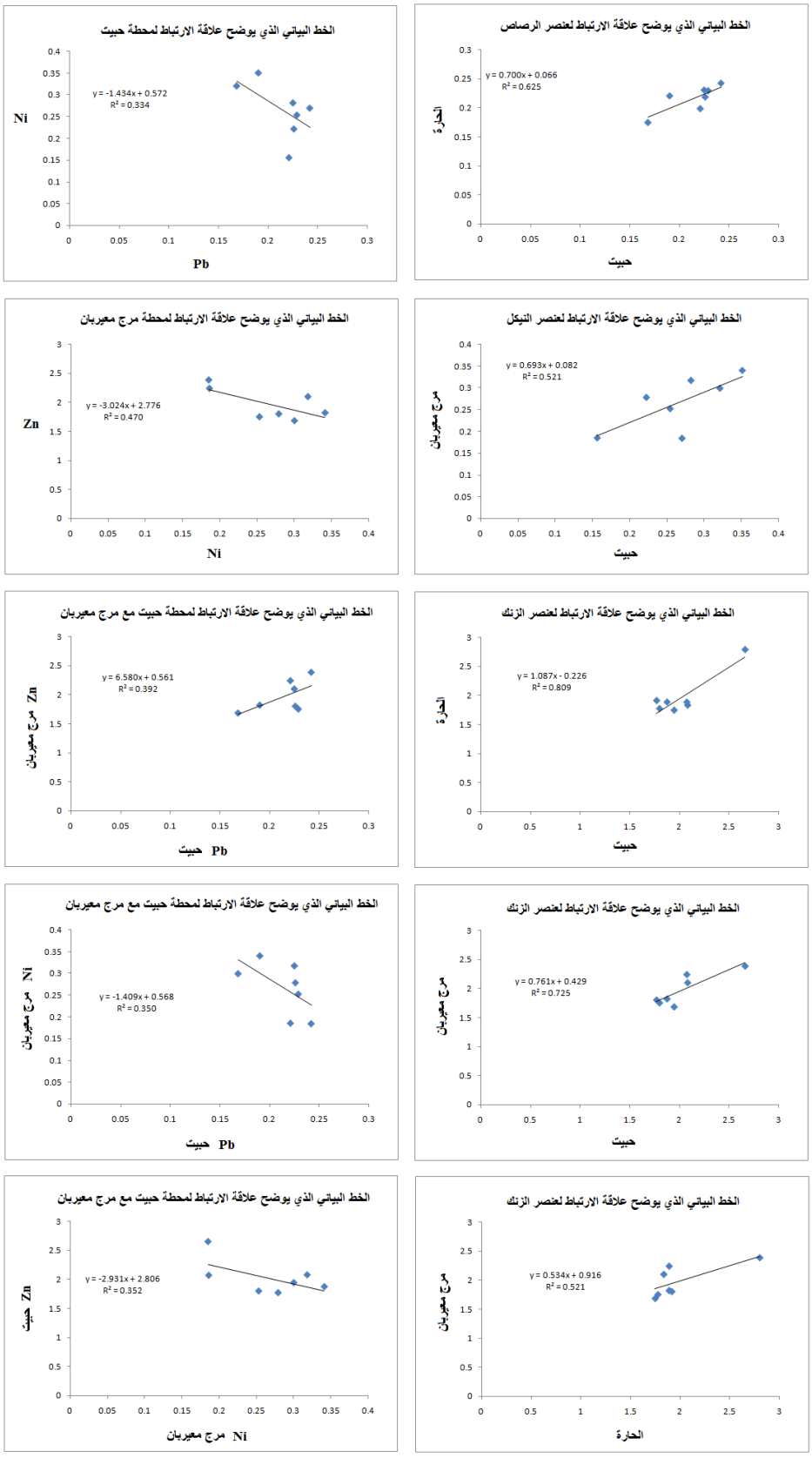
درست معاملات الارتباط للعناصر المدروسة مع مواقع الاعتيان وتبين أن معاملات الارتباط ليست قوية أو جيدة حيث كان مجالها (0.809-0.352) بسبب السلوك المختلف للمزارعين والسكان في هذه المناطق من حيث استعمال المبيدات أو حرق النفايات أو التسميد. لذلك درست معاملات الارتباط لهذه العناصر في فصلي الربيع والشتاء وأيضاً في فصلي الصيف والخريف كما هو موضح في الجدول (5) والأشكال (9,10,11). حيث لحظ أن مستوى الارتباط ازداد وأصبح أقوى حيث بلغت قيمة معاملات الارتباط للرصاص (0.883) والنيكل (0.863) والزنك (0.997) بسبب توحد مصادر التلوث وتشابه الظروف[11].

الجدول (5): يبين قيم معاملات الارتباط بين العناصر ومواقع الاعتيان.

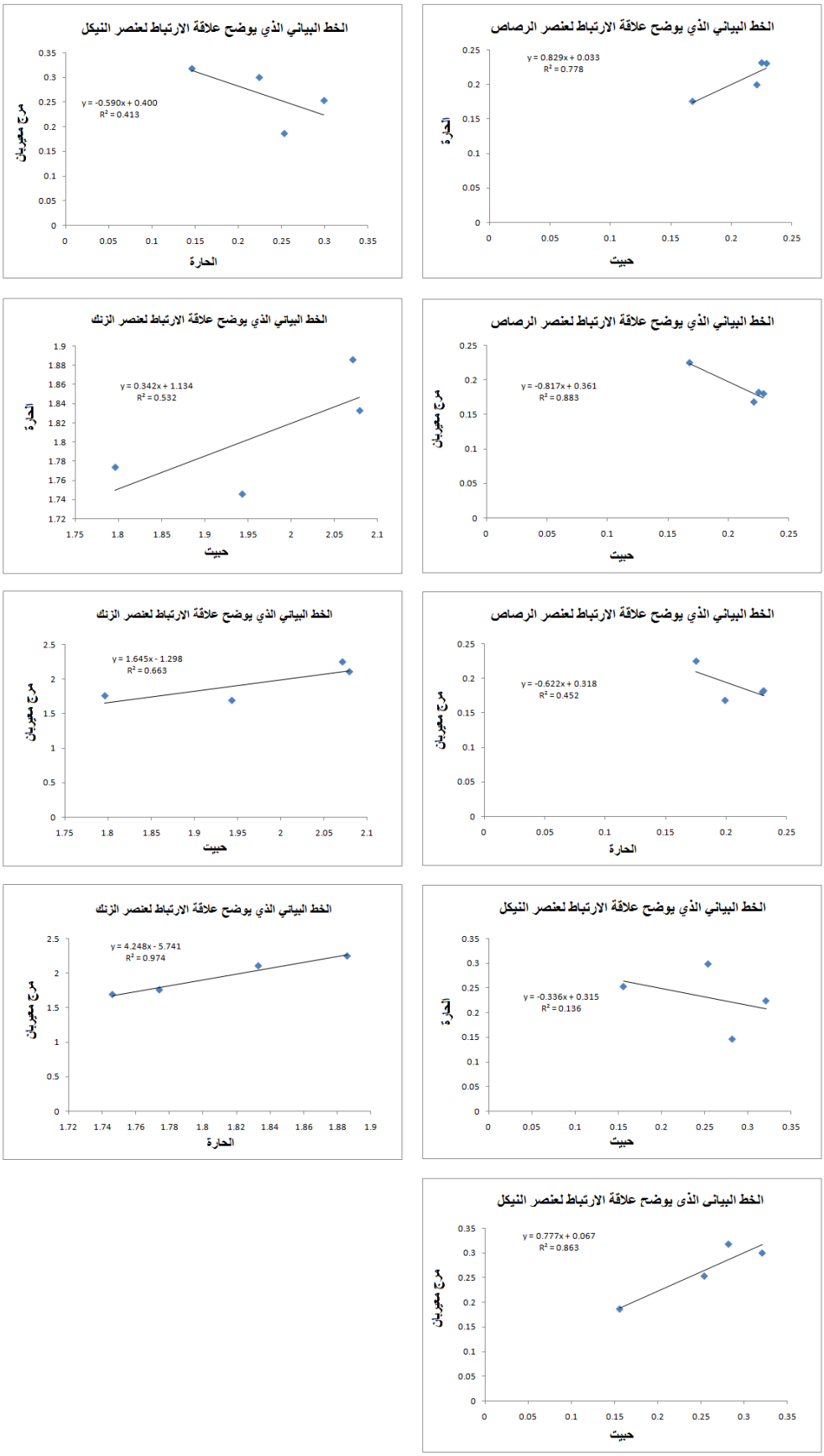
Correlations	حبيبات Pb	الحارةPb	مرج معيربان Pb	حبيبات Ni	الحارة Ni	مرج معيربان Ni	حبيبات Zn	الحارة Zn	مرج معيربان Zn
حبيبات Pb	1								
الحارة Pb	.782**	1							
مرج معيربان Pb	.095	.303	1						
حبيبات Ni	−.576**	.008	.237	1					
الحارة Ni	.125	.155	.077	−.106	1				
مرج معيربان Ni	−.588**	−.146	−.169	.720**	−.274	1			
حبيبات Zn	−.309	−.362	−.017	.188	−.153	.014	1		
الحارة Zn	.518*	.540*	.158	−.029	.207	−.585**	.043	1	
مرج معيربان Zn	.622**	.424	.192	−.425	−.208	−.684**	−.061	.722**	1

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

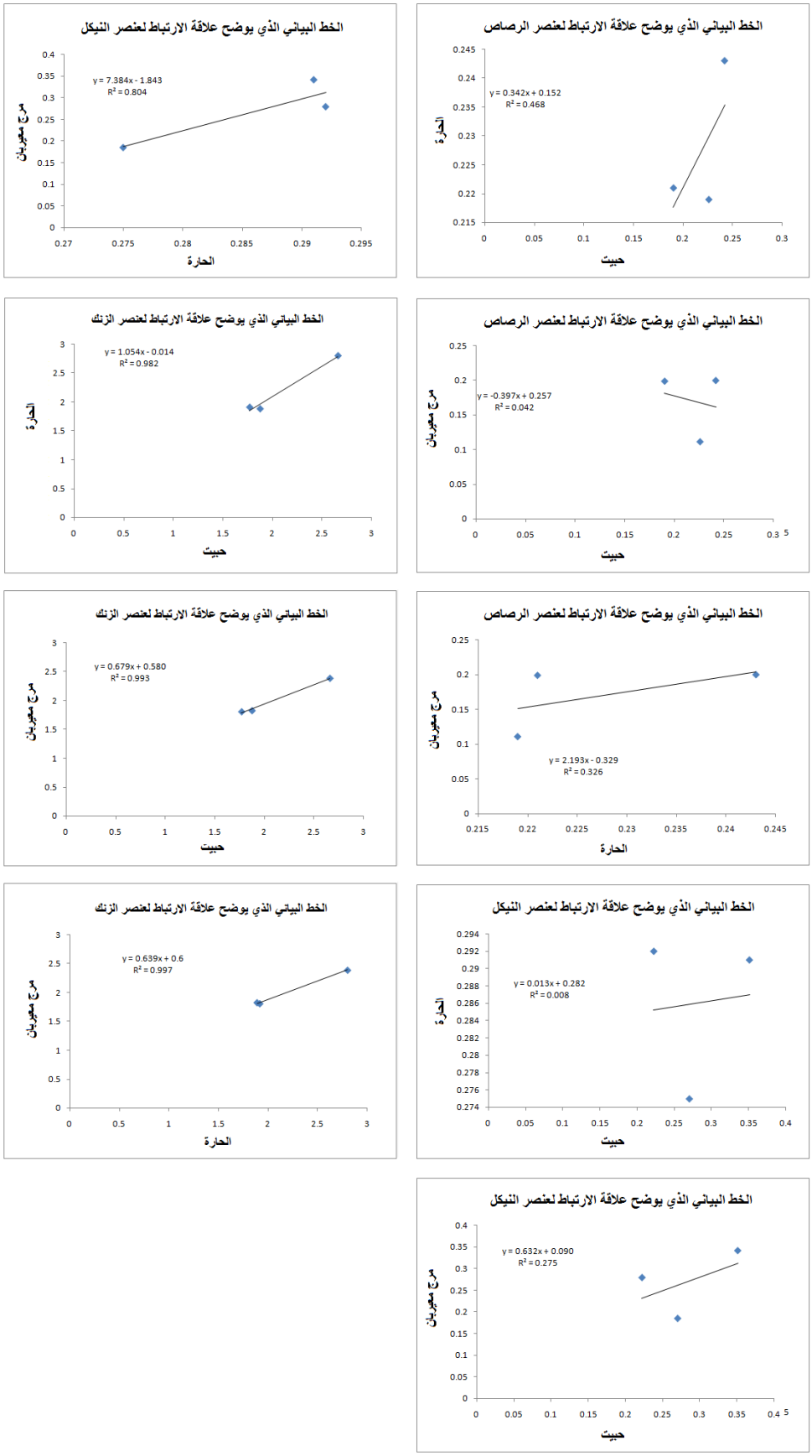
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)



الشكل (9): قيم معاملات الارتباط بين العناصر ومواقع الاعتيان.



الشكل (10): قيم معاملات الارتباط بين العناصر ومواقع الاعتيان في فصلي الشتاء والربيع.



الشكل (11): قيم معاملات الارتباط بين العناصر ومواقع الاعتيان في فصلي الصيف والخريف.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- أظهرت النتائج تقارباً في تراكيز الرصاص في جميع المحطات وبلغت أعلى قيمة له في محطة الحارة في الشهر الثامن (0.243 mg/L). وهذا يدل على أن مصادر التلوث واحدة بالنسبة لسكان هذه المناطق وسلوكهم واحد لكنه ليس مركزاً في شهر معين أو فصل معين.
- بينت النتائج أن أعلى قيمة للنيكل سجلت في محطة حبيت في الشهر التاسع (0.351 mg/L). أما باقي القيم فكانت متقاربة في جميع الأشهر وهذا يرجع إلى النشاط البشري الواحد في هذه المناطق.
- ارتفاع قيم تراكيز الزنك في جميع أشهر الاعتيان, ووصلت أعلى قيمة له في محطة الحارة في الشهر الثامن (2.798 mg/L).
- تبين بالمقارنة بين تراكيز العناصر (Pb, Ni ,Zn) أن محطة مرج معيربان هي الأفضل وتعدّ محطة حبيت رديئة من حيث المعالجة.
- تؤثر النشاطات البشرية على قيم تراكيز العناصر الثلاثة ويظهر ذلك من خلال الاختلاف والتفاوت في تراكيزها من محطة لأخرى ومن شهر لآخر.
- تبين علاقات الارتباط والأشكال المترتبة على ذلك أن مصادر التلوث تكون واحدة عندما تكون $R^2 \geq 0.7$ ومختلفة عندما تكون $R^2 \leq 0.7$ وذلك تبعاً للنشاطات والسلوك البشري في تلك المناطق.
- تعدّ قيم تراكيز الرصاص, النيكل والزنك أقل من الحد المسموح به للاستخدام في الري القصير الأمد حسب المواصفة القياسية السورية والكود المصري.
- تعد قيم تراكيز الرصاص أقل من الحد المسموح به للاستخدام في الري الطويل الأمد. أما قيم تراكيز النيكل والزنك فإنها أعلى قليلاً من الحد المسموح به للري الطويل الأمد حسب المواصفة القياسية السورية والكود المصري.

التوصيات:

- ضرورة الأخذ بعين الاعتبار نتائج التحليل لا سيما إذا كان الري طويل الأمد، واتخاذ التدابير للحد من التأثير على المزروعات.
- استكمال إجراء التحاليل بقياس تراكيز عناصر ومركبات أخرى في مياه محطات المعالجة.
- البحث عن حل مناسب لدرء الأخطار في حال وجودها.

المراجع:

[1]. JICa. Rural Development. Water, and Environment Group Middle East and North Africa Region Syrian Arab Republic. Irrigation Sector Note. Report, (2001) 46.

[2]. MOHAMMED, S., S*Application of wastewater for irrigation in middle east countries ,Particularly in Jordan* , Master thesis , Department of land and water resources Engineering Royal Institute of technology. Sweden, Vol. 46, N°. 4&5, (2009), 435–440.

[3]. MOHAMMAD, MJ. ; MAZAHEREH, N., *Changes in Soil Fertility Parameters in Response to Igrrigation of Forage Crops with Secondary Treated Wastewater.* Communication in Soil Science and Plant Analysis. Vol. 34, N˚. 9 &10, (2003), 1281-1294

[4]. KLAY, S.; CHREF, A.; AYED, L.; REZGUI F.; HOUMAN, B., *Effect of irrigation with treated wastewater on geochemical properties of isohumic soils*; Tunisia. (2009) , Desalination , 09678 .

[5]. AKBAR JAN, F.; ISHAQ, M.; KHAN, S.; IHSANULLAH, I.; AHMAD, I.; SHAKIRULLAH, M., *A comparative study of human health risks via consumption of food crops grown on wastewater irrigated soil (Peshawar) and relatively clean water irrigated soil (Lower Dir)* , Hazardous Materials , Pakistan , (2010) , 11426

[6]. SALGOT, A.; HUERTAS, E.; WEBER S.; DOTT, W.; HOLLENDER, J., *Wastewater reuse and risk :definition of key objectives*, Desalination, 187, (2005), 29 – 40 .

[7]. KATLEEN, D. B.; JURGEN, B.; CHRISTA C.; CHRISTIAN E, S.; ADRIANA R O., *Assessment of indirect human exposure to environmental sources of nickel, Oral exposure and risk characterization for systemic effects*, Hazardous Science of The Total Environment ,U.S.A. , Vol. 419, (2012), 25-36

[8]. المواصفة القياسية السورية. *الحدود القصوى المسموح بها للمعايير القياسية السورية الخاصة بالمياه العادمة لأغراض الري*، (2008)، رقم (2752).

[9]. الكود المصري لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في مجال الزراعة ، (2005), كود رقم 501

[10]. GELANH, W. A.; PAULO, S. R.; GUSTAVO, R. C.; FABRICIO, V. M.; FABIO, A. S.; CILENE,C. F.; JORGE, D. O.; PEDRO, M. P., *Determination of Cadmium in River Water Samples by Flame AAS after On-Line Preconcentration in Mini-Column Packed with 2- Aminothiazol-modified Silica Gel,* Analytical Sciences, Brazil, Vol. 20, N°. 7, (2004) , 1029 - 1043

[11] .MEIER, P.C.; ZUND, R.E., *Statistical method in analytical chemistry*, John Wiley&Sons, (2005), 465.