

مساهمة في إزالة الرصاص والنحاس من المياه الصناعية باستخدام الفوسفات الخام السورية

الدكتور هشام أبظلي*

نورا غفر**

تاريخ الإيداع 14 / 5 / 2015. قُبل للنشر في 16 / 9 / 2015

□ ملخص □

درست تغيرات معامل توزع الرصاص والنحاس في منظومة ذات طورين [سائل (مياه ملوثة بالرصاص والنحاس) - صلب (فوسفات خام سورية)] وذلك بتابعية العوامل التالية زمن خلط الطورين، الحجم الحبيبي للطور الصلب، تغير قيم الأس الهيدروجيني PH، تركيز العنصر الملوث، تركيز عنصر الكالسيوم كعنصر منافس للمواقع المتاحة على الطور الصلب، النسبة v/m كنسبة تمثل حجم الطور المائي على كتلة الطور الصلب. تراوحت نسبة إزالة الرصاص من عينات المحاليل المائية المحضرة مخبرياً 91,57-99,95% وكانت أفضل الشروط للحصول على أعلى نسبة إزالة للرصاص كالتالي:

درجة حموضة تتراوح بين 6,63-10,11 وزمن خلط للطورين يصل إلى 60m وينسبة V/m تبلغ 1000. وتراوحت نسبة إزالة النحاس من عينات المحاليل المائية المحضرة مخبرياً 95,27-99,96% وكانت أفضل الشروط للحصول على أعلى نسبة إزالة للنحاس كالتالي:

درجة حموضة تتراوح بين 7,89-11,01 وزمن خلط للطورين يصل 60m وينسبة V/m تبلغ 1000. جرى تطبيق الشروط المثالية التي تم الحصول عليها مخبرياً على عينات مأخوذة من مياه الدخل لوحدة المعالجة في شركة مصفاة بانياس ومياه دريناج مأخوذة من الشركة السورية لنقل النفط فكانت نسبة الإزالة للرصاص (99,99%) وكانت نسبة إزالة النحاس (98,98%) .

الكلمات المفتاحية : معامل التوزع-الرصاص- النحاس- الفوسفات- العنصر المنافس-درجة الحموضة

*أستاذ في قسم الكيمياء- كلية العلوم - جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

**طالبة دراسات عليا (ماجستير)-قسم الكيمياء البيئية- المعهد العالي للبحوث البيئية-جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

Contribution in the removal Lead and Copper from industrial water by using natural Phosphate of Syria

Dr. Hisham Abazli*
Nora Ghafar**

(Received 14 / 5 / 2015. Accepted 16 / 9 /2015)

□ ABSTRACT □

The changes in coefficient of distribution of lead and copper has been studied in system with two phases, liquid water contaminated with lead and copper-solid (natural Phosphate of Syria) correlation of the following factors: Time of mixing phases, size of the developed steel ,change the values of PH ,concentration of elemental lead and concentration of element capper ,the concentration of calcium as a competitor to the occupation of sites available on the solid phase, the ratio V/m presents the water phase size on the mass of phase ,the Percentage removal of lead from aqueous samples prepared in the laboratory 91,57-99,95% were the best conditions for a vast proportion removed can be summarized as follows:

PH=[6,63-10,11], Time of mixing phases =60 minutes and $V/m=1000$.

The Percentage removal of copper from aqueous samples prepared in the laboratory 95,27 -99,96 % were the best conditions for a vast proportion removed can be summarized as follows:

PH= [7,89-11,01] , Time of mixing phases =60 minutes and $V/m=1000$.

Ideal conditions have been applied that were obtained according to laboratory tests on water samples from industrial input to Baniyas refinery and water samples from industrial drainage to Syrian company for oil transport after Removal for lead was(100%,99 %). Removal for copper was(100%,98 %).

Keywords: distribution coefficient, lead, copper, Phosphate, pH, concurrent element

* Professor at chemistry department , Faculty of Science , Tishreen University, Lattakia, Syria.

** Postgraduate Student, Environmental chemistry department, Higher institute for Environmental Research, Tishreen University ,Lattakia, Syria.

مقدمة:

أدى التطور السريع للصناعات المختلفة، بما فيها عمليات التعدين، وصناعة صقل السطوح وإنتاج الطاقة والنفط وصناعة الأسمدة والمبيدات وصناعة التطبيقات الكهربائية وغيرها إلى طرح النفايات في البيئة وتحرر المعادن السامة بشكل مباشر أو غير مباشر مما أدى إلى تلوث مكونات البيئة المختلفة [1] وقد أدت الزيادة الهائلة في استخدام المعادن الثقيلة على مدى العقود القليلة الماضية في نهاية المطاف إلى زيادة تدفق المواد المعدنية في البيئة حيث تثير العناصر الثقيلة قلقاً خاصاً لأنها تتراكم وغير قابلة للتحلل وقد ثبت أن التعرض لهذه الملوثات الموجودة في البيئة حتى بتركيز منخفض يمكن أن يكون ضاراً للإنسان [2] إذ تعد العناصر الثقيلة من أكبر الملوثات البيئية و تعرف بأنها تلك العناصر التي تزيد كثافتها على خمسة أضعاف كثافة الماء ولها تأثيرات سلبية على البيئة عند الإفراط في استخدامها وجميع هذه المعادن تشترك كثيراً في صفاتها الطبيعية إلا أن تفاعلاتها الكيميائية مختلفة [3-5] حيث يعتبر الرصاص أحد أنواع العناصر الثقيلة الخطيرة الملوثة للبيئة وله قابلية على التراكم خلال السلسلة الغذائية ونتيجة استخداماته الواسعة ومن خلال النشاطات البشرية فقد ازداد تركيز الرصاص وخصوصاً في النظام البيئي المائي [6-9] أما معدن النحاس فيعد أقل سمية من الرصاص ويعتبر من العناصر المغذية لكن عندما يتجاوز التركيز المسموح به يصبح ساماً نتيجة تداخله في تفاعلات البناء والهدم وبشكل أساسي التفاعلات الأنزيمية [10-12]. ونتيجة للأثر السمي التراكمي لعنصري الرصاص والنحاس على البيئة والإنسان ونتيجة للإستخدامات الواسعة للعناصر الثقيلة فقد أجريت دراسات عالمية مفصلة حول إزالة هذه العناصر من مياه الصرف الصناعي بطرائق عديدة كالترسيب الكيميائي والتبادل الأيوني والمعالجة الكهروكيميائية وتقنيات الأغشية والإمتزاز على الكربون الفعال وغيرها وبينت نتائج هذه الدراسات عدم جدوى الترسيب الكيميائي والمعالجة الكهروكيميائية في حال التراكيز المنخفضة فضلاً عن إنتاج كميات كبيرة من النفايات والتي تكون معالجتها أكثر صعوبة وأن طرائق التبادل الأيوني والأغشية الرقيقة والإمتزاز على الكربون الفعال مكلفة جداً وبالأخص عندما يراد معالجة كميات كبيرة من المياه ولهذا سعى الباحثون الى إيجاد طرائق عملية كإمتزاز أيونات المعادن على الكتل الحيوية والتي تتميز بشكل فعال بخاصية إحتجاز الأيونات من المحاليل معقدة التركيب وذات التمديد العالي والحجوم الكبيرة [1] فضلاً عن ذلك استخدمت المواد الطبيعية في إزالة المعادن الثقيلة كالعصار المعدني والبيريت والزيوليت وحققنت نتائج جيدة وأيضاً استخدمت الفوسفات الخام في إزالة الرصاص والنحاس من الأطوار المائية التي توجد فيها وحققنت نتائج عالية في الإزالة.

إن الفوسفات الخام هي مادة طبيعية تتكون أساساً من فوسفات ثلاثية الكالسيوم من أهم أنواعها فوسفات من أصل رسوبي - فوسفات من أصل ناري (أباتيت) - فوسفات الجوانو (مخلفات الطيور البحرية فوق الصخور الكلسية) ، توجد الفوسفات الخام في مناطق مختلفة من العالم وتحتل سوريا المرتبة الثالثة عالمياً وتتواجد بمناطق متعددة من الجمهورية العربية السورية منها السلسلة التدمرية ومنطقة الحماد والمنطقة الساحلية [13]. تملك الفوسفات الخام القدرة على إزالة الكثير من العناصر الثقيلة مثل (الرصاص، النحاس، الكادميوم، الزرنيخ) في مجال واسع من درجات ل PH [2] حيث أجريت دراسات كثيرة حول ذلك استخدمت فيها الفوسفات الخام من أماكن مختلفة من العالم بنجاح وكفاءة عالية وحددت الشروط المثلى لتنقية المياه من تلك المعادن باستخدام الفوسفات الخام [14-17].

ولهذا الغرض ومن أجل هذه الدراسة درست تغيرات معامل توزع النحاس والرصاص ونسبة إزالتها في منظومة ذات طورين سائل (مياه حاوية رصاص - نحاس) - صلب (الفوسفات الخام السورية).

تستخدم قيم معامل التوزع K_d لنمذجة سلوك العناصر في الأوساط الطبيعية شريطة قياسها فقط بين الأطوار الصلبة والأطوار المائية وتعكس هذه القيم تأثير العديد من الظواهر منها الإمتزاز الالكتروستاتيكي، الإنتقاط والتبادلات الكيميائية، ترسيب مركبات على الطور الصلب أو في الطور المائي وذلك عندما يكون تركيز العناصر عالياً أو الترسيب المتزامن (المشترك) عندما تكون العناصر اثر (تراكيز منخفضة جداً).

تتوقف قيم معامل التوزع على : [24]

- زمن خلط الطورين ، لتحديد الزمن التوازني لأعلى نسبة إزالة- الحجم الحبيبي للطور الصلب
- تغير قيم الأس الهيدروجيني PH وذلك لتحديد آلية انتقال العنصرين عند أعلى نسبة إزالة - تركيز العنصر الملوث
- تركيز عنصر الكالسيوم كعنصر منافس لاحتلال المواقع المتاحة على الطور الصلب - النسبة V/M تمثل حجم الطور المائي على كتلة الطور الصلب

تم إجراء هذا البحث في مخابر المعهد العالي لبحوث البيئة و المعهد العالي للبحوث البحرية وكلية العلوم وتم البدء بالعمل منذ الشهر السابع عام 2014 وتم الإنتهاء منه في الشهر الثالث من عام 2015.

أهمية البحث وأهدافه:

تتجسد أهمية هذا البحث بتخليص المياه الصناعية من الرصاص والنحاس والإحتفاظ بهما باستخدام منظومة طبيعية كمدافن مأمونة لخرن هذه العناصر وبالتالي عدم إنتاج نفايات والتي تكون معالجتها أكثر صعوبة وخاصة إذا كانت كميات المياه كبيرة إضافة إلى المساهمة في حماية البيئة والإنسان من تأثيراتها السامة وإمكانية الاستغناء عن الطرائق ذات الكلفة المرتفعة والابتعاد عن المواد الكيميائية واستبدالها بمنظومات طبيعية وبالتالي تطبيق مبادئ الكيمياء الخضراء ويتجسد الهدف الأساسي من هذا البحث في دراسة إمكانية استخدام الفوسفات الخام المتوافر طبيعياً بكميات كبيرة في سورية كمنظومة طبيعية تملك القدرة على إزالة الرصاص والنحاس من المياه الصناعية المتواجدة فيها للمساهمة في الحماية من تأثيراتها السامة.

طرائق البحث ومواد:

تم الحصول على عينات من الفوسفات الخام السورية من الشركة العامة للفوسفات وتم تزويدنا من قبل الشركة بالهوية الكيميائية لفوسفات منطقة خنيفيس بعد إجراء عدة تحاليل لها ضمن الشركة العامة للفوسفات.

الجدول (1) التركيب الكيميائي للفوسفات الخام السورية وفق تحليل الشركة العامة للفوسفات

P_2O_5	31-32%
CaO	48-50%
Fe_2O_3	0,1-0,2%
Al_2O_3	0,1-0,15%
MgO	0,5-0,7%
SiO_2	7,5-9%
F	2-4%
Cl	500-1200ppm

CO ₂	7-9%
L.O.I	7-8%
H ₂ O	2-4%
Cu	10-15 PPm
U	40-70 ppm
Cd	8-12 ppm
Pb	<2 ppm
Zn	140-200 ppm
Hg	<0,1 ppm
V	70-150 ppm
Ni	10-15 ppm
Bi	0,01-0,05 ppm

1-1- المواد الكيميائية المستخدمة في البحث:

- محلول قياسي لشوارد الرصاص من شركة Merk (1000ppm)
- محلول قياسي لشوارد النحاس من شركة Merk (1000ppm)
- محلول قياسي لشوارد الكالسيوم من شركة Merk (1000ppm)
- هيدروكسيد الليثيوم من شركة BDH عالي النقاوة
- حمض فوق كلور من شركة Merk بنقاوة 33%
- حمض كلور الماء المركز من شركة Merk بنقاوة 37%
- حمض الازوت المركز من شركة Merk بنقاوة 65%
- حمض الكبريت المركز من شركة Merk عالي النقاوة
- نترات الأمونيوم من شركة Merk
- مولبيدات الأمونيوم من شركة Merk
- أسيتون
- ماء ثنائي التقطير

1-2- الأجهزة المستخدمة في البحث:

- جهاز امتصاص ذري من نوع Varian موديل 220 يعمل بتقانة اللهب
- هزاز ميكانيكي
- فرن تجفيف من نوع Carbolite LMF3
- ميزان وزني حساس (UniBloc-SHIMADZU) مجال حساسيته (10mg-220g)
- جهاز قياس الحموضة (WTW-420-A-ORION)
- مناخل حبيبية قياسية
- زجاجيات (عبوات زجاجية مختلفة السعة -بياشر-ارلنماير -ماصات مدرجة-ورق ترشيح-قمع ترشيح)

2- طريقة العمل:**2-1- تعيين نسبة P₂O₅ في الفوسفات:**

تم تعيين نسبة P₂O₅ بطريقة الترسيب باستخدام محلول موليبيدات الأمونيوم حيث تم ترطيب 0.5 من الفوسفات وتهضمها بحمض الكبريت المركز ثم التمديد بالماء المقطر والتسخين لتحويل كامل P₂O₅ إلى الطور السائل ومن ثم ترشيح المحلول.

حضر محلول موليبيدات الأمونيوم (5g/60ml) ومحلول نترات الأمونيوم بتركيز (5g/60ml) كل على حدا، أخذ 50ml من محلول العينة وأضيف إلى هذا الحجم بضع قطرات من محلول نترات الامونيوم و 35ml من حمض الازوت المركز وسخن الناتج حتى الغليان ثم أضيف إلى هذا المحلول كامل محلول الموليبيدات المحضر فتشكل راسب أصفر وترك لمدة 24 ساعة حتى التبلور بشكل كامل ومن ثم ترشيح المحلول وغسل الراسب بمحلول نترات الأمونيوم ثم بالأسيتون وترك حتى الجفاف وبعدها تم تعيين وزن الراسب ومن ثم نسبة P₂O₅ في العينة.

2-2- تحديد الرطوبة:

أخذ 5g من عينة الفوسفات ووضعت في فرن التجفيف على الدرجة 250⁰ وسخنت حتى ثبات الوزن ومن فرق الوزن تم تعيين نسبة الرطوبة.

2-3- انحلالية الفوسفات:

تم أخذ 5g من الفوسفات الخام وإضافة محلول محضر من هيدروكسيد الليثيوم بدرجات مختلفة من القلوية وتم تحريك العينة مدة ساعة بعدها تم القيام بعملية ترشيح حيث أخذت الرشاحة وأضيف لها بضع قطرات من محلول الموليبيدات ومن تغير لون الرشاحة تم تعيين درجة PH التي تبدأ عندها الفوسفات بالانحلال.

2-4- تعيين معامل التوزع ونسبة الإزالة :

أخذ 5ml من محلول كل من العنصرين Cu وpb بتركيز C_i=20ppm وأضيف لهذا الحجم 0.5g من الفوسفات في أنابيب بولي إيثيلين سعة 15ml وتم ضبط قيم PH باستخدام محاليل مائية من HClO₄ وLiOH وتركت المحاليل مدة 24 ساعة في هزاز آلي ثم فصل الطور السائل وتم تعيين التركيز المتبقي من العنصر المستخدم C_f باستخدام تقانة الامتصاص الذري وتم تعيين معامل التوزع من العلاقة (1): [18]

$$K_d = \frac{C_i - C_f}{C_f} * \frac{V}{m} \quad (1)$$

حيث C_i : التركيز البدائي للعنصر الملوّث ؛ C_f: التركيز النهائي للعنصر الملوّث؛ V : حجم الطور المائي مقدراً بالميليلتر؛ m : كتلة الطور الصلب مقدرة بالغرام.
وتم تعيين نسبة الإزالة من العلاقة (2) :

$$q\% = \frac{C_i - C_f}{C_i} * 100 \quad (2)$$

النتائج والمناقشة:**1- تحديد نسبة P_2O_5 ونسبة الرطوبة:**

قمنا بتحديد نسبة P_2O_5 في عينة الفوسفات بالإضافة إلى تعيين نسبة الرطوبة فيها وذلك للتأكد من القيم المحددة من المصدر وقد بلغت نسبة P_2O_5 في العينة 31.9615% ونسبة الرطوبة 2.89% وهي مطابقة لما جاء في تحليل المصدر.

2- دراسة انحلالية الفوسفات الخام:

قمنا بتحديد درجة PH التي تبدأ عندها الفوسفات بالانحلال وجد من خلال هذه التجربة أن الفوسفات الخام مادة شبة عديمة الذوبان لوحظ فقط أنه بالأوساط شديدة القلوية فوق PH=11 تتحلل بنسبة صغيرة جدا.

3- دراسة تغيرات معامل التوزع:**1-3- دراسة تغيرات معامل توزع ونسبة الإزالة بتابعية زمن خلط الطورين:**

تم تعيين معامل التوزع باستخدام العلاقة (1) ونسبة الإزالة من العلاقة (2) بحيث توضح الجداول (1) و(2) والأشكال (1)-(2)-(3)-(4) تغيرات كل من معامل التوزع والنسبة المئوية للرصاص والنحاس بتابعية زمن خلط الطورين وذلك قبل عملية نخل الفوسفات الخام ضمن مناخل قياسية وعادة يحدد الزمن المطلوب للوصول الى حالة مستقرة من انتقال العنصر الأيوني من الوسط المائي إلى سطح الطور الصلب وهو الزمن الذي يعكس وصول حالة الامتزاز الى التوازن .

الجدول (2) تأثير الزمن على معامل توزع عنصر الرصاص

$$C_i=20\text{ppm} \quad T=25^\circ$$

$$\text{PH}=6,5 \quad V=5\text{ml} \quad m=0.5\text{g}$$

الزمن m	التركيز المتبقي ppm	معامل التوزع K_d	نسبة الإزالة %
5	0.70	275.71	96.5
10	0.62	312.5806	96.9
15	0.61	317.868	96.95
30	0.43	455.116	97.85
60	0.38	516.315	98.1
120	0.38	516.315	98.1
180	0.38	516.315	98.1

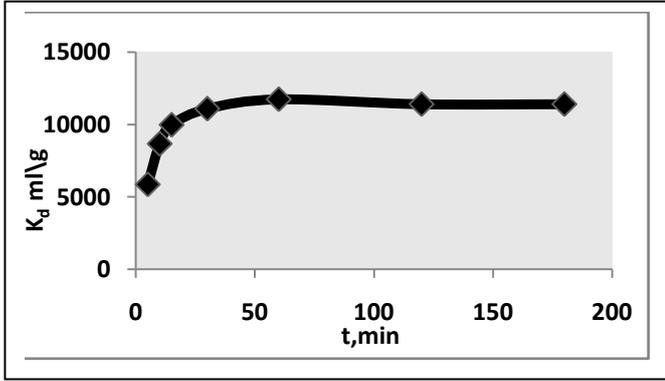
الجدول (3) تأثير الزمن على معامل توزع عنصر النحاس

$$C_i=20\text{ppm} \quad T=25^\circ$$

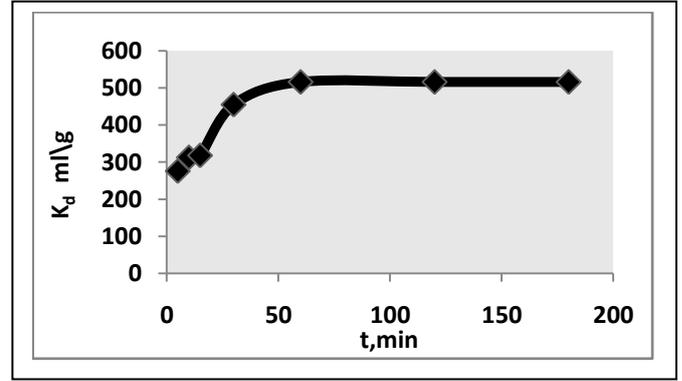
$$\text{PH}=6,5 \quad V=5\text{ml} \quad m=0.5\text{g}$$

الزمن m	التركيز المتبقي ppm	معامل التوزع K_d	نسبة الإزالة %
5	0.034	5872.35	99.83
10	0.023	8685.652	99.88
15	0.020	9990	99.90

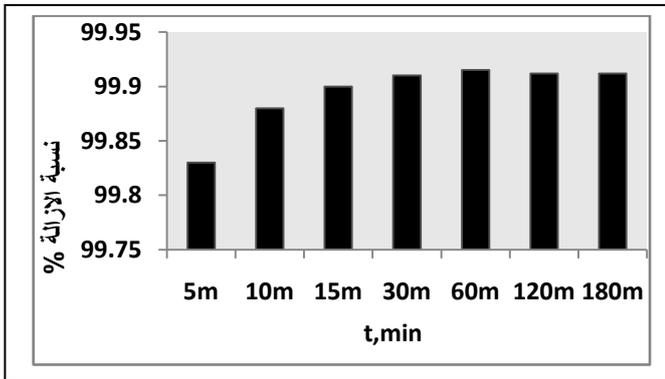
99.91	11101.11	0.018	30
99.915	11754.706	0.017	60
99.912	11418.57	0.0175	120
99.912	11418.57	0.0175	180



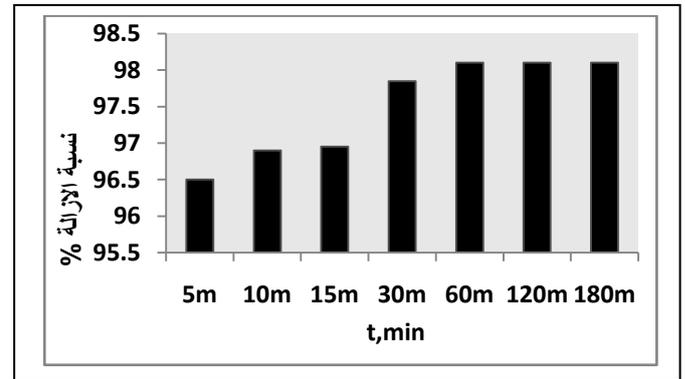
الشكل(2): تغيرات معامل توزع النحاس بتابعية زمن خلط الطورين
 $C_i=20\text{ppm}$ $T=25^\circ$
 $\text{PH}=6,5$ $V=5\text{ml}$ $m=0.5\text{g}$



الشكل(1): تغيرات معامل توزع الرصاص بتابعية زمن خلط الطورين الجدول
 $C_i=20\text{ppm}$ $T=25^\circ$
 $\text{PH}=6,5$ $V=5\text{ml}$ $m=0.5\text{g}$



الشكل(4): تغيرات نسبة إزالة النحاس بتابعية زمن خلط الطورين
 $C_i=20\text{ppm}$ $T=25^\circ$
 $\text{PH}=6,5$ $V=5\text{ml}$ $m=0.5\text{g}$



الشكل(3): تغيرات نسبة إزالة الرصاص بتابعية زمن خلط الطورين
 $C_i=20\text{ppm}$ $T=25^\circ$
 $\text{PH}=6,5$ $V=5\text{ml}$ $m=0.5\text{g}$

يلاحظ من هذه الأشكال أنه يمكن الوصول إلى الزمن التوازني الموافق لقيمة أعظمية لمعامل التوزيع الرصاص ومعامل توزع النحاس بعد خلط الأطوار لمدة 60 دقيقة حيث نلاحظ من الشكلين (1) و(2) أن قيمة معامل التوزيع تزداد بزيادة زمن المكوث وكلما ازداد الزمن ازدادت فرصة ارتباط أيونات الرصاص وأيونات النحاس بمواقع الارتباط حتى بلغت قيمة عظمى عند 60 دقيقة وبعد هذا الزمن لم يعد لزيادة زمن المكوث أي تأثير بسبب انشغال جميع مواقع

الارتباط المتاحة وانعكس ذلك في تشكيل عتبة مستقرة حيث بلغت نسبة إزالة الرصاص %98.1 بعد زمن توازني قدره 60 دقيقة ونسبة إزالة النحاس %99.91 بعد زمن توازني قدره 60 دقيقة.

وبإجراء التقييم الإحصائي لعلاقة معامل التوزع بزيادة زمن المكوث باستخدام برنامج التحليل الإحصائي الرياضي [Excel] (تحديد معامل الارتباط) وكما يتضح من الجدول (4) انه يوجد ارتباط بين زمن خلط الطورين ومعامل التوزع للرصاص والنحاس وان هذا الارتباط طردي ذو أهمية [25] أي تزداد قيمة معامل التوزع بزيادة زمن خلط الطورين.

الجدول (4) قيم معامل الارتباط - معامل التوزع مع الزمن

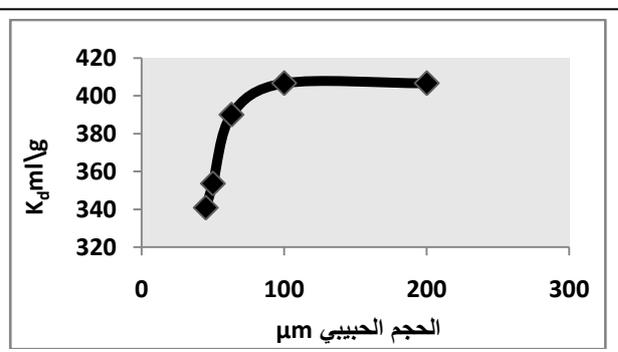
معامل الارتباط للرصاص	معامل الارتباط للنحاس
0.78	0.60

3-3-2- دراسة تغيرات معامل التوزع ونسبة الإزالة بتابعة الحجم الحبيبي:

توضح الجداول (5) و (6) والأشكال (5)-(6)-(7)-(8) تغيرات كل من معامل التوزع والنسبة المئوية للرصاص والنحاس بتابعة الحجم الحبيبي مقدراً وذلك عند زمن خلط 1 ساعة وتركيز ثابت لكل من الرصاص والنحاس قدره 20ppm وعند حجوم حبيبية مختلفة للفوسفات بحيث مررت الفوسفات عبر مناخل قياسية ذات حجوم حبيبية مختلفة.

الجدول (5) تأثير الحجم الحبيبي للفوسفات على معامل التوزع ونسبة الإزالة للرصاص

الحجم الحبيبي μm	التركيز المتبقي ppm	معامل التوزع K_d	نسبة الإزالة %
45	0.57	340.877	97.15
50	0.55	353.636	97.25
63	0.50	390	97.50
100	0.48	406.666	97.6
200	0.48	406.666	97.6

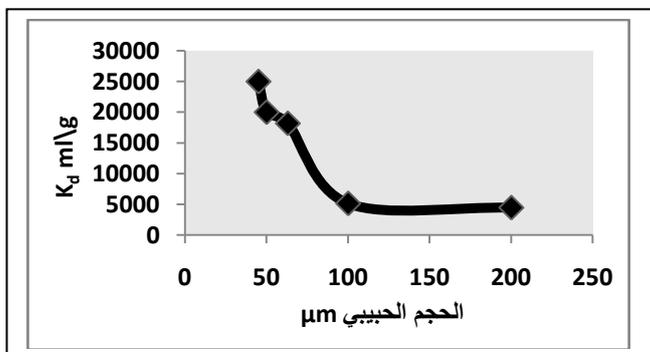


الشكل (5) تغيرات معامل توزع الرصاص بتابعة الحجم الحبيبي

$C_i=20\text{ppm}$ $v=5\text{ml}$ $m=0.5\text{g}$
 $\text{PH}=6.5$ $t=60\text{min}$ $T=25^\circ$

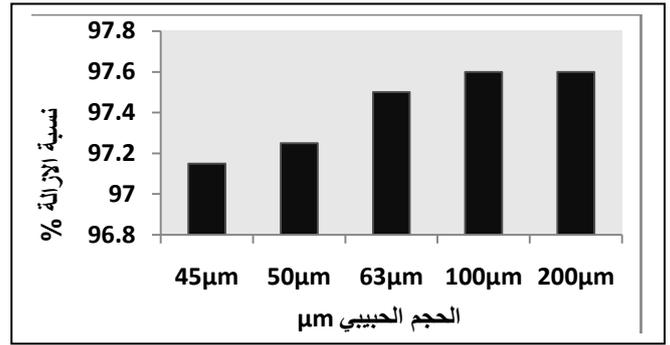
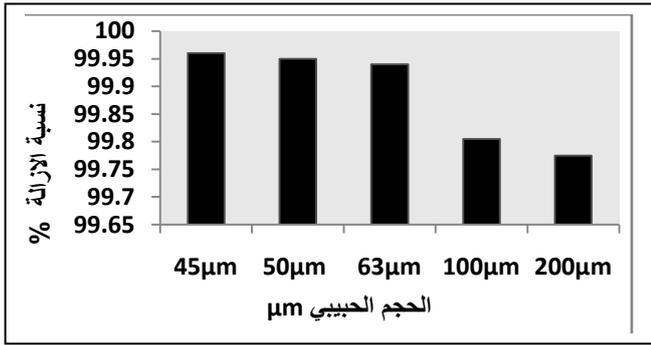
الجدول (6) تأثير الحجم الحبيبي للفوسفات على معامل التوزع ونسبة الإزالة للنحاس

الحجم الحبيبي μm	التركيز المتبقي ppm	معامل التوزع K_d	نسبة الإزالة %
45	0.008	24990	99.96
50	0.010	19990	99.95
63	0.011	18171.82	99.94
100	0.039	5118.205	99.805
200	0.045	4434.444	99.775



الشكل (6) تغيرات معامل توزع النحاس بتابعة الحجم الحبيبي

$C_i=20\text{ppm}$ $v=5\text{ml}$ $m=0.5\text{g}$
 $\text{PH}=6.5$ $t=60\text{min}$ $T=25^\circ$



الشكل (8) تغيرات نسبة إزالة النحاس بتابعة الحجم الحبيبي

$C_i=20\text{ppm}$ $v=5\text{ml}$ $m=0.5\text{g}$
 $\text{PH}=6.5$ $t=60\text{min}$ $T=25^{\circ}$

الشكل (7) تغيرات نسبة إزالة الرصاص بتابعة الحجم الحبيبي

$C_i=20\text{ppm}$ $v=5\text{ml}$ $m=0.5\text{g}$
 $\text{PH}=6.5$ $t=60\text{min}$ $T=25^{\circ}$

يبين الشكل (5) ازدياد معامل توزع الرصاص من 340ml/g عند الحجم الحبيبي 45μm ليصل إلى 406ml/g عند حجم حبيبي 200 μm بينما تكون نسبة الإزالة متقاربة كما يوضح الشكل (7) حيث تكون 97.15% عند حجم حبيبي 45μm لتصل إلى 97.6% عند حجم حبيبي 200μm.

بينما يظهر من الشكل (6) تناقص معامل التوزع للنحاس من 24990ml/g عند حجم حبيبي 45μm ليصل إلى 4344ml/g عند حجم حبيبي 200μm كما يبدي الشكل (8) تغيراً طفيفاً في نسبة الإزالة بتغير الحجم الحبيبي نلاحظ من هذه القيم المتقاربة لنسب الإزالة و لا يوجد اثر واضح لاختلاف حجم حبيبات الفوسفات الخام في فعالية إزالة النحاس والرصاص من المحلول وبالتالي يمكن اختيار أي حجم حبيبي من الحجم المدروسة وربما تشير هذه النتيجة إلى أن إزالة الرصاص والنحاس من المحلول بواسطة الفوسفات لا تتم عن طريق الامتزاز فقط الذي يتأثر بالسطح النوعي للفوسفات إذ يحتمل أن يتراقق الإمتزاز بظاهرة ترسيب أيضاً . وبإجراء التقييم الإحصائي لعلاقة معامل التوزع بتابعة الحجم الحبيبي وكما يتضح من الجدول (7) أنه يوجد ارتباط خطي طردي بين معامل توزع الرصاص وزيادة الحجم الحبيبي أي تزداد قيمة معامل توزع الرصاص بزيادة الحجم الحبيبي وارتباط خطي ذو أهمية مهم بين معامل توزع النحاس وزيادة الحجم الحبيبي لأن قيمة معامل الارتباط r قريبة من (-1) أي أن قيمة معامل توزع النحاس تزداد مع تناقص الحجم الحبيبي.

الجدول (7) قيم معامل الارتباط - معامل التوزع مع الحجم الحبيبي -

معامل الارتباط للنحاس	معامل الارتباط للرصاص
-0.83	0.73

3- دراسة تغيرات معامل توزع ونسبة الإزالة بتابعة درجة الحموضة:

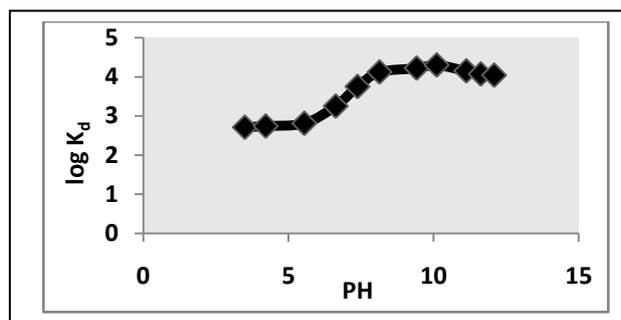
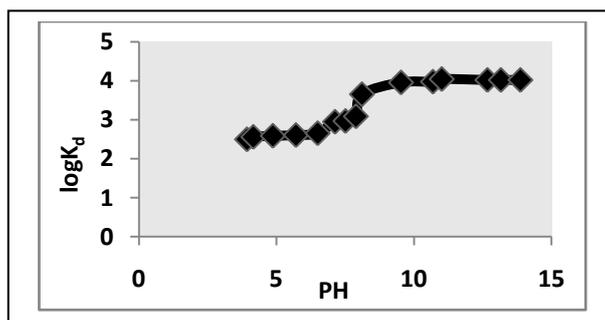
يوضح الجدول (8) و (9) والأشكال (9)-(10)-(11)-(12) تغيرات معامل توزع الرصاص والنحاس بتابعة PH_i عند زمن خلط 1 ساعة وذلك عند تركيز ثابت لكل من الرصاص والنحاس قدره 20PPm عند قيم مختلفة من PH_i.

الجدول (9) تأثير PH الوسط على كل من معامل التوزع ونسبة الإزالة للنحاس

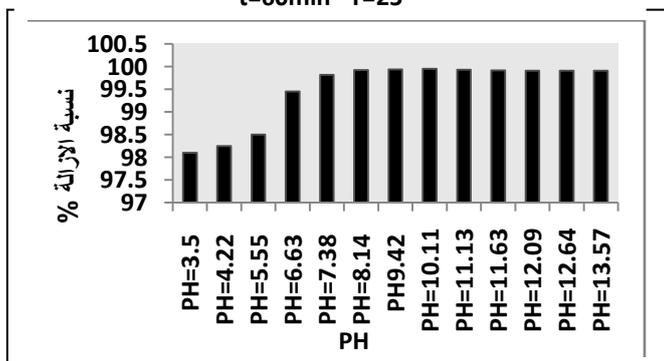
نسبة الإزالة %	log(K _d)	معامل التوزع K _d	التركيز المتبقي ppm	PH
96.95	2.502	317.86	0.61	3.93
97.34	2.563	365.939	0.532	4.16
97.50	2.591	390	0.50	4.87
97.60	2.609	406.66	0.48	5.71
97.84	2.656	452.963	0.432	6.5
98.90	2.95	899.09	0.22	7.13
98.95	2.97	942.38	0.21	7.51
99.19	3.090	1232.23	0.161	7.89
99.78	3.656	4535.45	0.044	8.11
99.89	3.958	9080.90	0.022	9.53
99.895	3.978	9513.81	0.021	10.69
99.91	4.045	11101.11	0.018	11.01
99.90	4.021	10516.32	0.019	12.67
99.90	4.021	10516.32	0.019	13.16

الجدول (8) تأثير PH الوسط على كل من معامل التوزع ونسبة الإزالة للرصاص

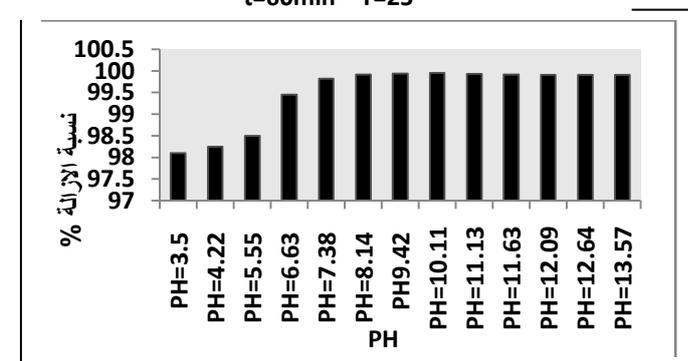
نسبة الإزالة %	log(K _d)	معامل التوزع K _d	التركيز المتبقي ppm	PH
98.1	2.71	516.315	0.38	3.5
98.25	2.74	561.428	0.35	4.22
98.5	2.81	656.66	0.30	5.55
99.45	3.25	1808.18	0.11	6.63
99.82	3.75	5704.28	0.035	7.38
99.92	4.12	13323.3	0.015	8.14
99.94	4.22	16656.6	0.012	9.42
99.95	4.30	19990	0.01	10.11
99.93	4.15	14275.7	0.014	11.13
99.915	4.07	1175.47	0.017	11.63
99.91	4.04	11101.11	0.018	12.09
99.91	4.04	11101.11	0.018	12.64
99.91	4.04	11101.11	0.0181	13.57



الشكل (10) تغيرات معامل توزع النحاس بتابعة ل PH
الحجم الحبيبي=200µm
C_i=20ppm v=5ml m=0.5g
t=60min T=25⁰



الشكل (9) تغيرات معامل توزع الرصاص بتابعة ل PH
الحجم الحبيبي=200µm
C_i=20ppm v=5ml m=0.5g
t=60min T=25⁰



الشكل (12) تغيرات نسبة إزالة النحاس بتابعة ل PH
الحجم الحبيبي=200µm
C_i=20ppm v=5ml m=0.5g
t=60min, T=25⁰

الشكل (11) تغيرات نسبة إزالة الرصاص بتابعة ل PH
الحجم الحبيبي=200µm
C_i=20ppm v=5ml m=0.5g
t=60min T=25⁰

نلاحظ من الشكلين (10) و (9) أن قيمة PH تؤثر بشكل كبير على قيمة معامل التوزع بحيث تزداد قيم معامل التوزع بزيادة PH ويعود السبب في ذلك إلى أنه بالأوساط القلوية يتجه هيدروكسيد الرصاص وهيدروكسيد النحاس للتسرب حيث نلاحظ أن معامل توزع الرصاص والنحاس يبدأ بالتزايد مع تزايد PH لأن هذه الزيادة تترافق مع تناقص تركيز البروتونات المنافسة أي ضمن الوسط الحمضي تمتز شوارد الهيدروجين وتحتل جزء من المواقع المتاحة للارتباط وهذا ما يفسر انخفاض نسبة إزالة الرصاص والنحاس في الأوساط الحامضية وتستمر قيم معامل التوزع بالزيادة حتى PH=11.63 للرصاص و PH=11.01 للنحاس وبعدها تنخفض نسبة الإزالة بشكل بسيط جداً يمكن تفسير ذلك بأن مجال ترسيب الرصاص على شكل هيدروكسيد (8.7-11) ومجال ترسيب النحاس على شكل هيدروكسيد هو (8-11) أي ضمن هذا المجال سوف تزداد قيم معامل التوزع لكن بعد تجاوز PH=11 يمكن أن ينحل الهيدروكسيد وتتناقص قيم معامل التوزع بالإضافة إلى أن الفوسفات في الأوساط شديدة القلوية تتحل بشكل بسيط جداً وهذا ما يفسر الانخفاض البسيط بمعامل التوزع. ويوضح الشكلين (11) و (12) نسب الإزالة بحيث نلاحظ من هذه النسب أنه يمكن إزالة الرصاص والنحاس من محاليلهما بواسطة الفوسفات بكفاءة عالية وعند درجات حموضة مختلفة .

وبإجراء التقييم الإحصائي لعلاقة معامل التوزع بتابعية ل PH وكما يتضح من الجدول (10) أنه يوجد ارتباط خطي طردي ذو أهمية بين معامل توزع الرصاص وزيادة قيمة ل PH وارتباط خطي طردي قوي بين معامل توزع النحاس وزيادة قيمة PH بحيث نلاحظ أن قيمة r تقترب بشكل كبير من 1 أي أن قيمة معامل التوزع تزداد بزيادة قيمة PH .

الجدول-10- قيم معامل الارتباط-معامل التوزع مع pH

معامل الارتباط للرصاص	معامل الارتباط للنحاس
0.60	0.91

3-4- دراسة تغير معامل التوزع بتابعية تركيز العنصر الملوث:

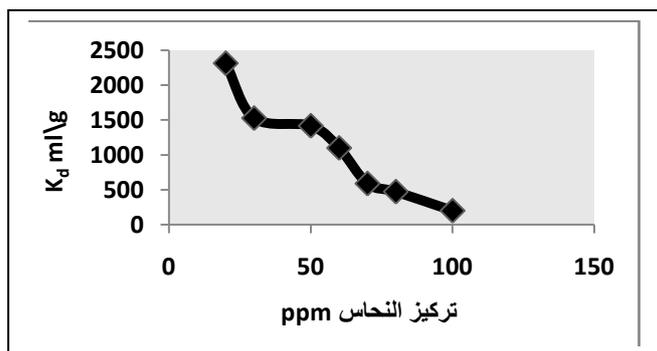
توضح الجداول (12) و (11) والأشكال (13)-(14)-(15)-(16) تغيرات معامل التوزع للرصاص والنحاس بتابعية تركيز العنصر الملوث نفسه عند تراكيز مختلفة لكل من الرصاص والنحاس تعطي هذه الدراسة تصوراً موضوعياً عن عدد المواقع المتاحة على سطح الطور الصلب.

الجدول (12) تأثير التركيز الابتدائي للنحاس على معامل التوزع ونسبة الإزالة

تركيز الرصاص ppm	التركيز المتبقي ppm	معامل التوزع K_d	نسبة الإزالة %
20	0.38	516.315	98.1
30	0.63	466.190	97.9
50	1.22	399.83	97.56
60	1.53	382.156	97.45
70	2.61	258.199	96.91
80	3.87	196.71	95.16
100	8.43	108.623	91.57

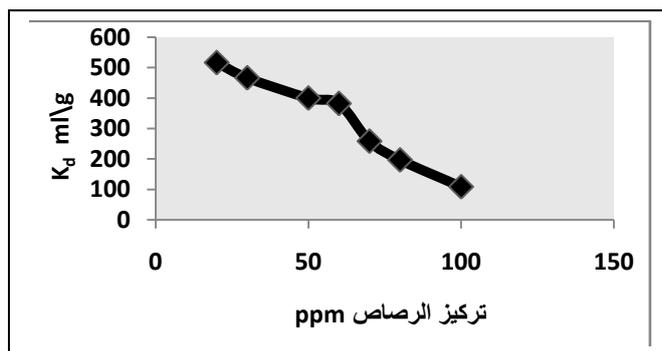
الجدول (11) تأثير التركيز الابتدائي للرصاص على معامل التوزع ونسبة الإزالة

تركيز الرصاص ppm	التركيز المتبقي ppm	معامل التوزع K_d	نسبة الإزالة %
20	0.086	2315.581	99.57
30	0.195	1528.462	99.35
50	0.35	1418.571	99.3
60	0.54	1101.11	99.1
70	1.116	590.77	98.40
80	1.650	474.84	97.93
100	4.725	201.64	95.27



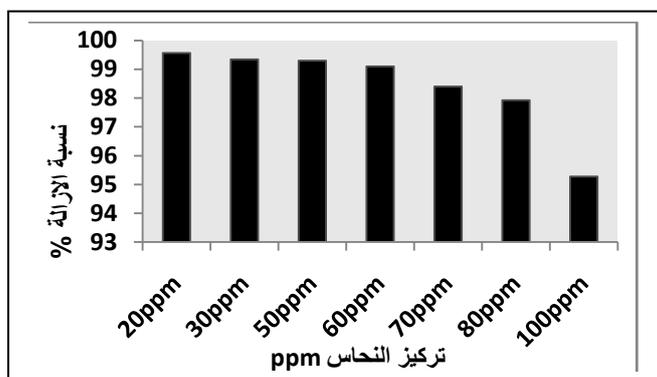
الشكل (14) تغيرات معامل توزع النحاس بتابعية تركيز العنصر الملوث

الحجم الحبيبي=200µm
 $m=0.5g$ $v=5ml$ $C_i=20ppm$
 $T=25^{\circ}$ $t=60min$ $PH=7.51$



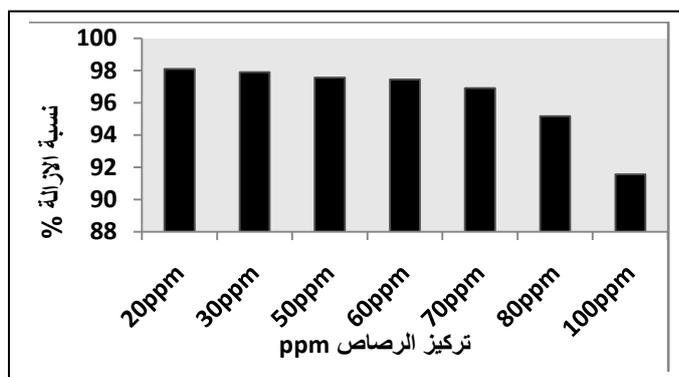
الشكل (13) تغيرات معامل توزع الرصاص بتابعية تركيز العنصر الملوث

الحجم الحبيبي=200µm
 $m=0.5g$ $v=5ml$ $C_i=20ppm$
 $T=25^{\circ}$ $t=60min$ $PH=7.38$



الشكل (16) تغيرات نسبة ازالة النحاس بتابعية تركيز العنصر الملوث

الحجم الحبيبي=200µm
 $m=0.5g$ $v=5ml$ $C_i=20ppm$
 $T=25^{\circ}$ $t=60min$ $PH=7.51$



الشكل (15) تغيرات نسبة ازالة الرصاص بتابعية تركيز العنصر الملوث

الحجم الحبيبي=200µm
 $m=0.5g$ $v=5ml$ $C_i=20ppm$
 $T=25^{\circ}$ $t=60min$ $PH=7.38$

يبين الشكلين (13) و(14) أن معامل التوزع يتناقص مع زيادة تركيز عنصر الرصاص وعنصر النحاس بحيث يقل عدد مواقع الارتباط المتاحة على الطور الصلب وبالتالي كلما مددنا الطور المائي الملوث سوف تزداد قيم معامل التوزع و يمكن تفسير ذلك بأن ضمن الأطوار الممددة سوف تزداد إمكانية ارتباط الرصاص والنحاس بالمواقع المتاحة للفوسفات هذا ما يؤدي إلى ارتفاع قيمة معامل التوزع مما يؤكد على أهمية ضبط تركيز العنصر الملوث قبل البدء بعملية التنقية والترشيح .

وبإجراء التقييم الإحصائي لعلاقة معامل التوزع بتابعية تركيز العنصر الملوث وكما يتضح من الجدول (13) أنه يوجد ارتباط خطي عكسي قوي بين معامل توزع الرصاص وزيادة تركيز العنصر الملوث وارتباط خطي عكسي قوي بين معامل توزع النحاس وزيادة تركيز العنصر الملوث بحيث نلاحظ أن قيمة r لكلا العنصرين تقترب بشكل كبير من (-1) أي أن قيمة معامل التوزع تزداد كلما تناقص تركيز العنصر الملوث.

الجدول (13) قيم معامل الارتباط- معامل التوزع مع تركيز العنصر الملوث-

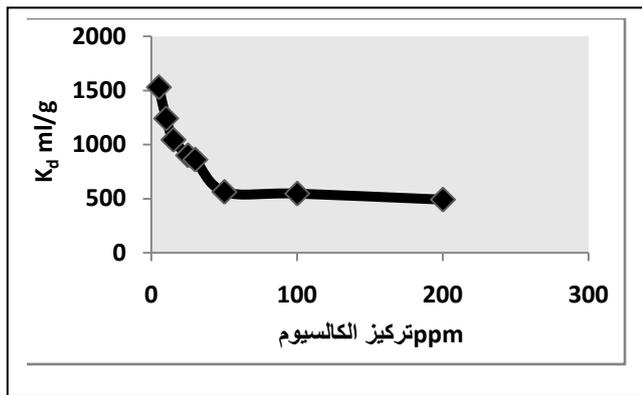
معامل الارتباط للنحاس	معامل الارتباط للرصاص
-0.96	-0.980

3-5- دراسة معامل التوزع ونسبة الإزالة بدلالة تركيز العنصر المنافس:

توضح الجداول (14) و (15) والأشكال (13)-(14)-(15)-(16) دراسة تغيرات معامل توزع الرصاص والنحاس بتابعة العنصر المنافس الكالسيوم حيث استخدم محلول عياري للكالسيوم بتركيز 1000PPm من أجل تحضير التراكيز المطلوبة من الكالسيوم كعنصر منافس.

الجدول (15) تأثير تركيز الكالسيوم على معامل التوزع ونسبة الإزالة للنحاس

نسبة الإزالة %	معامل التوزع k_d	التركيز المتبقي ppm	تركيز الكالسيوم ppm
99.35	1528.462	0.13	5
99.2	1240	0.16	10
99.05	1042.632	0.19	15
98.9	899.0909	0.22	25
98.85	859.565	0.23	30
98.25	561.4289	0.35	50
98.2	545.5556	0.36	100
98	490	0.40	200

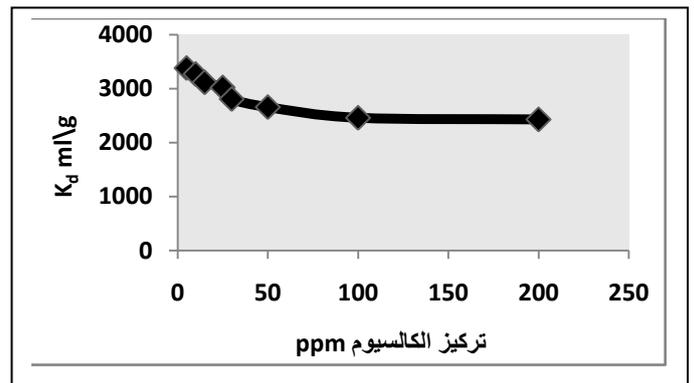


الشكل (18) تغيرات معامل توزع النحاس بتابعة تركيز الكالسيوم

الحجم الحبيبي = 200 μ mm=0.5g v=5ml $C_i=20$ ppmT=25⁰ t=60min PH=7.51

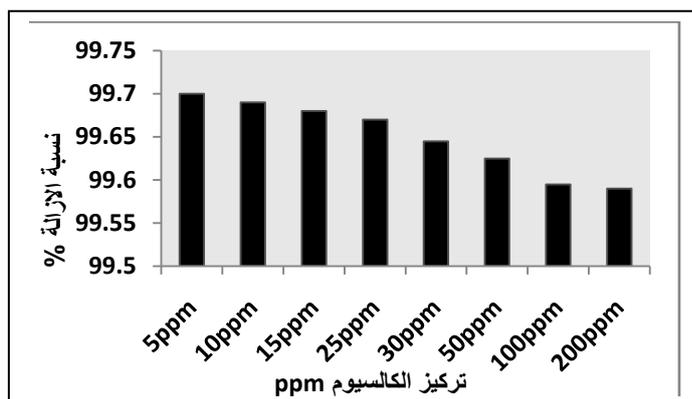
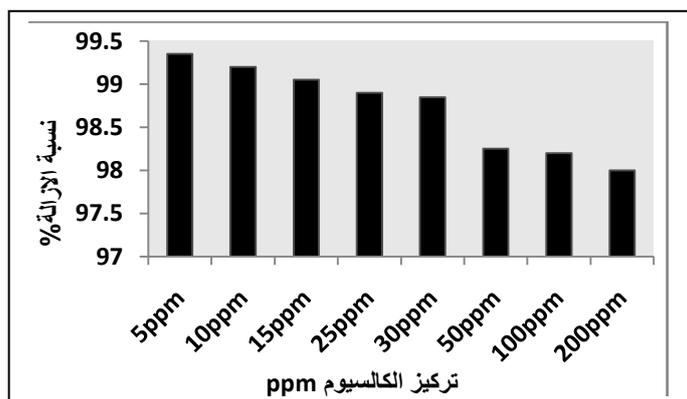
الجدول (14) تأثير تركيز الكالسيوم على معامل التوزع ونسبة الإزالة للرصاص

نسبة الإزالة %	معامل التوزع k_d	التركيز المتبقي ppm	تركيز الكالسيوم ppm
99.7	3379	0.059	5
99.69	3268.688	0.061	10
99.68	3115	0.064	15
99.67	3020.303	0.066	25
99.645	2806.901	0.071	30
99.625	2656.666	0.075	50
99.595	2459.136	0.081	100
99.59	2429.024	0.082	200



الشكل (17) تغيرات معامل توزع الرصاص بتابعة تركيز الكالسيوم

الحجم الحبيبي = 200 μ mm=0.5g v=5ml $C_i=20$ ppmT=25⁰ t=60min PH=7.38



الشكل (20) تغيرات النسبة المئوية لإزالة النحاس بتابعة تركيز الكالسيوم
الحجم الحبيبي = 200µm
m=0.5g v=5ml C_i=20ppm
T=25° t=60min PH=7.51

الشكل (19) تغيرات النسبة المئوية لإزالة الرصاص بتابعة تركيز الكالسيوم
الحجم الحبيبي = 200µm
m=0.5g v=5ml C_i=20ppm
T=25° t=60min PH=7.38

يبين الشكلين (18) و(17) أن قيم معامل التوزع تتناقص بشكل صغير مع تزايد تركيز عنصر الكالسيوم حيث أن التركيز المنخفض من عنصر الكالسيوم لم يؤثر بشكل كبير في نسبة إزالة الرصاص والنحاس من المحلول و التراكيز المرتفعة أدت إلى خفض تركيز الرصاص وتركيز النحاس المزال من المحلول بنسبة صغيرة ويعود السبب في ذلك الانخفاض إلى أن ازدياد تركيز عنصر الكالسيوم في المحلول أدى إلى خفض مواقع الارتباط على الفوسفات ومنافسة الرصاص والنحاس على هذه المواقع حيث أدى وجود الكالسيوم في المحلول إلى خفض نسبة إزالة النحاس أكثر من الرصاص ويعود السبب في ذلك إلى أن تأثير Ca^{2+} يتعلق بعاملين أساسيين [26]
- طاقة الإمهاة للأيونات الموجودة في المحلول حيث أن ازدياد طاقة الإمهاة تؤدي إلى تناقص القدرة التنافسية
- نصف القطر الأيوني للأيونات المميهة

الجدول 16- أنصاف الأقطار الأيونية وطاقة الإمهاة لبعض الأيونات :

الأيون	نصف القطر الأيوني A^0	نصف القطر الأيوني A^0	طاقة الإمهاة kJ/mol
Cu^{2+}	0.82	4.19	-2084
Pb^{2+}	1.32	4.01	-1495
Ca^{2+}	0.99	4.2	-1677

ونلاحظ من الشكلين (20) و(19) أن نسب إزالة الرصاص والنحاس كانت عالية عند تراكيز مختلفة من الكالسيوم وكانت أعلى نسبة لإزالة للنحاس 99.35% وأعلى نسبة لإزالة لرصاص 99.7% عند تركيز للكالسيوم بلغ 5ppm .

وبإجراء التقييم الإحصائي لعلاقة معامل التوزع بتابعية تركيز عنصر الكالسيوم وكما يتضح من الجدول (17) أنه يوجد ارتباط خطي عكسي قوي جداً بين معامل توزع الرصاص وزيادة تركيز عنصر الكالسيوم وارتباط خطي عكسي ذو أهمية بين معامل توزع النحاس وزيادة تركيز عنصر الكالسيوم أي أن قيمة معامل التوزع للرصاص والنحاس بتداد بتناقص تركيز عنصر الكالسيوم.

الجدول-17-قيم معامل الارتباط-معامل التوزع مع تركيز الكالسيوم

معامل الارتباط للرصاص	معامل الارتباط للنحاس
-0.82	-0.73

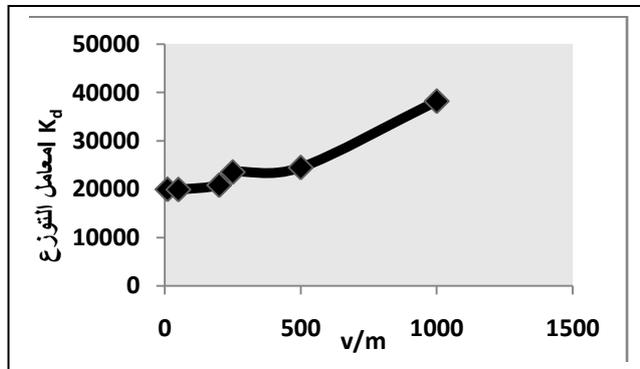
6-1- دراسة تغير معامل التوزع ونسبة الإزالة بتابعية النسبة v/m :

توضح الجداول (18) و (19) والأشكال (17)-(18)-(19)-(20) دراسة تغيرات معامل توزع الرصاص والنحاس بتابعية v/m عند زمن خلط طورين 1 ساعة وتركيز عنصر ملوث 20ppm حيث تم في هذه التجربة أخذ كميات مختلفة من الفوسفات الخام وخلطها مع 200ml من المحلول فوجد أن نسبة الإزالة تزداد مع زيادة كمية الفوسفات المستخدمة.

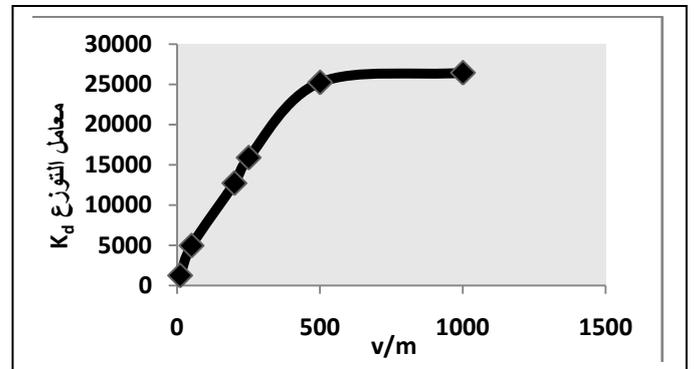
الجدول (18) تأثير تغير النسبة v/m على معامل التوزع ونسبة الإزالة للرصاصالجدول (19) تأثير تغير النسبة v/m على معامل التوزع ونسبة الإزالة للنحاس

نسبة الإزالة %	معامل التوزع K_d	التركيز المتبقي ppm	نسبة v/m
99.95	19990	0.01	10
99.81	19950	0.05	50
99.45	20852	0.11	200
99.10	23559	0.21	250
98.45	24500	0.40	500
96.1	38215	0.51	1000

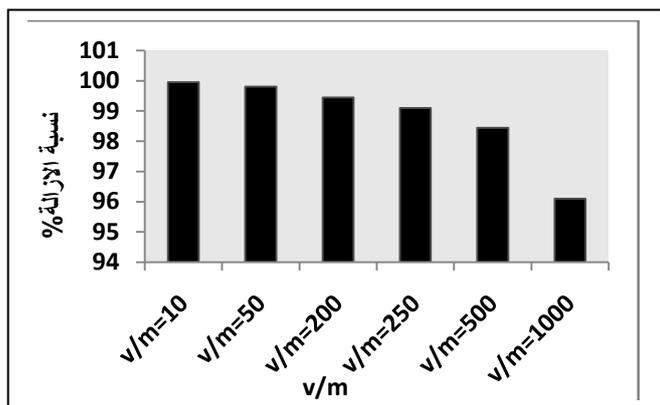
نسبة الإزالة %	معامل التوزع K_d	التركيز المتبقي ppm	نسبة v/m
99.2	1240	0.16	10
99	4950	0.20	50
98.80	12703	0.31	200
98.45	15879	0.33	250
95.85	25223	0.83	500
95.45	26423	0.87	1000



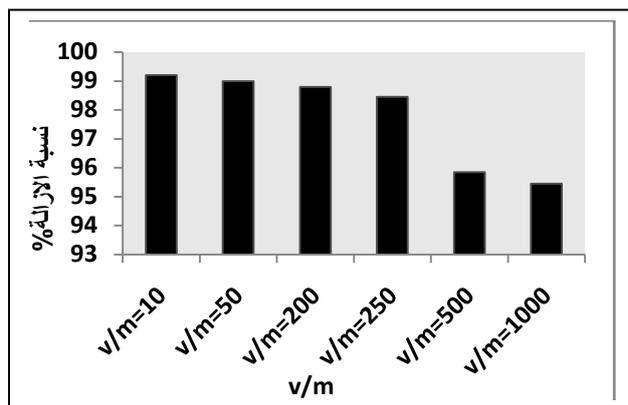
الشكل(22) تغيرات معامل توزع النحاس بتابعية v/m
الحجم الحبيبي=200 μ m
 $C_i=20$ ppm $v=200$ ml
PH=7.51 $t=60$ min $T=25^0$



الشكل(21) تغيرات معامل توزع الرصاص بتابعية v/m
الحجم الحبيبي=200 μ m
 $C_i=20$ ppm $v=200$ ml
PH=7.38 $t=60$ min $T=25^0$



الشكل(24) تغيرات النسبة المئوية لإزالة النحاس بتابعةية v/m
 الحجم الحبيبي=200 μ m
 $C_i=20$ ppm $v=5$ ml
 PH=7.51 $t=60$ min $T=25^\circ$



الشكل(23) تغيرات النسبة المئوية لإزالة الرصاص بتابعةية v/m
 الحجم الحبيبي=200 μ m
 $C_i=20$ ppm $v=200$ ml
 PH=7.38 $t=60$ min $T=25^\circ$

نلاحظ من الأشكال (23) و(24) أن أداء المنظومة جيد عند كافة النسب المدروسة لكن في هذه الدراسة لانكتفي بالجانب البيئي فحسب وإنما يجب ربط الجانب البيئي بالجانب الاقتصادي فنلاحظ ان عند النسبة $v/m=1000$ كانت نسبة الإزالة لكلا العنصرين عالية لذلك يمكن اختيار هذه النسبة بحيث تم ربط الجدوى البيئية مع الجدوى الاقتصادية وهذا يتطابق مع مبادئ الكيمياء الخضراء.

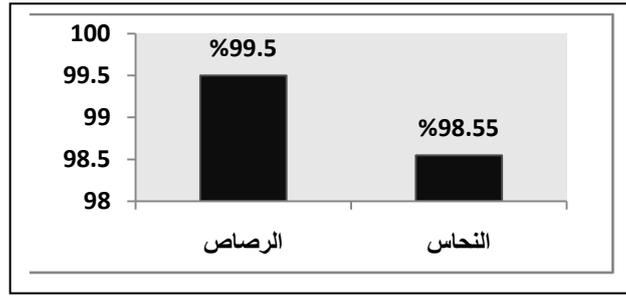
الجدول (20) قيم معامل الارتباط-معامل التوزع مع v/m

معامل الارتباط للنحاس	معامل الارتباط للرصاص
0.96	0.88

وبإجراء التقييم الإحصائي لعلاقة معامل التوزع بتابعةية v/m وكما يتضح من الجدول (20) أنه يوجد ارتباط خطي طردي ذو أهمية بين معامل توزع الرصاص ونسبة v/m وارتباط خطي طردي قوي بين معامل توزع النحاس والنسبة v/m .

4- دراسة الظاهرة التنافسية:

تم تحضير محلول حاوي على الرصاص بتركيز 20ppm وعلى النحاس بتركيز 20ppm وتم تطبيق الشروط التي تم الحصول عليها للرصاص والنحاس لدراسة الظاهرة التنافسية



الشكل (25) النسبة المئوية المزالة للرصاص والنحاس- الظاهرة التنافسية

الحجم الحبيبي=200µm

C_i=20ppm, v=200ml, m=0.2gPH=7.38, t=60min, T=25⁰ v/m=1000

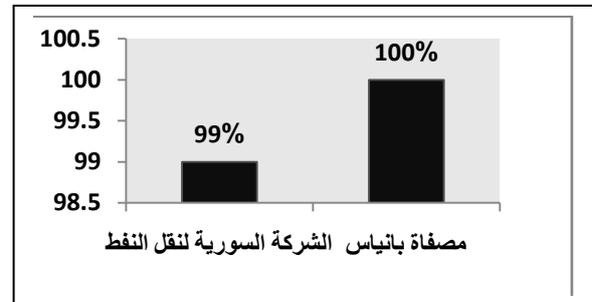
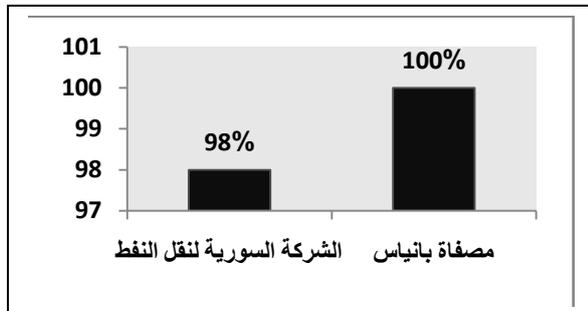
تظهر نتائج هذه التجربة كما نرى من الشكل (25) أن نسبة إزالة الرصاص أكبر من نسبة إزالة النحاس حيث استطاعت شوارد الرصاص احتلال المواقع المتاحة للارتباط بشكل أكبر من شوارد النحاس ويعزى السبب في ذلك كما ذكرنا سابقاً لطاقة الإمارة ونصف القطر الأيوني المميه حيث أن طاقة إمارة النحاس أكبر من طاقة إمارة الرصاص وهذا يجعل القدرة التنافسية للنحاس قليلة.

5- استخدام الطريقة المقترحة لإزالة الرصاص والنحاس من مياه الصرف الصناعي:

الجدول (22) تركيز النحاس والرصاص والكالسيوم في عينات المياه الصناعية ودرجة حموضتها

مصدر العينة	تركيز الرصاص	تركيز النحاس	تركيز الكالسيوم	PH
مياه دخل حوض بيولوجي مصفاة بانياس	14.50 ppm	4.14ppm	22.1ppm	8.1
مياه دريناج الشركة السورية لنقل النفط	16.70ppm	5.17ppm	24.7ppm	8.99

جرى تطبيق الشروط المثالية التي تم الحصول عليها وفق التجارب المخبرية للرصاص والنحاس (1 ساعة وحجم حبيبي 200 ونسبة v/m=1000) ودرجة الحموضة نفس درجات حموضة العينات لأنها تقع ضمن الدرجات المثلى لإزالة الرصاص وإزالة النحاس على عينات من مياه دخل مصفاة بانياس و مياه دريناج الشركة السورية لنقل النفط فكانت النتائج كما هي مبينة في الشكل (27) والشكل (28) .



الشكل (27) النسبة المئوية المزالة من الرصاص في عينات المياه الصناعية

الحجم الحبيبي=200µm

v=200ml, m=0.2g

الحجم الحبيبي=200µm

v=200ml, m=0.2g

نلاحظ من الشكل (27) أن نسبة الإزالة للرصاص 99% في عينة الشركة السورية لنقل النفط و 100% في عينة مياه دخل مصفاة بانياس وللنحاس 98% في عينة الشركة السورية لنقل النفط و 100% في مياه دخل مصفاة بانياس وتراكيز الكالسيوم لم تؤثر بشكل واضح على إزالة الرصاص والنحاس .
نرى من النتائج السابقة أن العينات المستخدمة من الفوسفات الخام السورية تعطي نتائج مهمة وفعالة في تنقية الأطوار المائية من الرصاص والنحاس .

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها خلال البحث تبين الآتي:

- تعد الطريقة المقترحة ناجحة لإزالة الرصاص والنحاس من المحاليل المائية وتعتبر حل بيئي آمن لمشكلة وجود الرصاص والنحاس في الصرف الصناعي حيث كانت الشروط المثلى للحصول على أعلى نسبة إزالة للرصاص بواسطة الفوسفات كالتالي زمن خلط الطورين 60m ودرجة حموضة تتراوح بين 6,63-10,11 واختيار أي حجم حبيبي من سلسلة الحجوم المدروسة وبنسبة من v/m تبلغ 1,000, وكانت الشروط المثلى للحصول على أعلى نسبة إزالة للنحاس عند زمن خلط طورين 60m ودرجة حموضة تتراوح بين 7,89-11,01 واختيار أي حجم حبيبي من سلسلة الحجوم الحبيبية للفوسفات الخام وبنسبة من v/m تبلغ 1,000.
- إن عملية إزالة الرصاص والنحاس من المحاليل المائية بواسطة الفوسفات الخام السورية تعكس ظاهرتين هما الترسيب والإمتزاز .

- إن الزيادة في تركيز الكالسيوم تؤدي إلى انخفاض معامل التوزع.

- إن الفوسفات الخام السورية تتحل بشكل صغير في الأوساط شديدة القلوية أي $PH > 11$.

التوصيات :

نرى من خلال النتائج السابقة أنه يمكن اقتراح الفوسفات الخام السورية كحل بيئي آمن لتنقية الأطوار المائية من الرصاص والنحاس وذلك بعد ضبط المعاملات التشغيلية 0

المراجع :

- [1]- وهبة، هند؛ المصري، محمد ؛ عباسي، سونيا. إزالة الكروم من مياه الصرف الناتجة عن دباغة الجلود باستخدام البيبلون الحليبي، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، العدد الثاني، 2009، 51-53.
- [2]- باهر القدور، محمد؛ العبدلله، عمر. إزالة الكاديوم من المحلول المائي بالصخر الفوسفاتي الناعم ضمن ظروف النظام الديناميكي، المجلة الأردنية في العلوم الزراعية، المجلد 9، العدد 3، 2014، 427-437.
- [3]- شاكر، عبد الجبار احمد تقدير. كفاءة الطحليين *Nostoc linckia* و *Oscillatoria limosa* في إزالة بعض العناصر الثقيلة من مياه الفضلات في محطة طاقة الناصرية، مجلة أبحاث البصرة العمليات، العدد 34، 2008، ص 15.
- [4]- صباحي، أنغام عمير؛ حسن، إسراء عبد علي. إزالة سمية عنصري الرصاص والزنك باستخدام جرثومة *Pseudomonaaeruginosa* مختبريا، مجلد 24، عدد 1، 2006، ص 105-106.

[5]- Jarup ,I. *Hazards of heavy metal contamination*. British Medical Bulletin, Vol 68, 2003, 167–182.

[6]- عبد السادة ذجر، لمياء؛ ثامر حسين، هبة؛ حمزة حمود، أمل؛ سعدي ناجي، هاني؛ عبد الوهاب

حسام، بان؛ عيال حمدان، غنية. معالجة المياه الملوثة صناعيا بالرصاص باستخدام الهائم الحيواني *Philodina Roseola* كمرشح بيولوجي. مجلة كلية التربية الأساسية. العدد 72، 2011، 753-754.

[7]- الطحلاوي، محمد رجائي جودة. المعادن والصخور الضارة بالبيئة مجلة أسيوط للدراسات البيئية. العدد 31

2007 ص 104، 108.

[8]- شهيبي، نضال طالب دراسة تأثير سمية خلاص الرصاص على خلايا الكبد وأنزيمي ال (*GpT , Got*)

في الفئران البيض. مجلة واسط للعلوم والطب المجلد 5، العدد 1، 2012، ص 2.

[9]- Kamala, K. & Kumar, B. *lead toxicity*. Indian Pediatr. 35, 2006, 209–219.

[10]- مهدي عبود، فلاح. اثر الجهد البدني في تركيز عنصر النحاس والضغط الدموي في الدم. مجلة علوم

التربية الرياضية. العدد 8، المجلد 1، 2008، ص 1-9.

[11]- بن جابر، سالم. النحاس ودوره في صحة الإنسان. جريدة الرياض، العدد 13482، 2005، ص 8.

[12]- احمد، وفاء عبد الأمير. تأثير الري بمياه المخلفات الصناعية في محتوى النحاس والرصاص في النبات

وجاهزيتها في التربة. مجلة أبحاث البصرة العلمية، العدد 38، 2012، الصفحة 53.

[13]- احمد سعيد، ابراهيم. الفوسفات السورية ودورها بالتنمية الاقتصادية. مجلة جامعة دمشق، المجلد 26، العدد

الثالث والرابع، 2010، 755-780.

[14]-Saxena,S;Souza, S.F. D. *Heavy Metal Pollution Abatement Using Rock Phosphate Mineral*. Heavy metal pollution using *Founder's Day Special Issue*, 2005 ,94-99.

[15]-Sarioglu,M; Atay,U.A. *Removal of copper from aqueous solution by phosphate rock*. Desalination 181, 2005, 303-311.

[16]-Mouflih,M;Aklil,A. *Removal of lead from aqueous solution by natural phosphate* Hydrometallurgy 81, 2006, 219-225.

[17]-Biling,W;Zhengmiao.X;Jianjun,C; Juntao1,J; Qiufeng,S. *Effects of field application of phosphate fertilizers on the availability and uptake of lead, zinc and cadmium by cabbage (Brassica chinensis L.) in a mining tailing contaminated soil*. Journal of Environmental Sciences , 20 , 2008 , 1109–1117.

[24]- شاهين، هيثم؛ غفر، محمد؛ ابراهيم، قينان. تقييم بعض العوامل المؤثرة على امتزاز الكاديوم، النحاس،

الرصاص والحديد، مجلة جامعة تشرين - العلوم الهندسية، مجلد 28، عدد 1، 2006.

[25]- محمد، امانى موسى. التحليل الإحصائي للبيانات، الطبعة الأولى، مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث

في العلوم الهندسية، جامعة القاهرة - مصر، 2007، ص 64.

[26]- راهب، ابراهيم سليمان، سميرة فياض، مجد محمد. إزالة النيكل من المحاليل المائية ودراسة تأثير

العوامل المختلفة على ذلك باستخدام الخامات الزيوليتية الطبيعية السورية رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة

تشرين، 2014، ص 18.