# دراسة تقييم كفاءة امتزاز الرمل الحر للتخلص من بعض العناصر الثقيلة السامة (النحاس - الرصاص)

# A STUDY TO EVALUATE THE ADSORPTION EFFICIENCY OF FREE SAND TO GET RID OF SOME TOXIC HEAVY METALS (COPPER – LEAD)

**[1]* عبد العاطي مفتاح أبونخلة , [1] أحمد إبراهيم أبوسلطان , [2] ربيع مصطفى أبوراوي**

[1] قسم الكيمياء , كلية العلوم , الجامعة الأسمرية الإسلامية , زليتن - ليبيا
[2] قسم الكيمياء , كلية التربية , جامعة المرقب , الخمس - ليبيا
[*] لمراسلة المؤلف: *a.abonakhla@asmarya.edu.ly*

## المستخلص

تناولت الدراسة مقدمة عن طريقة التنقية وإزالة سمية العناصر الثقيلة ، وهي الرصاص والنحاس كونها أكثر العناصر السامة ، ثم الحصول على نوع متميز من الرمل والبنتونايت من محجر بالقرب من مصنع إسمنت المرقب بمدينة الخمس حيث استخدمت طريقة الدفعات (Batch Extraction) وفيه أخذ 2.0 جم من الرمل عند رقم هيدروجيني PH في زمن ثابت لغرض الحصول على أحسن الظروف التجريبية لإزالة العنصر الثقيل ثم حساب كفاءة الازالة و Kd (معدل التوزيع) للعناصر الثقيلة اتضح أن أفضل الظروف كانت عند (PH=5) وأن عامل الزمن ليس له دور كبير حيث أن الفترة الزمنية للإزالة تصل إلى ساعتين ، وبالنسبة لترتيب السحب كما يلي كانت الخلاصة من 61.40 % إلى 97.36% لأيون الرصاص ولعينة الرمل ولأيون النحاس من 16.66% إلى 97.36% عند نفس الظروف. وكانت أفضل النتائج المدروسة لقيم PH عند PH=5 فكانت لأيون الرصاص 99.62% ولأيون النحاس 90% عند نفس PH. أما الزمن فلم يكن له أي تأثير فعال في عملية امتزاز وعلى سحب الأيون الثقيل من المحلول .

## ABSTRACT

The study dealt with an introduction through purification and removal of the toxicity of the heavy elements, which are lead and copper being the most toxic elements, then obtaining a distinct type of sand and bentonite from a quarry near the Al-Marqab Cement Factory in Al-Khums city, where it used the (Batch Extraction) method, in which 2.0 g of sand was taken. When pushing hydrogen PH at a fixed time for the purpose of obtaining the best experimental conditions for removing the heavy element, then calculating the removal efficiency and Kd (distribution rate) for the heavy elements. For removal up to two hours, and for the withdrawal arrangement as follows, the extract was from 61.40% to 97.36% for the lead ion, for the sand sample, and for the copper ion from 16.66% to 97.36% under the same conditions .The best studied results were for the PH values at PH = 5, so the lead ion was 99.62% and the copper ion was 90% at the same PH . As for time, it did not have any effective effect on the adsorption process and on the withdrawal of the heavy ion from the solution.

***Keywords:*** Al-Marqab Cement Factory, Heavy elements, Efficiency, Adsorption process

## 1. المقدمة

لقد تفاقمت مشاكل التلوث بالعناصر الثقيلة في البيئة المحيطة بالإنسان خلال العقود الأخيرة الأمر الذي جعل العلماء والباحثين والمهتمين بالبيئة منشغلين بالتفكير في حل لهذه المشاكل البيئية بكل الطرق لتفادي ازدياد التلوث البيئي [1].

لهذا السبب أصبح البحاث يفكرون في طرق مجدية اقتصادياً لمعالجة التلوث البيئي جاءت فكرة دراسة امتزاز العناصر الثقيلة على الرمل الحر حيث ستركز الدراسة على امتزاز العناصر الثقيلة والتخلص منها حيث الرمل متوفر بكميات كبيرة في ليبيا.

ومع الفاعليات الصناعية في ليبيا حيث تتواجد مصانع الحديد والصلب ومحطات الكهرباء ومصانع الإسمنت وكلها تلقي بفضلاتها إلى البيئة تحت عنوان المخلفات الصلبة المنزلية ( Municipal Solid Waste) ومطروحات الأرض مما يؤدي إلى تراكم العناصر الثقيلة والتي تتراكم باتجاه المياه الجوفية.

وتستخدم لهذا الغرض مواد متبلورة أو مصطنعة أو الرمل وهي المادة المفضلة بسبب قدرتها على الامتزاز لأن لها سطح كبير مشحونة بشحنات موجبة وسالبة، ومن العناصر التي جرى الاهتمام بها في هذه الدراسة هي الرصاص والنحاس وهي العناصر المتواجدة في المخلفات الصناعية.

## 2. العناصر ذات العلاقة

### 1.2 عنصر النحاس Copper

إن تركيز النحاس في القشرة الأرضية يصل إلى (500) جزء من المليون. والنحاس مهم لجسم الإنسان حيث يتشكل في بروتينات الجسم مثل سايتوكروم ، وهيدروكسيلز ويحتوي جسم الإنسان البالغ من 100 إلى 110 من غرام النحاس [2]. والتأثير السام للنحاس يؤدي إلى القيء والتعب ثم الغيبوبة وفقدان التركيز وضعف الكبد. إن كميات النحاس المستخدمة صناعيا قد وصلت إلى 6.81 كجم سنويا في الولايات المتحدة الأمريكية فقط ، وهذا يمثل 40% من المواد الكيميائية المستخدمة لأنه أساسي للنمو والصحة وقد تمتص الكثير من النباتات عدة أنواع من الطحالب والفطريات والبكتيريا كميات كبيرة من عنصر النحاس من البيئة [3]. وتتواجد أملاح النحاس في المياه الطبيعية وبتراكيز ضئيلة تصل إلى 50 PPM.

### 2.2 عنصر الرصاص

من أهم مصادر تلوث الماء بالرصاص يأتي من المصانع التي تنتج البطاريات ، كما يحدث هذا التلوث على أثر خروجه من عوادم السيارات في الطرق السريعة حيث تتلوث التربة ومصادر المياه المجاورة لهذه الطرق ويؤدي تلوث المحاصيل الزراعية ومياه الشرب بالرصاص إلى إصابة الإنسان بأمراض في الجهاز العصبي والهضمي والكلى وأمراض الدم والأنيميا [4].

### 3.2 العناصر الثقيلة كمواد سامة في المياه

من المعلوم لدينا أن المعادن الثقيلة معلومة منذ العصور القديمة وتتمثل هذه العناصر في الفضة والنحاس والزئبق والرصاص والقصدير والكادميوم والحديد ، وقد عرف كل من الزئبق والرصاص وهما العنصران الأكثر سمية والمشهورة محلياً وعالمياً [5].

### 4.2 العناصر الأساسية في الإنسان

إن أكثر العناصر الكيمائية تدخل في تركيب جسم الإنسان حيث تدخل في الأنزيمات في الجسم ، والجدول رقم (1) يوضح نسبة كل عنصر في الجسم.

**الجدول 1. كمية العناصر الأساسية في الجسم [6]**

| العنصر الكيمائي بالجسم | نسبة تركيز (ppm) |
|---|---|
| Ca | 1050 |
| K | 245 |
| Na | 105 |
| Mg | 34 |
| F | 4.25 |
| Sn | 1.925 |
| W | 6.020 |
| Mn | $2.0 \times 10^{-2}$ |

| | |
|---|---|
| $1.54 \times 10^{-2}$ | MO |
| $3.10 \times 10^{-3}$ | C0 |
| $1.54 \times 10^{-5}$ | Cr |
| $3.85 \times 10^{-5}$ | V |

## 3.الجزء العملي

### 1.3 الأجهزة والمعدات

تم تحليل المحاليل القياسية والمحاليل التي تم الحصول عليها بعد عملية الدفعات بالنسبة للعناصر الثقيلة وذلك باستخدام جهاز مطياف الامتصاص الذري باللهب وهو جهاز موديل (pu 9400 ) انكليزي الصنع .وجهاز آخر نوع (Alpha4) من Cathodeon ,LTD ENGLAND – ويبين الجدول ( 2 ) المتغيرات التشغيلية لجهاز مطياف الامتصاص الذري باللهب [7].

**الجدول 2. المتغيرات التشغيلية لجهاز مطياف الامتصاص الذري باللهب**

| العنصر | اللهب | عرض الحزمة (nm) | الطول الموجي نانومتر | تيار المصباح مللي امبير |
|---|---|---|---|---|
| Zd | هواء + استيلين | 0.2 – 0.5 | 213.3 | 14 – 4 |
| Cu | هواء + استيلين | 0.2 – 0.5 | 324.8 | 5 – 2 |
| Pb | هواء + استيلين | 0.2 – 0.5 | 217.0 | 10 – 5 |
| Cd | هواء + استيلين | 0.2 – 0.5 | 228.8 | 8 – 3 |

- جهاز X–ray diffraction .
- جهاز PH–meter .

– جهاز flaks – shaker الموديل app.no.2p3854PD الشركة Gallenhamp بلد الصنع England .

– ميزان حساس من 00001. 0 إلى 160 جم الشركة Sartorius– Lso 9001 بلد الصنع ألمانيا .

### 2.3 الكيماويات والمواد المستخدمة

1 – أملاح العناصر الثقيلة – الرصاص – النحاس $Cu(NO_3)_2$ , pb $(NO_3)_2$.

2 – حمض HCl (1 . 0 ) مولاري.

3 – ماء مقطر معاد تقطيره.

4 – هيدروكسيد الصوديوم NaOH (1 . 0 ) مولاري.

5 – حمض النيتريك $HNO_3$ (1 .0 ) مولاري.

### 3.3 الزجاجيات والمعدات المعملية التي تم استخدامها

1 – دورق مخروطي سعة 50 ملي عدد 50 دورق.

2 – أنابيب اختبار عدد 50 أنبوبة.

3 – غربال لغربلة الرمل (سفلي mesh180 ، علوي mesh250).

تم أخذ عينات من محجر بالقرب من مصنع اسمنت المرقب بمدينة الخمس.

### 4.3 الخطوات المعملية

في هذا الجزء من الجانب العملي تم دراسة امتزاز مادة الرمل للعناصر الثقيلة ومنها في هذا البحث أيوني الرصاص $pb^{+2}$ والنحاس $cu^{+2}$

– **الرمل:** بعد جمع العينات تم خلطها وغربلتها بغربال قطره mesh 10 ثم تم التعامل مع الرمل بغسله بالماء المقطر ثم محلول مخفف من حمض HCl (0.1) مولاري وتم تجفيفها عند 120 درجة مئوية.

### *1.4.3* تحضير المحاليل القياسية

تم تحضير محاليل قياسية لكل من الرصاص والنحاس بتركيز (1000ppm) جزء في المليون ويتم ذلك بأخذ وزنه 1.6 جم من أيون الرصاص وتم استخدام محلول قياسي 1000 ppm بتحضير محاليل قياسية لأيون النحاس على هيئة مركب نترات الرصاص ونترات النحاس $Cu(NO_3)_2$ , $Pb(NO_3)_2$ وتذوب وتوضع في دورق حجمي سعته 1 لتر ويضاف إلى المحلول المحضر 1.5 مل من حمض $HNO_3$ تركيزه 0.1 مولاري لحفظ الأيون وعدم تعرضه للأكسدة أو التلف.

لتحضير محلول قياسي من الرصاص بتركيز 50PPM نأخذ من المحلول الأصلي 50 مل ونضعه في دورق قياسي حجم 1000 مل ونضيف إليه ماء مقطر إلى العلامة ليصبح تركيز المحلول 50PPM [8].

$$C_1.V_1=C_2.V_2$$

$$1000\text{PPM}\times V1 = 50ppm \times 1000ml$$

$$V_1=50\text{ml}$$

#### *1.1.4.3* تحضير محلول قياسي لأيون الرصاص والنحاس

يتم نقل الحجم 50 مل إلى دورق حجمه سعته 1000 مل ويكمل حتى العلامة ويوضع في قنينة معتمة اللون وبالتالي نكون قد حصلنا على محلول لأي أيوني $Cu^{+2}$ , $pb^{+2}$ بتركيز 50ppm في حجم 1 لتر.

### *2.4.3* التحكم في الرقم الهيدروجيني *PH*

يتم التحكم في الرقم الهيدروجيني (PH) لكل عنصر من العنصرين (الرصاص ، النحاس ) بواسطة خفضها أو رفعها حسب الحاجة باستخدام حمض HCl المخفف ، وهيدروكسيد الصوديوم NaOH على التوالي = 2 ، 3 ، 4 ، 5 ، 6 ، 10 لكل عنصر وذلك لاختيار أفضل رقم هيدروجيني يتم عنده سحب أكبر كمية من العنصر الثقيل.

### 3.4.3 تأثير الزمن على امتزاز العناصر الثقيلة

يؤخذ وزن 2 جرام من الرمل ويوضع في دورق مخروطي سعته 250 مل ثم نضيف إليه محلول

العنصر الثقيل بحجم 50 مل السابق التحضير بتركيز 50ppm بعدد خمسة عينات من كل عنصر لتتناسب مع الزمن المراد دراسته والذي هو في المدى 20 – 40 – 60 – 80 – 100 دقيقة.

ثم نقوم برج تلك العينات على جهاز الرج الهيدروليكي وبعد 15 دقيقة نقوم بإنزال العينة الأولى وترشيحها ووضع الراشح في أنبوبة اختبار محكمة الاغلاق ، وبعد ذلك تتم نفس العملية لكل العينات على التوالي وكذلك للعناصر الأخرى ونقلها لقياس الامتصاص الذري بالجهاز سابق الذكر.

### *4.4.3* حساب كفاءة الإزالة

يتم حساب كفاءة الإزالة باستخدام المعادلة التالية [9]:

$$\% \text{ Removal efficiency} = \left(\frac{c0-c20}{co}\right) \times 100$$

حيث أن:

$C_o$ = التركيز الابتدائي.

$C_2{}^o$ = التركيز المستخلص.

## 4. النتائج والمناقشة

### 1.4 لعينة الرمل فقط

كانت النتائج المتحصل عليها لأيون الرصاص كما بالجدول رقم (7.4) قيم متباعدة بعض الشيء لعينة الرمل التي أخذت بكميات من 0.5 جم إلى 2.5 جم.

وكانت نسبة الاستخلاص المتحصل في مدى 61.40% لعينة من الرمل بزنة 0.5 جم حتى 97.36% لوزنة من الرمل تقدر بـــــ 2.5 جم.

فكانت الزيادة ملحوظة في نسبة الاستخلاص لأيون الرصاص عند كل وزنة مأخوذة في التجربة كما بالجدول رقم (3).

**الجدول 3. تركيز أيون الرصاص المتبقي بتركيز ابتدائي 50PPM لعينة رمل**

| كمية الرمل المضافة في الدورق | تركيز الرصاص المتبقي ب ppm | نسبة الاستخلاص |
|---|---|---|
| 0.5 جم | 19.30 | %61.40 |
| 1.0 جم | 5.70 | %88.6 |
| 1.5 جم | 2.85 | %94.30 |
| 2.0 جم | 2.63 | %94.74 |
| 2.5 جم | 1.32 | %97.36 |

أما أيون النحاس لنفس العينة الرمل فقط كانت النتائج تتراوح بين 16.68 % عند وزنة 0.5 جم من الرمل إلى 97.36 % لوزنة من الرمل تقدر بـ 2.5 جم ولكنها تعتبر أقل في نسبة الاستخلاص مقارنة بالأوزان المأخوذة الأخرى لأيون الرصاص كما موضح بالجدول رقم (4).

**الجدول رقم 4. تركيز أيون النحاس المتبقي بتركيز ابتدائي 50PPM لعينة الرمل فقط عند PH=5.1**

| كمية الرمل المضافة في الدورق | تركيز النحاس المتبقي ب ppm | نسبة الاستخلاص |
|---|---|---|
| 0.5 جم | 41.66 | %16.68 |
| 1.0 جم | 30.145 | %39.71 |
| 1.5 جم | 18.63 | %62.74 |
| 2.0 جم | 9.975 | %80.05 |
| 2.5 جم | 1.320 | %97.36 |

.

## 2.4 تأثير قيم PH على إزالة أيوني الرصاص والنحاس في المحلول

بالنسبة لأيون الرصاص نلاحظ كما بالجداول (5) وكذلك لأيون النحاس كما بالجداول (6) أنه كلما زادت قيمة PH من 2 – 5 نلاحظ زيادة في نسبة الاستخلاص للأيون وزيادة في الامتزاز على سطحه وأن أفضل قيمة للامتزاز للأيون كانت عند PH=5 لكل التجارب المستخدمة من الرمل وأن أي زيادة

في قيمة PH عند PH=6 أو PH=10 نلاحظ تناقص ملحوظ في عملية الامتزاز وكذلك في نسبة الاستخلاص بسبب تكون أيونات الهيدروكسيل $M(OH)_2$ في المحلول الذي يربك التوازن الكيميائي.

**الجدول رقم 5. تركيز أيون الرصاص المتبقي بتركيز ابتدائي 50PPM عند PH مختلفة لعينة من الرمل فقط**

| PH | تركيز الرصاص المتبقي بـ PPM | نسبة الاستخلاص |
|---|---|---|
| 2 | 8.82 | % 82.36 |
| 3 | 1.23 | % 97.54 |
| 4 | 1.11 | % 97.78 |
| 5 | 0.29 | % 99.42 |
| 6 | 7.64 | % 84.72 |
| 10 | 8.23 | % 83.54 |

**الجدول رقم 6. تركيز أيون النحاس المتبقي بتركيز ابتدائي 50PPM عند PH مختلفة لعينة من الرمل فقط**

| PH | تركيز النحاس المتبقي بـ PPM | نسبة الاستخلاص |
|---|---|---|
| 2 | 9.98 | % 80.04 |
| 3 | 6.67 | % 86.66 |
| 4 | 4.41 | % 91.18 |
| 5 | 3.0 | % 94 |
| 6 | 8.67 | % 82.66 |
| 10 | 9.79 | %80.42 |

### 3.4 تأثير الزمن على امتزاز المعادن الثقيلة

بعد اجراء التجارب لأيوني الرصاص والنحاس عند تركيز ابتدائي 50PPM ولأزمنة مختلفة ابتداء من 20 دقيقة – 100 دقيقة. نلاحظ أن عامل الزمن ليس بالعامل المؤثر والفعال على سحب الأيون الثقيل وإن القيم المدرجة في الجداول السابقة سواء لأيون الرصاص أو أيون النحاس كانت قريبة جداً من بعضها البعض مما يدل أنه ليس للزمن أي دور فعال في التأثير على كمية سحب المعادن.

## 5. مناقشة النتائج

### 1.5 إزالة المعادن حسب تغيير العنصر الثقيل

إن تسرب العناصر الثقيلة ضمن مسافات الرمل حيث أن الرصاص هو الأكثر تسربا من النحاس ، وهناك تنافس بين حركة الأيون وقدرته على الامتزاز وقد تمت دراسة هذه الظاهرة حيث وجد

أن الترتيب في التنافس هو كما ذكرنا سابقاً.

**Pb > cu**

وعند مناقشة كفاءة الإزالة أو Kd وجد أن نسبة الاستخلاص لعنصر الرصاص بلغت 98.6 – 99.6 % عند (pH = 5 ) بينما بلغت 94 – 96 % لعنصر النحاس ويذلك يكون الامتزاز عند pH = 5 هو الأعلى .

وبالنسبة لتأثير الزمن على سحب العناصر الثقيلة فكانت النسبة المئوية بنفس الترتيب:

**Pb > cu**

أما بالنسبة لمعامل الامتزاز Kd فبعد تطبيق القانون:

$$Kd = \frac{CO - CT}{C2} \times \frac{V}{M}$$

حيث أن CT = التركيز النهائي (مولاري)

$C_O$ = التركيز الابتدائي (مولاري)

V = حجم المحلول (مل)

M = وزن عينة الرمل (جم)

فكانت النتائج للرصاص هي:

عند PH = 2

$$Kd = \frac{50 - 7.75}{50} \times \frac{50}{\text{جم } 1} = 42.25\ ml/gm$$

عند PH = 5

$$Kd = \frac{50 - 0.19}{50} \times \frac{50}{\text{جم } 1} = 49.81\ ml/gm$$

وبالنسبة للنحاس:

عند PH = 2

$$Kd = \frac{50 - 8.55}{50} \times \frac{50}{\text{جم } 1} = 41.45\ ml/gm$$

عند PH = 5

$$Kd = \frac{50 - 2.00}{50} \times \frac{50}{\text{جم } 1} = 48.00\ ml/gm$$

وعند المقارنة بقيم kd يصبح الترتيب كما يلي:

$$\mathbf{Kd_{pb} > kd_{cu}}$$

ويتضح أن الرقم الهيدروجيني يلعب دورا مهما بنسبة وقيمة kd ، حيث أن الرصاص الذي يزال عند PH = 5 يعطي Kd بقيمة أكبر من 49.36 وعند PH = 2 كان kd أقل من 44.02 وهذا يعني أن الخليط الحامضي من PH(2-5) يبقى معدل الاستخلاص ثابتا نوعاُ ما ، أما النحاس فكان kd له بقيمة 48.02 عند pH = 5 وأصبح أصغر من 41.45 عند pH = 2 ومعنى ذلك أن الاستخلاص وإزالة المعادن يتم عند المحلول الحامضي PH = 2.5 ولا يؤثر على كمية Kd كثيرا.

## 2.5 لعينة الرمل فقط

تظهر النتائج المتحصل عليها لأيوني الرصاص والنحاس كما بالجداول رقم (3 – 4) على التوالي على أن كمية الرمل المأخوذة في التجارب من 0.5 جم – 2.5 جم أعطت نتائج ملحوظة وبها زيادة ملحوظة في نسبة الاستخلاص لكل من الأيونين فكلما كانت كمية الرمل أقل (0.5 جم) كانت نسبة الاستخلاص أقل والعكس صحيح وكلما كانت الكمية أكبر (2.5 جم) كانت نسبة الاستخلاص أكبر.

لأيون الرصاص من وزن 0.5 جم – 2.5 جم كانت نسبة الاستخلاص من 61.40 % إلى 97.36% كما بالجدول رقم 4.4 .

لأيون النحاس من وزن 0.5 جم – 2.5 جم كانت نسبة الاستخلاص من 16.68% إلى 97.36% .

وهذا سببه زيادة الكمية المضافة التي تتيح زيادة في سطح التلامس للأيون الثقيل الموجود بالمحلول مما يؤدي إلى زيادة في الالتصاق على سطحه ومن تم زيادة عملية الامتزاز.

### 3.5 تأثير PH على إزالة المعادن

إن تأثير PH على إزالة العناصر المعدنية الثقيلة تظهر بأن الإزالة تزداد مع زيادة الرقم الهيدروجيني ، ولذلك كان الرقم الهيدروجيني = 5 أكبر من القيم المنخفضة للإزالة المحسوبة عند الرقم الهيدروجيني = 2 أن هذا الفرق يعود إلى تكون المركب $pb(OH)_2$ عند (PH) العالي ، وعندها يزداد PH يزداد الميل نحو تكون أيونات الهيدروكسيل في المحلول يربك التوازن ، لذلك فإن النظام يحاول تعديل نفسه وذلك بواسطة ترسيب لمعدن أكثر خارج المحلول ، فالرواسب التي تمتز على الرمل تغسل وتزال بينما يبقى الخارصين والكادميوم على عكس الرصاص والنحاس فإنهما يمتزان على الرمل ، لذلك يفضل أن نحمض محلول الأيون الثقيل قبل الفصل .

إن طريقة الفصل بسيطة ورخيصة ، ولا يؤثر (PH) للمحلول تأثيرا حاداً على كفاءة الإزالة عند القيم العالية من (PH) يترسب أيون الرصاص ، لذلك ينصح بتحميض محلوله بحامض قبل إجراء الفصل.

ومن خلال تجارب تأثير على سحب المعادن الثقيلة واضح أن أفضل رقم هيدروجيني هو عند 5 = PH ويمكن تطبيق المعادلة [10]:

$$\% \text{ Removal efficiency} = \left(\frac{c0-c20}{co}\right) \times 100$$

فعند الرقم الهيدروجيني 2 = PH تكون الكفاءة لأيون $pb^{+2}$ :

$$\% \text{ Removal efficiency} == \frac{50-7.75}{50} \times 100 = 84.5\%$$

وعند 5 = PH

$$\% \text{ Removal efficiency} = \frac{50-0.19}{50} \times 100 = 99.62\%$$

أما أيون النحاس فعند الرقم الهيدروجيني PH = 2 تكون الكفاءة

$$\% \text{ Removal efficiency} = \frac{50-8.55}{50} \times 100 = 82.9\%$$

وعند PH = 5

$$\% \text{ Removal efficiency} = \frac{50-2.0}{50} \times 100 = 90\%$$

### 4.5 تأثير الزمن على إزالة المعادن

بعد أخذ العينات ورجها وترشيحها طبقاً لترتيبها الزمني أخذت العناصر إلى جهاز الامتصاص الذري لقياس كمية العنصرين وهي الرصاص والنحاس ، يتضح أنه ليس للزمن أي دور فعال في التأثير على كمية سحب المعدن حيث كانت القراءات متأرجحة قريبة من الثابت.

## 6. الاستنتاجات والتوصيات

من خلال ما سبق من عرض للنتائج والمناقشات للعوامل المدروسة في هذا البحث والتي لها تأثير على امتصاص الأيونات الثقيلة كأيوني الرصاص والنحاس نستنتج أن جميع العوامل التي طرحت في هذا البحث لها تأثير في امتصاص العنصر الثقيل من خلال عينة الرمل. كان أهمها التحكم في الرقم الهيدروجيني للمحلول وكان أفضل امتصاص لقيم PH المختلفة هو عند:

**PH = 5**

أما بالنسبة لتراكيز أيوني الرصاص والنحاس فأعطت نتائج مرضية في التراكيز المنخفضة أما في التراكيز المرتفعة كانت العلاقة عكسية بين زيادة التركيز ونسبة الاستخلاص. نلاحظ أيضاً من خلال التجارب المدروسة والنتائج المرفقة والجداول أن نسبة الاستخلاص لأيون الرصاص بشكل عام وبكل تجاربه هي الأعلى من نسبة الاستخلاص لأيون النحاس ، وذلك من خلال حسابات كفاءة الإزالة لكل أيون وكان التدرج كما ذكر سابقاً كالآتي:

**Pd > CU**

وأخيرا عامل الزمن لم يكن له أي تأثير فعال في عملية الامتزاز وعلى سحب الأيون الثقيل من المحلول وذلك من خلال إطالة مدة التجربة ، وكانت القراءات قريبة من بعضها البعض.

# المراجع

## أولا / المصادر العربية:

[1] طارق كاظم ناصر ، التلوث ,جامعة طرابلس سنة 2008 م.

[2] أحمد مدحت اسلام ، التلوث الكيميائي وكيمياء التلوث ، ط 1 ، منشورات دار الفكر العربي ، سنة 2001 م.

[3] السلمان إبراهيم المهدي ، أبو بكر عمر مصباح ، دراسة أولية لتقييم الدور البيئي للمرشح البيولوجي لمحطة إعادة استخدام المياه المعالجة في مدينة سبها ، مجلة الزرقاء للدراسات والبحوث ، المجلد السادس ، العدد الأول – الأردن – الزرقاء سنة 2003 م.

[4] سلهب عبد العظيم سمور الجعفري ، توفيق منير ناصر منيب ، علم السموم الحديث ، المستقبل للنشر والتوزيع – الأردن – عمان ، سنة 1990 م.

[5] حميدة إبراهيم حسن ، الهيدرولوجية والمياه الجوفية ، جامعة القاهرة – مصر ، سنة 1992م.

[6] السيد المصري ، جمال عديس ، الملوثات الكيميائية للبيئة ، منشورات دار الفجر للنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، القاهرة – مصر ، سنة 2000 م.

## ثانيا / المصادر الأجنبية:

[7] Wasay, S.A.S.D. Barring ton and S. Tokunga " Remediation of Solids polluted heavy metals using Salts of organic acids and chelating agents " Environmental technology 1999.

[8] Awan, Maqazi la, and khalidl ,J, Envir . Sci 2003.

[9] kaoserts Darring tons, Elektrowic , Envir . Suheelth, toxic hazard Subject 2004.

[10] Electronic journal of Environmental, Agricultural and food Chemistry 2009.