

## إزالة أيونات الرصاص من المياه الصناعية

محمد جعفر علي العتابي

قسم الهندسة البيئية- كلية الهندسة، الجامعة المستنصرية، باب المعظم، بغداد – العراق

استلام: ٦ مارس، ٢٠١٢ قبول: ٢١ أبريل ٢٠١٢

### الخلاصة

تعتبر إزالة العناصر الثقيلة من مياه الفضلات الصناعية من أهم المشاكل في أغلب البلدان الصناعية، ذلك لسميتها العالية وما تسببه من ضرر كبير على الإنسان والبيئة. تمت دراسة إزالة أيونات الرصاص الخارجة مع مياه الفضلات الصناعية بطريقة الترسيب الكيماوي. تتحول أيونات الرصاص الذائبة إلى غير ذائبة مكونة راسب من مركبات الرصاص الصلبة، بإضافة قاعدة كيماوية. استعملت قواعد وأملاح كيماوية مختلفة في العمل المختبري لترسيب أيونات الرصاص منها (هيدروكسيد الكالسيوم، هيدروكسيد الصوديوم، كبريتيد الحديد، وكربونات الصوديوم) وفي قيم مختلفة للدالة الحامضية pH وكذلك، لتراكيز مختلفة من أيونات الرصاص (10، 25، 50) mg/L لتعيين القيمة المثلى للدالة الحامضية والتي تترسب عندها أكبر كمية من أيونات الرصاص لكل قاعدة كيماوية مستعملة، وكذلك إيجاد كفاءة عملية الترسيب لكل قاعدة كيماوية ولتراكيز أيونات الرصاص المذكورة أعلاه والمقارنة بينهما. وكانت النتائج، ترسب أيونات الرصاص على هيئة هيدروكسيد الرصاص بكفاءة 99.7% عند قيمة pH المثلى 9.5 وعلى هيئة كبريتات الرصاص بكفاءة 96% عند قيمة pH المثلى 10.5 وعلى هيئة كربونات الرصاص بكفاءة 96.6% عند قيمة pH المثلى 11.2.

**الكلمات المفتاحية:** الصرف الصناعي، العناصر الثقيلة، تلوث البيئة.

### المقدمة:

بسيطة غير ضاره وتحولها إلى أطين (Sludge) بعدة طرق ومنها: الحماة المنشطة، مرشحات التوشيل، أحواض التهوية، الأكسدة

(Hammer, 2005) (Benefield, 1990) (Environmental Protection Agency, 2000).

يعتبر الترسيب الكيماوي من الطرق الأكثر كفاءة لإزالة العناصر المعدنية الخارجة بتراكيز عالية مع مياه الصرف الصناعي. رسب الرصاص كيماويا باستخدام دقيق النشا وهيدروكسيد الصوديوم،

Sodium di-(noctyl) phosphinate وكذلك باستخدام (Herck, P. 2000)

ورسب كذلك باستخدام ammonium zirconyl oxalate,

(Tiravanti, 2002) (Abd El-Moniem, 2005) (Badmus, 2007) (Birzescu, M. 2009).

الهدف من هذا العمل هو ترسيب أيونات الرصاص الخارجة مع مياه الصرف الصناعية قبل طرحها إلى البيئة باستعمال قواعد كيماوية متوفرة ورخيصة الثمن وكفاءة عالية وإيجاد القيمة المثلى للدالة الحامضية (pH) التي تترسب عندها كل أيونات الرصاص.

### الجانب العملي:

#### المواد المستعملة:

أخذت مياه صناعية ملوثة بالرصاص من الشركة العامة لصناعة البطاريات/ الوزيرية بتراكيز مختلفة، خلطت جيدا في المختبر، ورشحت من المواد الصلبة العالقة بها وبعد تحليل نموذج منها كان تركيز أيونات الرصاص (50) mg/L ولغرض دراسة تأثير تغير التركيز الابتدائي على عملية الترسيب، تم تحضير محلول من نفس المياه الملوثة بالرصاص بالتخفيف، حسب المعادلة [C1V1= C2 V2] واستعمل الماء المقطر لتكون تراكيز أيونات الرصاص في المحلول المحضر (25, 10, 50) mg/L على التوالي، والسبب في اختيار تراكيز واطئه من أيونات الرصاص لدراسة كفاءة عملية الترسيب، وبذلك حضرت المحاليل

من المشاكل البيئية التي تسبب تهديد كبير للكائنات الحية بصورة عامة والإنسان بصورة خاصة هو ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة في البيئة، وذلك لسميتها العالية وتداخلها في السلسلة الغذائية مما يزيد من تراكم المواد السامة في أجسام الكائنات الحية والإنسان، والتي تسبب أمراض السرطان وبعض الأمراض الخطيرة الأخرى عند وجودها بمستويات أعلى من الحدود المسموح بها (Goyer, R.A; Chisoion, I.J. 2007).

الرصاص من العناصر الثقيلة السامة جدا، لما يسببه من ضرر كبير على صحة الإنسان، مثل زرقة الدم، تلف الدماغ عند الأطفال، ليونة العظام، إضافة إلى اعتبار الرصاص هو المسبب الرئيسي لأمراض الصداع والضعف العام وعجز وظائف الكلى عند ارتفاع حدود تركيزه عن الحدود المسموح بها (5mg/L).

(Nriagu, J.O. 1988)، لهذه الأسباب فإن من المهم

جدا إزالة أيونات الرصاص من مصادرها قبل انطلاقها إلى البيئة. تطرح كميات كبيرة من المياه الملوثة بأيونات الرصاص إلى البيئة من مصانع تصنيع البطاريات السائلة، مصانع الأصباغ، محطات تعبئة الوقود، ورش الطلاء

الكيماوي بالرصاص (الغلوته).... الخ. (Hewing, 1995) تطرح أيونات الرصاص إلى البيئة من المصدر على شكل أملاح مختلفة مثل أملاح ( الكلوريدات، الكبريتات،

النترات، الفلوريدات. ( Oniciu, L. 1980) ( 2008) Stanasel G., Gavris O.

تقنيات (فيزيائية وكيماوية) تستخدم لإزالة أيونات الرصاص الثابتة الذائبة واعتمادا على تركيز هذه الأيونات ومن هذه الطرق: الأكسدة، الامتزاز بالفحم المنشط، التناقد العكسي، التبادل الأيوني، الفصل الأغشية

الامتصاص الحيوي (Abd El-Moniem, 2005). (Hagen, T., Marshall, 2004).

الطرق البيولوجية تستخدم لإزالة الملوثات الذائبة وغير الذائبة وخاصة العضوية من خلال بكتيريا هوائية ولا هوائية، من خلال تفكيك هذه المواد الملوثة إلى مركبات

\* Corresponding author:

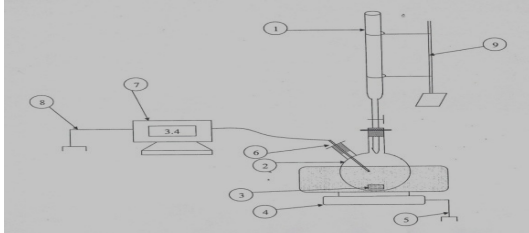
Dr. Mohammed Jaafer Ali Al-atabi

✉ mh.ali85@yahoo.com

فرن حرق من نوع (Griffn)، جفن خزفية عدد (٥)، مساحة زجاجية بحجم 250ml، دورق زجاجي عدد (٣) بحجم ٢ لتر، دورق زجاجي عدد (٢) بحجم ١ لتر، قطب مغناطيسي يستعمل لتحريك الخليط، محرك كهربائي لتحريك القطب المغناطيسي، محررا زئبقي، اسطوانة مدرجة بحجم ١ لتر، قمع زجاجي عدد (٢) مع دورق زجاجي ذو عنق (للترشيح)، ورق ترشيح مختبري، ماصه زجاجية، حاويات بلاستيكية صغيرة لجمع العينات لإغراض التحليل.

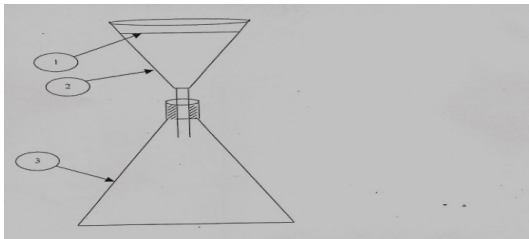
#### طريقة العمل:

تملى السحاحة بالقاعدة الكيماوية، يوضع نموذج المياه الملوثة بالرصاص في الدورق الزجاجي، تضاف القاعدة الكيماوية تدريجيا من السحاحة مع التحريك المستمر للمزيج بواسطة القطب المغناطيسي الموجود داخل الدورق. عند الوصول القيمة المثلى للدالة الحامضية تبدأ أيونات الرصاص بالترسب، بعدها يرشح الخليط ويؤخذ نموذج من الماء المترشح لقياس تركيز الرصاص المتبقي بعد عملية الترسيب والترشيح لمعرفة كفاءة العملية. أجريت هذه الطريقة للتركيز الابتدائية الثلاثة وعلى كل قاعدة كيماوية من القواعد المذكورة أعلاه بواقع خمسة تجارب لكل تركيز. استعملت السحاحة للسيطرة على عملية إضافة القاعدة الكيماوية والتحكم التدريجي بتغيير الدالة الحامضية. وتمثل الصورة رقم (١) المنظومة المختبرية المستخدمة في عملية الترسيب لأيونات الرصاص، وتمثل الصورة رقم (٢) المنظومة المختبرية المستخدمة في عملية الترشيح مؤشر عليها ومعرفة جميع الأجزاء.



الصورة رقم (١). تمثل المنظومة المختبرية المستخدمة لترسيب أيونات الرصاص.

١ سحاحة بحجم ٢٥٠ مللتر، ٢ دورق زجاجي بحجم ١ لتر، ٣ قطب مغناطيسي لتحريك المزيج داخل الدورق، ٤ مسخن+محرك كهربائي لتحريك القطب المغناطيسي، ٥ موصل للتيار الكهربائي، ٦ قطب الالكترود لقياس الدالة الحامضية، ٧ جهاز قياس الدالة الحامضية، ٨ موصل للتيار الكهربائي، ٩ ماسك خشبي.



الصورة رقم (٢). تمثل منظومة المختبرية المستخدمة في الترشيح.

١ ورق ترشيح مختبري، ٢ قمع زجاجي، ٣ دورق زجاجي ذو عنق لجمع السائل المترشح.

على أساس التراكيز الثلاثة (10,25,50)mg/L بواقع L3 لكل تركيز.

عندما تكون:

C1 = تركيز أيونات الرصاص في المياه الصناعية.

V1 = حجم المحلول من المياه الصناعية.

C2 = تركيز أيونات الرصاص في المياه الصناعية بعد التخفيف.

V2 = حجم المحلول من المياه الصناعية بعد التخفيف.

أجريت عملية الترسيب الكيماوي لهذه التراكيز مع تغيير في التجارب لدراسة تأثير العوامل التالية:

١- تأثير استخدام قواعد كيماوية مختلفة على عملية الترسيب (حيث استخدمت قواعد مختلفة مثل هيدروكسيد الكالسيوم، هيدروكسيد الصوديوم، كبريتيد الحديد، كربونات الصوديوم. لدراسة أفضل وأكفا قاعدة كيماوية تستعمل في ترسيب أيونات الرصاص).

٢- تأثير تغير الدالة الحامضية (pH) على عملية الترسيب (استخدمت السحاحة في عملية الإضافة التدريجية للقاعدة الكيماوية لدراسة تأثير تغير الدالة الحامضية والوصول إلى القيمة المثلى والتي يترسب عندها أكبر تركيز من أيونات الرصاص).

٣- تأثير تغير تركيز الرصاص الابتدائي على كفاءة عملية الترسيب (حيث استخدمت التراكيز (10,25,50) mg/L كل تركيز على حدة مع كل قاعدة كيماوية، لدراسة تأثير التركيز الابتدائي لأيونات الرصاص على عملية الترسيب). أجريت التجارب المختبرية للتركيز أعلاه على النحو التالي:

ترسيب أيونات الرصاص ذات التركيز الابتدائي (10,25,50) mg/L كل تركيز على حدة، وعلى هيئة هيدروكسيد الرصاص لقيم مختلفة من الدالة الحامضية بإضافة هيدروكسيد الكالسيوم (Ca(OH)2) بتركيز 20% ترسيب أيونات الرصاص ذات التركيز الابتدائي (10,25,50) mg/L كل تركيز على حدة، وعلى هيئة هيدروكسيد الرصاص لقيم مختلفة من الدالة الحامضية بإضافة هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 37%. ترسيب أيونات الرصاص ذات التركيز الابتدائي (10, 25, 50)mg/L كل تركيز على حدة، وعلى هيئة كبريتات الرصاص لقيم مختلفة من الدالة الحامضية بإضافة كبريتيد الحديد (FeS) بتركيز 20%.

ترسيب أيونات الرصاص ذات التركيز الابتدائي (10,25,50)mg/L كل تركيز على حدة، وعلى هيئة كربونات الرصاص لقيم مختلفة من الدالة الحامضية بإضافة كربونات الصوديوم (Na2CO3) بتركيز 20%. ترسيب أيونات الرصاص ذات التركيز الابتدائي (10,25,50)mg/L كل تركيز على حدة، بالتخثير والترسيب لقيم مختلفة من الدالة الحامضية بإضافة كبريتيد الحديد بتركيز 20% وهيدروكسيد الكالسيوم بتركيز 20%.

بعد اكتمال عملية الترسيب أجريت عملية الترشيح للمزيج لمعرفة تأثيرها على تقليل نسبة الرصاص المتبقي.

#### المعدات المختبرية:

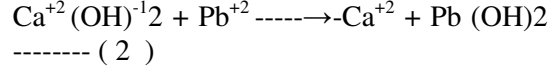
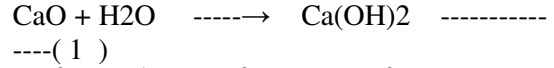
وتتضمن المعدات المختبرية التالية:

ميزان كهربائي حساس من نوع (Sartorius 234S)، مقياس الدالة الحامضية من نوع (Digital ionalzer/501)، فرن تجفيف من نوع (memmert)

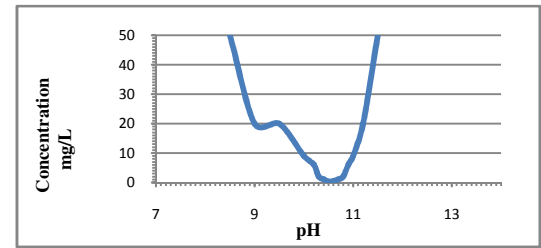
### النتائج والمناقشة:

يعتبر الترسيب الكيماوي بصورة عامة من الطرق المفضلة في أكثر المواقع الصناعية الكيماوية لعدة أسباب منها، أن عملية الترسيب ممكن إجرائها في نفس وحدة المعالجة بدون إضافة أي جهاز آخر، سهولة تدريب كادر فني على إجرائها، يمكن تحسين العملية وتطويرها بمجرد تغيير بعض العوامل التي تؤثر على التفاعل، بالإضافة إلى كفاءتها العالية للتخلص من الكثير من الملوثات السامة اعتمد الترسيب الكيماوي لايونات الرصاص في مياه الصرف الصناعي حيث اختبرت العملية بعدة عوامل منها:

مدى تأثير التغير في قيمة الدالة الحمضية (pH) على عملية الترسيب، مدى تأثير التغير في التركيز الابتدائي لايونات الرصاص على كفاءة عملية الترسيب، وكذلك مدى تأثير استخدام قواعد كيماوية متعددة ومتغيرة على نوعية الراسب وكفاءة عملية الترسيب. رسبت أيونات الرصاص على هيئة هيدروكسيد الرصاص باستخدام اوكسيد الكالسيوم الذي يتحول إلى هيدروكسيد الكالسيوم عند اذابته بالماء وحسب المعادلات التالية: (Drew, 1994)



أجريت عدة تجارب على هذه الحالة وكانت أفضل النتائج هي التي رسمت في الشكل رقم (1)، حيث نلاحظ من الشكل بان ايونات الرصاص تكون منحلّة عند قيم (pH < 8.5) بعدها تبدأ أيونات الرصاص بالترسيب تدريجياً، فعند قيمة (Ph=9) تترسب هذه الايونات على هيئة هيدروكسيد الرصاص ويبقى من (٢٠-١٠) % ذائب (منحل)، في حين تلاحظ إن القيمة المثلى للترسيب والتي تترسب عندها اكبر كمية من أيونات الرصاص تتراوح ما بين قيمة (pH=10.5-11)، مع مراعاة أن تكون عملية المزج للخليط بسرعة واطنة نسبياً للسماح لنوى بلورات الراسب بالتكون، كما أن عملية الترسيب الكيماوي تعتمد على طبيعة وتركيز المادة العضوية في مياه الصرف الصناعي.

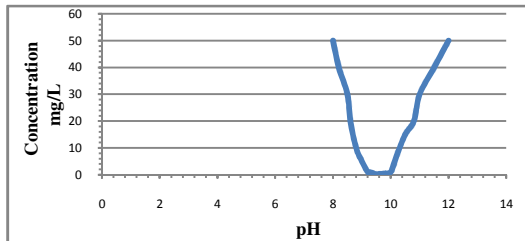


الشكل رقم (1). يمثل ذوبانية هيدروكسيد الرصاص كدالة لقيم pH بترسيب أيونات الرصاص بهيدروكسيد الكالسيوم.

هيدروكسيد الصوديوم استخدم لترسيب أيونات الرصاص على هيئة هيدروكسيد وحسب المعادلة التالية (Manahan, 2004) (Jancangelo, 1993)

$$2\text{Na}^{+1}\text{OH}^{-1} + \text{Pb}^{+2} \rightarrow 2\text{Na}^{+1} + \text{Pb(OH)}_2 \quad (3)$$

أجريت عدة تجارب على هذه الحالة وكانت أفضل النتائج هي التي رسمت في الشكل رقم (٢) والذي يمثل ترسيب أيونات الرصاص على هيئة هيدروكسيد الرصاص نلاحظ من الشكل أن هذه الأيونات تكون منحلّة عند قيم (pH < 7.8)، بعدها تبدأ هذه الأيونات بالترسيب، لتترسب اكبر كمية منها عند قيمة pH=9.5 وهذه القيمة تعتبر القيمة المثلى للترسيب بهيدروكسيد الصوديوم. هيدروكسيد الكالسيوم أكثر استخداماً بسبب فعاليته وانخفاض ثمنه، هيدروكسيد الصوديوم فهو أقل استخداماً لارتفاع ثمنه ولكنه بالمقابل ينتج عنه حجم ادني من الحماة. بعد اكتمال عملية الترسيب يرشح المزيج لغرض فصل الحماة وغسلها، الحماة الناتجة من الترسيب بهيدروكسيد الكالسيوم تكون صلبة جداً ومتماسكة وغير مسامية، لذلك تحتاج إلى وقت اكبر أثناء عملية الترشيح بالمقارنة مع مثيلاتها. ومن خلال التجارب لوحظ إن لعملية الترشيح الدور المهم للتخلص من الدقائق الصغيرة المترسبة في المحلول والإسماك بها.



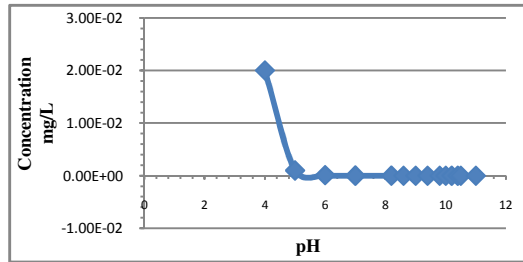
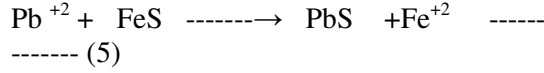
الشكل رقم (٢). يمثل ذوبانية هيدروكسيد الرصاص كدالة لقيم pH بترسيب أيونات الرصاص بهيدروكسيد الصوديوم.

من الإشكال السابقة نلاحظ إن تركيز أيونات الرصاص بشكل ذائب في النموذج يقل تدريجياً مع الزيادة التدريجية بإضافة القاعدة، حتى وصول الدالة الحامضية إلى القيمة المثلى والتي فيها تتحول ايونات الرصاص إلى هيئة راسب بعد هذه القيمة للدالة الحامضية فان أي إضافة للقاعدة ستكون ايونات الرصاص معقدات منحلّة وغير مستقرة.

الجدول رقم (١) يمثل النتائج التي تم الحصول عليها والمقارنة بين القواعد المستعملة أعلاه للترسيب على هيئة هيدروكسيد الرصاص باستعمال تراكيز مختلفة (50، 25، 10) من أيونات الرصاص الداخلة وكفاءة كل منهما.

كفاءة عملية الترسيب الكيماوي %	تركيز أيونات الرصاص المتبقية بعد الترشيح mg/L	تركيز أيونات الرصاص المتبقية قبل الترشيح mg/L	الدالة الحامضية pH	التركيز الابتدائي لأيونات الرصاص الداخلة mg/L	القاعدة المستعملة للترسيب
93	0.03	0.7	10.3	10	هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH) <sub>2</sub> بتركيز 20%
96	0.02	1.0	10.8	25	
99.5	0.02	0.4	10.5	50	
95	0.015	0.5	9.7	10	هيدروكيد الصوديوم NaOH بتركيز 37%
94	0.02	1.5	9.8	25	
99.6	0.025	0.2	9.5	50	

جدول رقم (1). يبين تراكيز أيونات الرصاص المترسبة على هيئة هيدروكسيدات.



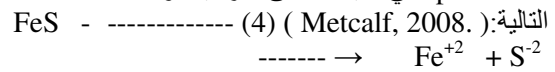
الشكل رقم (3). يمثل ذوبانية كبريتات الرصاص كدالة لقيم pH

الحماة الناتجة من عملية الترسيب تكون اقل نسبيا وسهلة الغسل بالمقارنة مع الحماة الناتجة من الترسيب على هيئة هيدروكسيد. الجدول رقم (2) يبين تراكيز أيونات الرصاص المترسبة على هيئة كبريتات حيث يبين أن زيادة تركيز أيونات الرصاص في المياه الداخلة إلى عملية الترسيب يؤدي إلى ارتفاع كفاءة عملية الترسيب مع ملاحظة التغير الطفيف في قيم الدالة الحامضية والذي يعزى سببه إلى عدم السيطرة الدقيقة عند إضافة القاعدة. بعد عملية الترسيب يرشح المزيج بوسط ترشيح دقيق (<1مايكرون) لغرض الإمساك بالدقائق الصلبة الصغيرة. الحماة الناتجة تكون عبارة عن عجينة هشة وذات مسامية عالية بالمقارنة مع الحماة الناتجة من الترسيب على هيئة هيدروكسيد، ويفضل تدوير الماء المترشح مرتين لغرض زيادة كفاءة عملية الترشيح والتخلص من الدقائق الصغيرة جدا.

من نتائج الجدول رقم (1) نلاحظ بان ايونات الرصاص ترسب على هيئة هيدروكسيدات بكفاءة عالية جدا (99.5% عند القيمة المثلى للدالة الحامضية pH=10.5 في حالة استخدام Ca(OH)<sub>2</sub> و 99.6% عند القيمة المثلى للدالة الحامضية pH=9.5 في حالة استخدام NaOH)، وأن تراكيز ايونات الرصاص المتبقية قليل جدا ليصل إلى (0.4 في حالة Ca(OH)<sub>2</sub> و 0.2 في حالة NaOH)، بعد عملية الترشيح تختزل هذه التراكيز إلى قيم قليلة جدا (0.02 في حالة Ca(OH)<sub>2</sub> و 0.015 في حالة NaOH).

نلاحظ أيضا كلما كانت تراكيز أيونات الرصاص في المياه الداخلة إلى عملية الترسيب عالية كانت هذه العملية ذات كفاءة عالية جدا وهذا يعتمد على طبيعة وتركيز المادة العضوية المصاحبة لمياه الصرف الصناعي، كذلك يلاحظ أن عملية الترشيح لها دور كبير في التخلص من الدقائق المترسبة الصغيرة، حيث تعمل الحماة المتجمعة على وسط الترشيح كوسط إضافي مقاوم لعبور هذه الدقائق الصغيرة مما يقلل من تركيزها بشكل كبير في المياه الخارجة ويزيد من كفاءة عملية الترشيح.

استخدام كبريتيد الحديد لترسيب أيونات الرصاص على هيئة كبريتات الرصاص، وأجريت تجارب عدة على هذه الحالة وكانت أفضل النتائج هي التي رسمت في الشكل رقم (3)، حيث نلاحظ من الشكل عند قيم pH < 8 فإن جميع أيونات الرصاص تكون منحلّة وذائبة، بعدها عند ارتفاع قيمة الدالة الحامضية تبدأ هذه الأيونات بالترسيب على هيئة كبريتات الرصاص مع توفر الأوكسجين وتكون قيمة

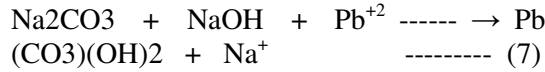


كفاءة عملية الترسيب الكيماوي %	تركيز أيونات الرصاص المتبقية بعد الترشيح mg/L	تركيز أيونات الرصاص المتبقية قبل الترشيح mg/L	الدالة الحامضية pH	التركيز الابتدائي لأيونات الرصاص الداخلة mg/L	القاعدة المستعملة للترسيب
83	0.05	1.7	10.8	10	كبريتيد الحديد FeS بتركيز 20%
90	0.03	2.5	10.3	25	
96	0.03	2	10.5	50	

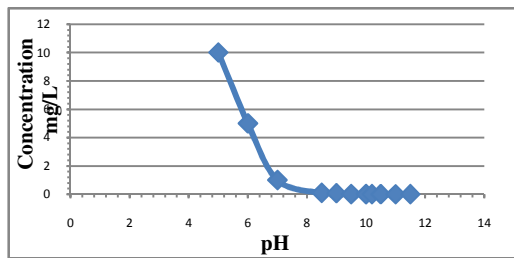
جدول رقم (2). يبين تراكيز أيونات الرصاص المترسبة على هيئة كبريتات.

قليل جدا ويعود سبب ذلك إلى انه في التراكيز العالية عند إضافة القاعدة تبدأ نويات الراسب بالتكون بسرعة اكبر مما في التراكيز القليلة وباستمرار إضافة القاعدة يتكون عدد

كذلك نلاحظ بان كلما كان تركيز ايونات الرصاص الابتدائي كبير فان كفاءة عملية الترسيب تكون عالية جدا وكذلك تكون تراكيز ايونات الرصاص المتبقية في النموذج



الحماة الناتجة من الترسيب بالكربونات تكون اقل من سابقاتها بالكمية وذات مسامية عالية وسهلة الغسل وروحة بالمقارنة مع الحماة الناتجة من الترسيب بالهيدروكسيد والكبريتيد. الجدول رقم (٣) مبوبة فيه قيم الترسيب على هيئة كربونات، ويلاحظ منه انه كلما كان تركيز أيونات الرصاص في المياه الداخلة عالي كلما كانت كفاءة عملية الترسيب عالية. الملاحظ بالنسبة لعملية الترشيح أنها تحتاج إلى وسط ترشيح دقيق جدا (< ١٠ مايكرون) لوجود الدقائق المترسبة الصغيرة وانتشارها في المحلول، ويفضل استخدام نوع من أنواع أجهزة الطرد المركزي يستخدم لفصل الدقائق الصغيرة جدا والمسمى ب (Clarifier) كمرحلة ثانية للتخلص من هذه الدقائق الصغيرة جدا وزيادة كفاءة عملية الترشيح.

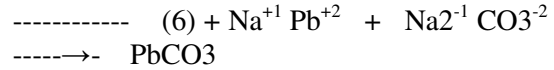


الشكل رقم (٤). يمثل نوبانية كربونات الرصاص كدالة لقيم pH

ترسب أيونات الرصاص على هيئة كربونات بكفاءة عالية نسبيا ٩٦.٦% عند القيمة المثلى للدالة الحامضية pH=11.2 وكما مبين من نتائج الجدول رقم (٣)، نلاحظ أيضا ارتفاع تركيز أيونات الرصاص المتبقية في المحلول وتكون نوبات من الدقائق المترسبة الصغيرة جدا وغير المترابطة مما يزيد في مشكلة ترشيحها. لذلك نقترح تدوير المحلول المترشح مرتين أو أكثر لزيادة كفاءة عملية الترشيح أو إضافة مرشح آخر عالي الكفاءة للدقائق الصغيرة جدا كمرحلة ثانية.

كبير من النوبات المترسبة والتي تلتصق مع بعضها البعض مكونة عجينة متماسكة وغير مسامية من راسب هيدروكسيد الرصاص. من نتائج الجدول رقم (2) نلاحظ بان أيونات الرصاص تترسب على هيئة كبريتات بكفاءة عالية نسبيا ٩٦% عند القيمة المثلى للدالة الحامضية pH=10.5، لكن تركيز أيونات الرصاص المتبقية في المحلول كبير نسبيا وسبب ذلك يعود إلى أن نوبات راسب الكبريتات المتكونة لا تلتصق بعضها مع البعض الآخر بقوة بل تكون منتشرة في المحلول مما يعرضها إلى التحلل مرتا أخرى بزيادة إضافة القاعدة للمحلول، وعليه تتكون عجينة هشة وغير متماسكة وذات مسامية عالية نسبيا من كبريتات الرصاص.

رسبت أيونات الرصاص على هيئة كربونات الرصاص باستخدام كربونات الصوديوم، وأجريت عدة تجارب على هذه الحالة وكانت أفضل النتائج هي التي رسمت في الشكل رقم (٤)، حيث يلاحظ من الشكل عند قيمة pH<9 فان أيونات الرصاص تكون دائية، بعدها بارتفاع الدالة الحامضية تبدأ هذه الأيونات تترسب على هيئة كربونات الرصاص عند قيمة pH=11 وهي القيمة المثلى للترسيب بالكربونات وحسب المعادلة التالية:



تعتبر كربونات الصوديوم من القواعد الضعيفة، لذلك فان الارتفاع البطيء للدالة الحامضية عند إضافة كربونات الصوديوم يؤدي إلى استعمال كميات مضاعفة من هذه المادة (٣ أضعاف) مما يزيد من كلفة عملية الترسيب، فيمكن استخدام القليل من هيدروكسيد الصوديوم للرفع السريع لقيمة الدالة الحامضية حتى قيمة pH=9 وبذلك تبقى أيونات الهيدروكسيد في المحلول، بعدها تصاف كربونات الصوديوم لغرض الترسيب، وبذلك يتشكل مركب للرصاص قليل التحلل مرتبط بأيونات الهيدروكسيد والكربونات معا وهو مركب غير مستقر وحسب المعادلة التالية: (Balaso, 2006.)

القاعدة المستعملة للترسيب	التركيز الابتدائي لأيونات الرصاص الداخلة mg/L	الدالة الحامضية pH	تركيز أيونات الرصاص المتبقية قبل الترشيح mg/L	تركيز أيونات الرصاص المتبقية بعد الترشيح mg/L	كفاءة عملية الترسيب الكيماوي %
كربونات الصوديوم Na2CO3 بتركيز ٢٠%	10	10.8	2.2	0.1	78
	25	11	1.55	0.06	93.8
	50	11.2	1.7	0.07	96.6

جدول رقم (٣). يبين تراكيز أيونات الرصاص المترسبة على هيئة كربونات.

جيدا، وبذلك تبدأ النوى بالتكون ويثن المزيج حتى تصل قيمة (pH=9.5) يتجانس المزيج بعدها يضاف هيدروكسيد الكالسيوم للمزيج المتجانس لتصل قيمة (pH=11.5) عندها يتحول المزيج إلى راسب، يلاحظ من هذه الطريقة تكون معقد غير منحل من أيونات الكبريتات والهيدروكسيدات مما يؤدي إلى تكون حماة صلبة ومتماسكة تحتاج إلى وسط ترشح (< ١ ماكرون) للسيطرة عليها، الدقائق العالقة الكلية في المحلول المترشح قليلة جدا، وكانت النتائج كما في الجدول رقم (٤).

نتائج الجدول رقم (٤) تبين الحصول على كفاءة ترسيب عالية جدا ٩٨.٥% عند القيمة المثلى للدالة الحامضية pH=11.5 ويتم ذلك باستخدام كبريتيد الحديد كمادة مخثرة في بداية عملية الترسيب، حيث تبدأ النوبات الدقيقة للراسب بالتكون والانتشار في المحلول بدون ترابط فيما بينها عند قيمة الدالة الحامضية pH=9 وعندها يضاف هيدروكسيد الكالسيوم لرفع قيمة الدالة الحامضية وبدورة يرسب هذه النوبات على شكل راسب ابيض من هيدروكسيد الرصاص. التجارب الأخيرة أجريت بإضافة كبريتيد الحديد للمياه الملوثة بأيونات الرصاص للتخثير مع خلط المزيج

كفاءة عملية الترسيب الكيميائي %	تركيز أيونات الرصاص المتبقية بعد الترشيح mg/L	تركيز أيونات الرصاص المتبقية قبل الترشيح mg/L	الدالة الحامضية pH	التركيز الابتدائي لأيونات الرصاص الداخلة mg/L	القاعدة المستعملة للترسيب
90	0.05	1.1	11.5	10	كبريتيد الحديد ٢٠% + هيدروكسيد الكالسيوم ٢٠%
96.3	0.01	0.95	11.3	25	
98.5	0.005	0.75	11.5	50	

جدول رقم (٤). يبين تراكيز أيونات الرصاص المترسبة باستخدام التخيير والترسيب .

Environmental Protection Agency, September (2000). Waste water Technology, Fact Sheet, Chemical Precipitation, Office of Water, Washington, D.C., EPA, 832-F-00-018.

Gavris, G., Stanasel, O. (Pode R., Stoia, M. and Chitac, V. (2008). *Rev. Chim.*, 59, 61-64.

Hagen, T., Marshall, and Wayne, E. (2004). *Proceedings of the Water, Environment Federation, Watershed*, 13, 1418-1430.

Hammer, M.J. (2005). *Water and Waste water Technology*. John Wiley & Sons, Inc., New York

Herck, P.V., Vandecasteele, C., Swennen, R. and Mortier, R. (2000). *Process. Environ. Sci. Technol.*, 34, 3802–3808.

Huang, H., Cheng, G., Chen, L., Zhu, X. and Xu, H. (2009). *Water Air, Soil Pollut.*, 203, 53-63.

Hewing, Alvin, N. Nethercutt, Richard, and Andrews, T. (1995). "Reducing Plating Line Metal Waste." *Pollution Engineering*. November 15, 1995.

Metcalf, Tchobanoglous, George and Burton, Franklin, L. (2008). *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse*

Nriagu, J.O., "AS ilent Epidemic of Environmental Metal Poisoning?" *Environ, Pollut*, 50, 139-161, (1988).

Oniciu, L. and Grunwald, E., *Galvanotehnica*, Ed. Stiintifica si Enciclopedica, Bucuresti, (1980).

Goyer, R.A., Chisoion, I.J. Lead, I.N. (2007). *Metallic contamination and human, health*. Academic press, New York, London.

Tiravanti, G., Marani, D., Pagano, M., Presicce, D.S. and Passino, R. (2002). *Ann. Chim.*, 92, 677-688

#### الاستنتاجات:

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها نستنتج بان ايونات الرصاص الخارجة مع مياه الفضلات الصناعية بصورة عامة والمياه الخارجة من صناعة البطاريات بصورة خاصة، يمكن التخلص منها بالترسيب الكيميائي، وان هذه الايونات تترسب بجميع القواعد الكيميائية المستخدمة في هذه الدراسة ولكنها تختلف من قاعدة إلى أخرى من حيث قيمة الدالة الحامضية المثلى التي يترسب عندها الكبر تركيز لايونات الرصاص، وكذلك تختلف في كفاءة عملية الترسيب لكل قاعدة، ومن خلال النتائج يمكن القول بان الترسيب بهيدروكسيد الكالسيوم هو الأفضل للكفاءة العالية التي تم الترسيب فيها ٩٩.٥% بالنسبة للتراكيز العالية ٩٣% بالنسبة للتراكيز الواطئة، وكذلك تراكيز ايونات الرصاص المتبقية قبل وبعد عملية الترشيح هي اقل قيمة تم الحصول عليها بالمقارنة مع القواعد المستخدمة الأخرى، إضافة إلى رخص ثمن هيدروكسيد الكالسيوم بالمقارنة مع القواعد الكيميائية المستخدمة. إزالة العناصر الثقيلة من المياه الصناعية قبل طرحها إلى الأنهار هو حل لكثير من المشاكل البيئية.

#### المصادر:

Abd El-Moniem, N.M., El-Sourougy, M.R. and Shaaban, D.A.F. (2005). *Pigment & Resin Technology*, 34, 332 – 339.

Al-Haj, A. and El-Bishtawi, R. (1997). *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 69, 27 – 34.

Badmus, M.A.O., Audu, T.O.K. and Anyata, B. (2007). "Removal of Copper. from Industrial Wastewaters by Activated Carbon Prepared from Periwinkle Shells", *Korean J. Chem. Eng.* 24.

Balaso, C.A., et al., (2006). "Soluble Sulfide Precipitation Study", Arthur D. Little, Inc., Final Report to USATHAMA, Report No. AMXTH-TE-CR-

Benefield, L.D. and Morgan, J.M. (1990). *Chemical Precipitation. Water, Quality and Treatment, A. Handbook of Community Water Supplies*. ed, Pontius, Frederick W., AWWA 4th Ed. McGraw-Hill, Inc. NY

Birzescu, M., Niculescu, M., Dumitru, R., Carp, O., and Segal, E. (2009). *J. Therm. Anal.*, 96, 979-986.

**Abstract**

**Removal of Lead Ions From Industrial Waste Water**

Mohammed Jaafer Ali Al-atabi

The effective removal of heavy metals from industrial wastewater is among the most important issues for many industrialized countries. Removal of lead (II) from aqueous solutions were studied using chemical precipitation .By this method lead recovered as a white precipitate, when add the chemical basic like (Ca(OH)<sub>2</sub>, NaOH, Na (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, FeS) in varies concentration of lead solution (10,25,50) mg/L, and different pH values of solution, to reach at the optimum pH value. The precipitation efficiency for each concentration above at the optimum pH was found. From the results obtained that the lead ions were precipitated in high efficiency as, (lead hydroxide 99.6% at pH=9.5, lead sulfate 96% at pH=10.5and lead carbonate 96.6% at pH=11.2).