

استخدام قشور الموز في إزالة أيونات النحاس والرصاص من المحاليل المائية

د. أحمد قره علي*

د. غياث عباس**

ميلان اسماعيل***

(تاريخ الإيداع 2021/ 8/ 24 . قُبِلَ للنشر في 2021/ 12/ 14)

□ ملخص □

تم في هذا البحث تحضير مادة مازة من قشور الموز، واستخدمت في إزالة أيونات pb^{+2} , Cu^{+2} من المحاليل المائية المحضرة بقيم تراكيز مختلفة. تمت دراسة تأثير بعض العوامل التي تؤثر على عملية الامتزاز: (قيم pH، كمية المادة المازة، زمن الامتزاز، التركيز الابتدائي للعناصر المدروسة). أظهرت النتائج أن أفضل إزالة حصلت عند قيمة pH=6 بالنسبة لعنصر الرصاص، بينما كانت أفضل إزالة لعنصر النحاس عند قيمة pH=7، وإن أعلى إزالة حصلت عند استخدام كمية مادة مازة مقدارها 1 g، وأن زمن الإزالة الأفضل كان عند 60 min بالنسبة لكلا العنصرين، ولوحظ تناقص في نسبة الإزالة مع ازدياد التركيز الابتدائي للرصاص وللنحاس. الكلمات المفتاحية: قشور الموز، أيونات الرصاص، أيونات النحاس.

* أستاذ - قسم الكيمياء البحرية- المعهد العالي للبحوث البحرية- جامعة تشرين- اللاذقية - سورية

** أستاذ - قسم تقانة الأغذية- كلية الهندسة التقنية- جامعة طرطوس- طرطوس - سورية

*** طالب دكتوراه - قسم الكيمياء البحرية- المعهد العالي للبحوث البحرية- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية

Using banana peels to remove the copper and lead ions from aqueous solutions

Dr. Ahamad Kara Ali *

Dr. Ghiyas Abbas **

Milan Esmail ***

(Received 24 /8 / 2021 . Accepted 14 / 12/ 2021)

□ ABSTRACT □

In this research, an adsorbent material was prepared from banana peels, and it was used to remove Pb^{+2} , Cu^{+2} ions from the prepared aqueous solutions with different concentration values. The effect of some factors affecting the adsorption process was studied: pH values, amount of adsorbent, adsorption time, initial concentration of the studied elements. The results showed that the best removal was obtained at a value of $pH = 6$ for lead, while the best removal of copper was at a value of $pH = 7$, and the highest removal occurred when an adsorbent amount of 1 g was used, and the best removal time was at 60 min for both The two elements, and a decrease in the percentage of removal was observed with the increase in the initial concentration of lead and copper.

Key words: banana peels, lead ions, copper ions

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

** Professor, food technical department technical engineering, Tartous University, Tartous , Syria.

***phd Student, marine Chemistry Department at higher institute of marine research, Tishreen University, Latakia , Syria.

مقدمة

المعادن الثقيلة هي مجموعة المعادن ذات الوزن الذري المرتفع [1]، والتي كثافتها أكبر من 5 g.cm^{-3} [5-1]. تعتبر سامة حتى بالتركيز المنخفضة، وتشمل الزئبق، والكاديوم، والزرنيخ، الكروم، التالوم، الزنك، النيكل، النحاس والرصاص [6]. يمثل استقرار المعادن الثقيلة وسميتها مشكلة بيئية خطيرة في عالمنا اليوم. تتراكم المعادن الثقيلة في بيئتنا نتيجة للأنشطة الطبيعية والبشرية [7].

تجد المعادن الثقيلة طريقها إلى المسطحات المائية من خلال مصافي تكرير النفط والتخلص من الحمأة وعمليات التعدين والصناعات التحويلية مثل (الدهانات، الأجهزة الإلكترونية والكهربائية، البطاريات، الأسمدة، والمبيدات الحشرية) [8]. يسبب وجود المعادن الثقيلة في المسطحات المائية آثار خطيرة على صحة الإنسان [9]. فعند التعرض إلى تركيز عالي من النحاس سيتسبب ذلك بضرر في المعدة والكلية والتقيؤ والإسهال والحمول [6]. كما يؤدي التعرض للرصاص إلى العديد من الآثار غير المرغوب فيها، منها الإضطرابات العصبية، والسلوكية، والمناعية، حيث يؤثر الرصاص على الكلية، الكبد، القلب، والأوعية الدموية. كذلك يمكن أن يتسبب التلوث بالرصاص إلى حدوث اعتلال دماغي ونوبات صرع وغيوبية، التعب، فقدان الذاكرة، ارتفاع ضغط الدم، اضطرابات الجهاز الهضمي، وفقدان الوزن [10].

هناك العديد من الطرائق التقليدية المستخدمة في إزالة أيونات المعادن الثقيلة من المياه، والتي تشمل الترسيب، التبادل الأيوني، التناضح العكسي، والتخثر الكهربائي والترشيح النانوي الخ. مع ذلك، فإن هذه الطرائق محدودة الاستخدام في الصناعات الكبيرة، لأن التكلفة التشغيلية مرتفعة. وبالتالي، فإن استخدام النفايات كمادة مازة في إزالة المعادن الثقيلة يعد اقتراحاً جيداً بحكم كونها رخيصة وفعالة [9]. تعتبر المواد الماصة (المازة) الحيوية المنتجة من النفايات الزراعية كمواد جيدة لامتصاص أيونات النحاس. يعد قشر الموز من النفايات الزراعية التي يتم التخلص منها في جميع أنحاء العالم كمواد عديمة الفائدة. على الرغم من كون قشور الموز تحتوي على بعض السماد العضوي وإمكانية استخدامها في مستحضرات التجميل، ومتاحة بسهولة ومنخفضة التكلفة وصديقة للبيئة [11]. تفيد التقارير بأن عدة أطنان من قشور الموز يتم طرحها يومياً من الأسواق والمنازل، والتي تسبب مشاكل بيئية مثل طول فترة تحللها عند تواجد كميات كبيرة من قشور الموز. لهذا السبب تم اختيار قشور الموز لاستخدامها كمادة مازة لأيونات المعادن السامة من المياه الصناعية [12]. وبالنظر إلى المعايير المذكورة سابقاً تم اختيار قشور الموز لتحضير مادة امتزاز حيوي [11]، حيث تتكون قشور الموز من السيلولوز، الهيميسيلولوز، البكتين، الليجنين والتي تحوي مجموعات وظيفية مثل مجموعات الكربوكسيل والهيدروكسيل والأمين، وهذه المجموعات الوظيفية الحيوية هي المسؤولة عن عملية الامتزاز و إزالة أيونات المعادن من المحاليل المائية [13-15].

أهمية البحث وأهدافه

أهمية البحث

تكمن أهمية هذا البحث في العمل على تحويل قشور الموز إلى مادة مازة والتي يطرح كميات كبيرة منها يومياً على مستوى العالم، ومحاولة الاستفادة منها في إزالة التلوث من المياه.

أهداف البحث:

- إنتاج مادة مازة حيوية من قشور الموز.
- استخدام هذه المادة المازة في إزالة بعض أيونات المعادن الثقيلة من المياه (الرصاص، النحاس).
- دراسة تأثير بعض العوامل على إزالة أيونات النحاس والرصاص من المحاليل المائية.

مواد وطرق البحث

مواد البحث

- قشور موز
- حمض آزوت %65 merck
- هيدروكسيد الصوديوم
- ماء ثنائي التقطير
- ماء عادي

الأجهزة المستخدمة

- مقياس pH
- هزاز
- مثقلة
- جهاز الامتصاص الذري (Varian 220)

تحضير قشور الموز

جمعت قشور الموز وقطعت إلى قطع صغيرة أصغر من 5 mm، غسلت القشور المقطعة لإزالة الأوساخ ثلاث مرات بالماء العادي وثلاث مرات بالماء المقطر. وجففت في ضوء الشمس لمدة 5 أيام، ثم في فرن في الدرجة 70 C° . طحنت قشور الموز المجففة وحولت إلى بودرة وحفظت في عبوات محكمة الإغلاق [11,12,16].



الشكل (1): قشور الموز وبودرة قشور الموز

طريقة العمل:

في هذا البحث تم دراسة تأثير بعض العوامل التي تؤثر على عملية الامتزاز (قيم pH، تأثير زمن الامتزاز، كمية المادة المازة، التركيز الابتدائي لأيونات المعادن) وتمت الدراسة على النحو التالي:

1- دراسة تأثير قيم pH:

تمت دراسة تأثير قيم pH على إزالة أيونات الرصاص والنحاس على بودرة قشور الموز بإضافة 1 g من بودرة قشور الموز إلى 100 ml لكل محلول من الرصاص والنحاس ذو التركيز 10 mg/l، تمت عملية ضبط قيم pH باستخدام HNO_3 (1M) و NaOH (1M). وضعت العينات على الهزاز بسرعة 150 rpm لمدة 60 min عند درجة حرارة الغرفة [16, 17]، ثم تم أخذ العينات، وتم تثقيفها باستخدام المثقلة

بسرعة دوران 3000 rpm لمدة 30 min، ومن ثم تمت عملية التحليل باستخدام جهاز الامتصاص الذري AAS.

2- دراسة تأثير زمن الامتزاز:

درس تأثير زمن الامتزاز على إزالة أيونات الرصاص والنحاس وذلك في مجال الزمن (20-120 min) بإضافة 1 g من بودرة قشور الموز إلى 100 ml لكل من محلولي الرصاص والنحاس ذو التركيز (10-20 mg/l). كانت سرعة الرج 150 rpm. قيمة pH بناءاً على ما تم التوصل له من الدراسة السابقة كانت pH=6 بالنسبة للرصاص و pH=7 للنحاس عند درجة حرارة الغرفة، من ثم أخذت العينات، وتم تنقيتها باستخدام المثقلة بسرعة دوران 3000 rpm لمدة 30 min، ومن ثم تمت عملية التحليل باستخدام جهاز الامتصاص الذري AAS.

3- دراسة تأثير كمية المادة المازة:

تم دراسة تأثير كمية المادة المازة على إزالة الرصاص والنحاس باستخدام كميات (0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4 g) من بودرة قشور الموز، التي أضيفت إلى 100 ml لكل محلول من الرصاص والنحاس بتركيز (10 mg/l). تم وضع العينات على الهزاز لمدة 60 min بسرعة اهتزاز 150 rpm عند درجة حرارة الغرفة. ثم أخذت العينات وتم تنقيتها باستخدام المثقلة بسرعة دوران 3000 rpm لمدة 30 min، ومن ثم تمت عملية التحليل باستخدام جهاز الامتصاص الذري AAS.

4- دراسة تأثير التركيز الابتدائي:

درس تأثير التركيز الابتدائي لأيونات الرصاص والنحاس وتأثيره على إزالة أيونات الرصاص والنحاس بإضافة 1 g من بودرة قشور الموز إلى 100 ml لكل محلول من الرصاص والنحاس المحضرة بتركيز (10, 20, 40, 80 mg/l)، ووضعت العينات على الهزاز 150 rpm لمدة 60 min في درجة حرارة الغرفة، ثم أخذت العينات وتنقيتها باستخدام المثقلة بسرعة دوران 3000 rpm لمدة 30 min، ومن ثم تمت عملية التحليل باستخدام جهاز الامتصاص الذري AAS.

$$R\% = \frac{(C_0 - C_e) \times 100}{C_0}$$

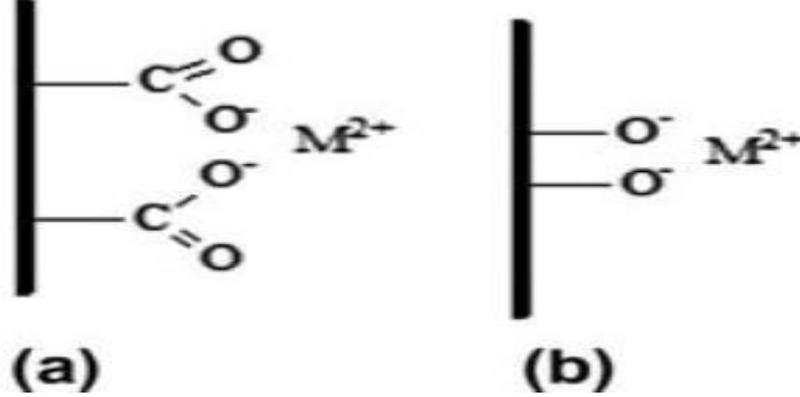
تم حساب نسبة الإزالة من العلاقة:

حيث C_0 التركيز الابتدائي (mg/l)، و C_e التركيز عند التوازن (mg/l) [11].

النتائج والمناقشة

1- تأثير pH:

يعد pH المحلول المائي عاملاً مهماً في التأثير على عملية الامتزاز [18, 19]. ويؤثر بشكل خاص على قدرة الامتزاز من خلال التحكم في شحنة سطح المادة المازة [18] حيث تكون شحنة سطح قشور الموز سالبة لوجود مجموعات الهيدروكسيل والكاربوكسيل التي يتم نزع الهيدروجين منها [20].

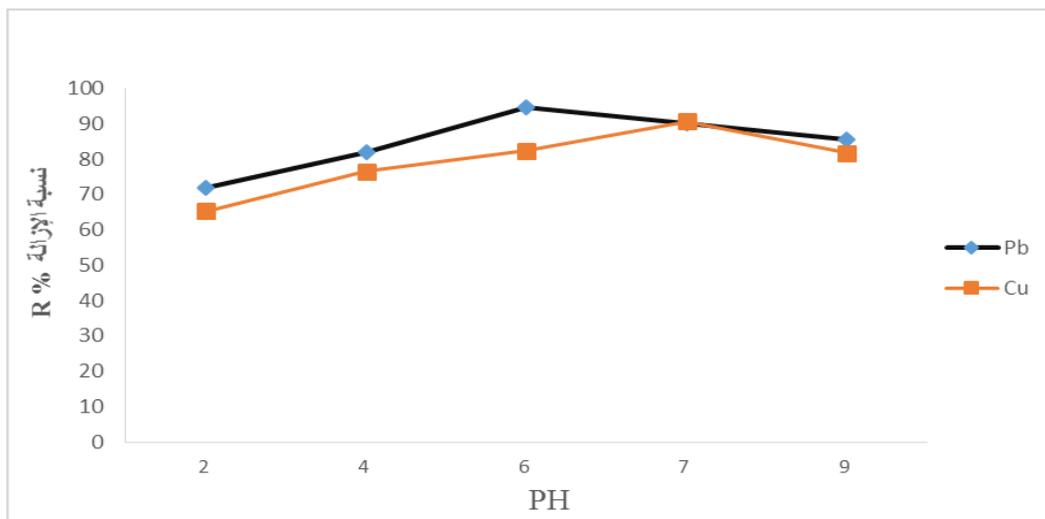


الشكل (2):

التفاعلات بين أيونات المعدن (M^{+2}) والمجموعات الكيميائية الموجودة في قشور الموز: a- الكاربوكسيل، b- الهيدروكسيل [20]

خلال عملية الامتزاز، تؤثر المجموعات الوظيفية، وشحنة السطح، ودرجة التأين، وقابلية الذوبان للمادة المازة على ارتباط أيونات المعادن على المادة المازة [19]. إذا كان pH المحلول منخفضاً، فقد تنخفض مستويات الامتزاز بسبب منافسة البروتونات للمواقع النشطة وتزداد كمية امتزاز العناصر من المحاليل المائية مع ازدياد pH [21]. عند قيم pH أكبر من 4 تصبح المواقع النشطة ذات الشحنات السالبة متاحة بشكل أكبر على المواد المازة (قشور الموز) كمجموعات الكاربوكسيل، مما ينتج عنه جذب قوي لأيونات المعدن إلى سطح المواد المازة. أما عند قيم pH القلوية تترسب المعادن على شكل هيدروكسيدات [22].

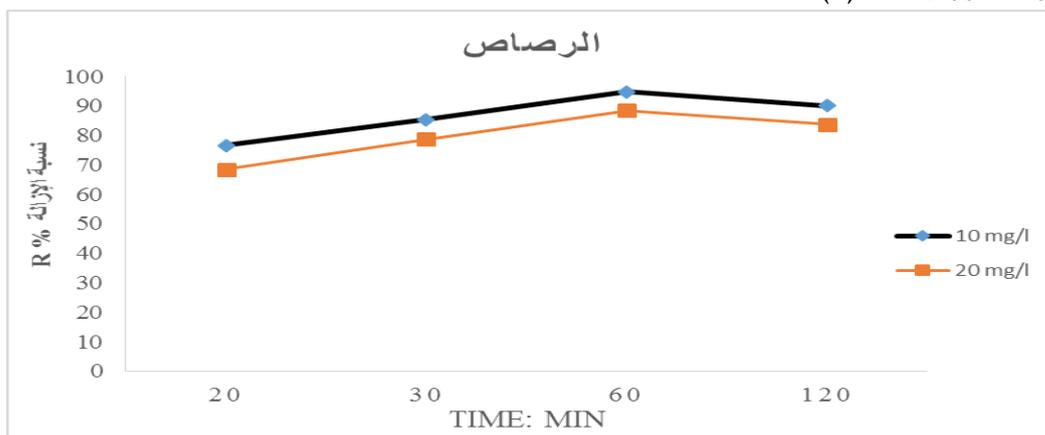
تمت دراسة تأثير قيم pH في المجال من (1-9) ويلاحظ من الشكل (3) ازدياد في نسبة إزالة الرصاص مع ازدياد قيم pH من 1-6، ثم بدأت قيم الإزالة بالتناقص مع ازدياد القيم حتى الوصول إلى قيمة pH=9، حيث بلغت أعلى إزالة عند قيمة pH=6 وكانت (94.77%). أما بالنسبة لعنصر النحاس، فقد لوحظ ازدياد في نسبة إزالته مع ازدياد قيمة pH من 1-7، ثم بدأت نسبة الإزالة بالتناقص بعد ذلك، وكانت أعلى نسبة إزالة عند قيمة pH=7 وبلغت قيمة مقدارها (90.73%).



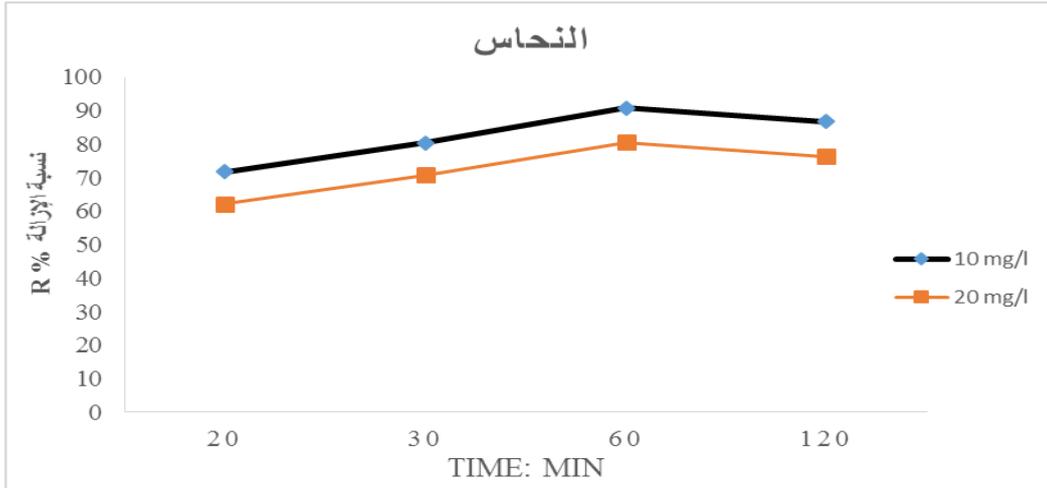
الشكل (3):

تأثير قيمة pH على إزالة النحاس والرصاص باستخدام قشور الموز (time: 60 min- dosage: 1g- rpm:150)
2- تأثير زمن الامتزاز:

يؤثر زمن الامتزاز بشكل كبير على عملية الامتزاز. يمكن أن يؤثر وقت الامتزاز على الكفاءة الاقتصادية للعملية وكذلك على حركية الامتزاز. لذلك يعد زمن الامتزاز من العوامل التي تحكم على أداء عملية الامتزاز [23]. يوضح الشكل (4) والشكل (5) تأثير زمن الامتزاز على إزالة النحاس والرصاص بواسطة قشور الموز عند تراكيز (10, 20 mg/l). حيث لوحظ ازدياد في نسبة إزالة كل من النحاس والرصاص مع ازدياد زمن الامتزاز، وأن أعلى إزالة كانت عند زمن 60 min، ثم تناقصت نسبة الإزالة بشكل قليل حتى الوصول إلى 120 min كما هو مبين في الشكل (4)، يمكن أن يرجع هذا التناقص إلى انتزاع بعض أيونات المعادن إلى المحلول مرةً أخرى بسبب طول فترة الامتزاز والشكل (5).



الشكل (4): تأثير زمن الامتزاز على إزالة الرصاص باستخدام قشور الموز (dosage: 1g- pH=6- rpm: 150)

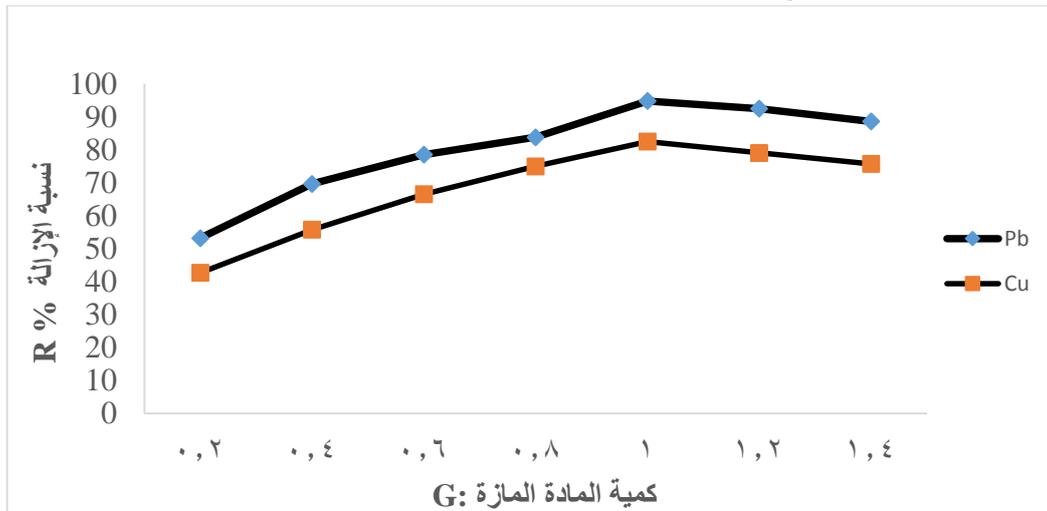


الشكل (5): تأثير زمن الامتزاز على إزالة الرصاص باستخدام قشور الموز (dosage: 1g- pH=7- rpm: 150)

3- تأثير كمية المادة المازة

بشكل عام يزداد مدى الامتزاز للمادة المنحلة بزيادة تركيز المادة المازة، لأنه بزيادة كمية المادة المازة يزداد عدد المواقع النشطة للامتزاز. ومع ذلك فإن امتزاز المادة المنحلة يمكن أن يقل بالنسبة لوحد لكتلة عند الازدياد في تركيز المادة المازة بسبب التنافس بين المواقع النشطة على الممتزات [23].

حيث يلاحظ ازدياد في نسبة إزالة كلا العنصرين مع ازدياد كمية المادة المازة، حيث كانت أعلى نسبة إزالة لهما عند كمية 1 g من قشور الموز وهذا يعود إلى ازدياد مساحة السطح، وازدياد في عدد المواقع النشطة المتاحة، مما سبب الارتفاع في نسبة الإزالة [12]، ثم يلاحظ تناقصت نسبة الإزالة مع ازدياد كمية المازة عن 1 g ويمكن أن يعزى ذلك إلى التجمع والتكتل للمادة المازة، مما يؤدي على انخفاض فعالية السطح في امتصاص المعادن [12]، بالنسبة للرصاص تراوحت نسبة الإزالة بين (53.16% - 94.77%)، وأعلى إزالة كانت (94.77%)، أما بالنسبة للنحاس فإن نسبة إزالته تراوحت بين (42.65% - 82.44%)، وأعلى إزالة كانت (82.44%) كما هو موضح في الشكل (6).

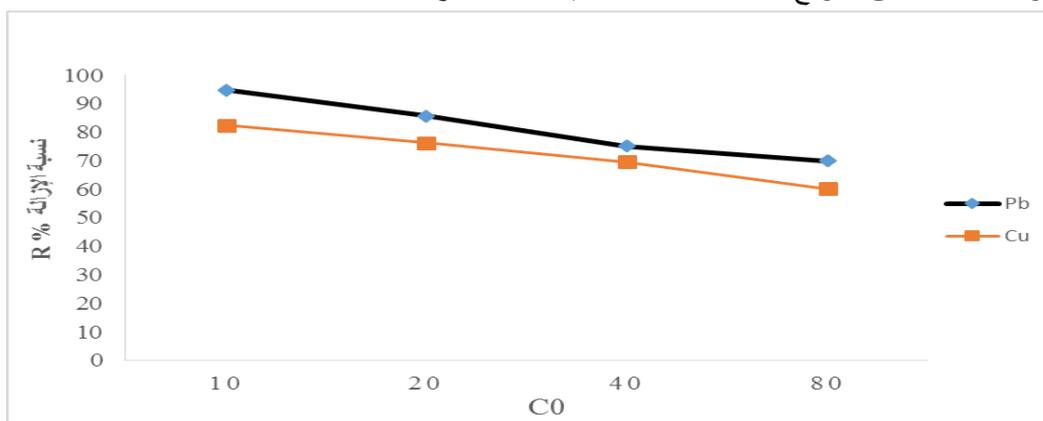


الشكل (6):

تأثير كمية المادة المازة على إزالة الرصاص والنحاس (time: 60 min- pH=7 Cu, pH=6 pb- C₀: 10 mg/l - rpm:150)

4- تأثير التركيز الابتدائي لأيونات الرصاص والنحاس:

تتأثر عملية الامتزاز بالتركيز الابتدائي للمادة الممتزة لأن أكبر كمية من الأيونات أو الجزيئات القابلة للإدمصاص تتجه إلى المواقع النشطة عند التركيزات العالية، مما يزيد من سرعة الامتزاز بينما الامتزاز يقل [24]. أظهرت النتائج تناقصاً في نسبة إزالة الرصاص والنحاس مع ازدياد التركيز الابتدائي، حيث أن أعلى إزالة كانت عند التركيز 10 mg/l، وأقل نسبة إزالة عند التركيز 80 mg/l كما هو مبين في الشكل (7)، ويعود السبب في ذلك إلى وجود عدد محدد من المواقع النشطة عند ثبات كمية المادة المازة.



الشكل (7):

تأثير التركيز الابتدائي للرصاص والنحاس على نسبة الإزالة (time: 60 min- pH=6 pb, pH=7 Cu- dosage: 1 g- rpm:150)

الاستنتاجات والتوصيات

- ✓ تم تحضير مادة مازة من قشور الموز.
- ✓ كانت أعلى نسبة إزالة للرصاص وفق الطريقة المقترحة عند قيمة pH=6، وعند قيمة pH=7 بالنسبة للنحاس.
- ✓ أفضل إزالة للرصاص والنحاس كانت عند كمية مادة مازة مقدارها 1 g، وعند زمن امتزاز 60 min.
- ✓ لوحظ تناقص في نسبة إزالة الرصاص والنحاس مع ازدياد التركيز الابتدائي للعنصر.
- ✓ أعطت الطريقة التي قمنا بتطبيقها نتائج جيدة في إزالة عنصري الرصاص والنحاس من المياه في التراكيز المنخفضة مما يعطي فرصة جيدة لاستخدامها في إنتاج بعض الفلاتر لتنقية المياه الملوثة بعنصري الرصاص والنحاس.
- ✓ وضع برنامج لتنظيم واستثمار النفايات الزراعية والغذائية في مجالات تساهم في التخفيف من التلوث البيئي.

المراجع

- [1]- ALENGBAWY, A. ABDELKHALEK, S.T. QURESHI, S.A. WANG, M.Q. 2021, *Heavy Metals and Pesticides Toxicity in Agricultural Soil and Plants: Ecological Risks and Human Health Implications*. *Toxics*, Vol. 9, N° 3, 1-33.
- [2]- MALIK, D.S. JAIN, C.K. ANUJ, K. YADAV. 2017, *Removal of heavy metals from emerging cellulosic low-cost adsorbents: a review*. *Appl Water Sci*, Vol. 7, N° 5, 2113-2136.
- [3]- PARMAR, M. THAKUR, S.L. 2013, *Heavy metal Cu, Ni and Zn: toxicity, health hazards and their removal techniques by low cost adsorbents: a short overview*. *International Journal of plant, animal and environmental sciences*, Vol. 3, N° 3, 143-157.
- [4]- OBINNA, B.I. EBERE, C.E. 2019, *A Review: Water pollution by heavy metal and organic pollutants: Brief review of sources, effects and progress on remediation with aquatic plants*. *Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal*, Vol. 2, N° 3, 5-38.
- [5]- VERTINSKY, A. 2021, *Problems of environmental pollution with heavy metals in the Russian Federation*. *E3S Web of Conferences*. Vol. 244, 1-7.
- [6]- GAUTAM, K.R. SHARMA, S.K. MAHIYA, S. CHATTOPADHYAYA, M.C. 2015, *Contamination of Heavy Metals in Aquatic Media: Transport, Toxicity and Technologies for Remediation*. *The Royal Society of Chemistry*, 1-24.
- [7]- YAHAYA, S.M. ABUBAKAR, F. ABDU, N. 2021, *Ecological risk assessment of heavy metal-contaminated soils of selected villages in Zamfara State, Nigeria*. *SN Applied Sciences*, Vol. 3, N° 2, 1-13.
- [8]- KAUSHAL, A. SINGH, S.K. 2017, *Removal of heavy metals by nano-adsorbents: A review*. *Journal of Environment & Biotechnology Research*, Vol. 6, N° 1, 96-104.
- [9]- YASIM, N. S. E. M., ISMAIL, Z. S., ZAKI, S. M. AZIS, M. F. A. 2016, *ADSORPTION OF Cu, As, Pb AND Zn BY BANANA TRUNK*. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, Vol. 20, N° 1, 187-196.
- [10]- SHARMA, S. SHARMA, V. PLAIWAL, R. PRACHETA. 2011, *Lead toxicity, oxidative damage and health implications. A review*. *International Journal for Biotechnology and Molecular Biology Research*, Vol. 2, N° 13, 215-221.
- [11]- HOSSAIN, M. A. NGO HAO, H. GUO, W. S. AND NGUYEN, T.V. 2012, *Removal of Copper from Water by Adsorption onto Banana Peel as Bioadsorbent*. *Int. J. of GEOMATE Japan*, Vol. 2, N° 2, 227-234.
- [12]- ANWAR, J. SHAFIQUE, U. ZAMAN, W. SALMAN, M. DAR, A. AND ANWAR, S. 2010, *Removal of Pb(II) and Cd(II) from water by adsorption on peels of banana*. *Bioresource Technology Pakistan*, Vol. 101, N° 6, 1752-1755.
- [13]- AFOLABI, F.O. MUSONGE, P. BAKARE, B.F. 2021, *Bio-sorption of copper and lead ions in single and binary systems onto banana peels*. *Cogent Engineering*, Vol. 8, N° 1, 1-14.
- [14]- MONDAL, N.K. ROY, A. 2018, *Potentiality of a fruit peel (banana peel) toward abatement of fluoride from synthetic and underground water samples collected from fluoride affected villages of Birbhum district*. *Applied Water Science*, Vol. 8, N° 3, 1-10.
- [15]- DESHMUKH, P.D. KHADSE, G.K. SHINDE, V. M. LABHASETWAR, P. 2017, *Cadmium Removal from Aqueous Solutions Using Dried Banana Peels as*

An Adsorbent: Kinetics and Equilibrium Modeling. J Bioremediat Biodegrad, Vol. 8, N^o. 3, 4239-4252.

[16]- HOSSAIN, M.A. NGO, H.H. GUO, W.S. NGUYEN, T.V. 2012, *Biosorption of Cu(II) From Water by Banana Peel Based Biosorbent: Experiments and Models of Adsorption and Desorption. Journal of Water Sustainability*, Vol. 2, N^o. 1, 87-104.

[17]- JENA, S. SAHOO, R.K. 2017, *Removal of Pb (II) from aqueous solution using fruits peel as a low cost adsorbent. International Journal of Science, Engineering and Technology*, Vol. 5, N^o. 1, 5-13.

[18]- AHMAD, I. SIDDIQUI, W.A. AHMAD, T. 2019, *Synthesis and characterization of molecularly imprinted magnetite nanomaterials as a novel adsorbent for the removal of heavy metals from aqueous solution. J mater res technol*, Vol. 8, N^o. 5, 1-7.

[19]- MUSTAPHA, S. SHUAIB, D.T. NDAMITSO, M.M. ETSUYANKPA, M.B. SUMAILA, A. MOHAMMED, U.M. 2019, *Adsorption isotherm, kinetic and thermodynamic studies for the removal of Pb(II), Cd(II), Zn(II) and Cu(II) ions from aqueous solutions using Albizia lebeck pods. Applied Water Science*, Vol. 9, N^o. 6, 1-11.

[20]- ARIFIYANA, D. DEVIANTI, V.A. 2021, *BIOSORPTION OF Fe (II) IONS FROM AQUEOUS SOLUTION USING KEPOK BANANA PEEL (Musa acuminata). Jurnal kimia dan pendidikan kimia*, Vol. 6, N^o. 2, 206-215.

[21]- DESHMUKH, P.D. KHADSE, G.K. SHINDE, V.M. LABHASETWAR, P. 2017, *Cadmium removal from aqueous solutions using dried banana peels as an adsorbent: kinetics and equilibrium modeling. Journal of Bioremediation & Biodegradation*, Vol. 8, N^o. 3, 1-7.

[22]- SHAH, J. KUMAR, S. SHARMA, S. SHARMA, R. SHARMA, R. 2016, *Removal of Nickel from aqueous solution by using low cost adsorbents: A Review. International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS)*, Vol. 2, N^o. 7, 48-73.

[23]- IFTEKHAR, S. RAMASAMY, D, L. SRIVASTAVA, V. ASIF, M. B. SILLANPAA, M. 2018, *Understanding the factors affecting the adsorption of Lanthanum using different adsorbents: A critical review. Chemosphere*, Vol. 204, 413-430.

[24]- MHEMEED, A. H. 2018, *A General Overview on the Adsorption. Indian Journal of Natural Sciences*, Vol. 9, N^o. 51, 16127-16131.