

دراسة فعالية مسحوق أكواز نبات الذرة (*Zea mays L.*) في إزالة عنصر الزنك من المياه الملوثةروان ماهر خرقي<sup>1\*</sup> و عماد الدين الخلف<sup>2</sup> و أمير الحاج صكر<sup>1</sup><sup>1</sup> قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة حلب، سورية.<sup>2</sup> قسم الكيمياء التحليلية والغذائية، كلية الصيدلة، جامعة حلب، سورية.\*للمراسلة: روان ماهر خرقي، البريد الإلكتروني: [khoraKirawan8@gmail.com](mailto:khoraKirawan8@gmail.com) ، هاتف: (0968061808)

تاريخ الاستلام: 2025 / 3 / 4 تاريخ القبول: 2025 / 5 / 28

## الملخص

تُستخدم المياه بشكل واسع في جميع جوانب الحياة اليومية ومع تنامي التقانات المختلفة والصناعات فإن جميع هذه الأنشطة تلوث المصادر المائية وخاصة الأنهار والجداول والقنوات والبحيرات الداخلية بشتى أنواع الملوثات ومنها العناصر الثقيلة. يهدف البحث لدراسة تأثير مسحوق أكواز نبات الذرة (*Zea mays L.*) المُعالجة وغير المُعالجة كمادة مازة، لإزالة الزنك من المحاليل المائية الملوثة، حيث تم دراسة جرعات مختلفة لمسحوق أكواز نبات الذرة المُعالجة من كل محلول بتركيز متدرجة (100- ppm -400 -300 -200، عند درجة حرارة ثابتة 20)) درجة مئوية، ودرجة حموضة pH=8، عند فترات تماس مختلفة، ثم رُشحت العينات وبعد ذلك تم قياس التراكيز المذكورة سابقاً باستخدام جهاز الامتصاص الذري، وقد أظهرت النتائج بأن نسبة الامتزاز لأكواز نبات الذرة المُعالجة تراوحت ما بين (33-94) % بين التركيزين (100-400) على التوالي، وبالمقابل تراوحت نسب أكواز نبات الذرة غير المُعالجة بين (0-18) %، وتم اختيار الجرعة المازة الاقتصادية المثلى لدى أكواز نبات الذرة المُعالجة (1.5 g).

الكلمات المفتاحية: الزنك، أكواز نبات الذرة، الامتزاز، مياه ملوثة، الامتصاص الذري.

## المقدمة:

أصبح الوصول إلى مياه الشرب النظيفة والأمنة مصدر قلق شديد، وخاصة في البلدان النامية ويعزى ذلك إلى التصنيع السريع والتحضر غير المخطط له وتغير المناخ وتلوث المياه بالمخلفات الصناعية والمنزلية والزراعية (Bilal et al., 2021) ؛ (Faour and Fayad.,2014). ومن المتوقع أن تؤثر هذه التغيرات على استدامة موارد المياه وجودتها وكميتها وإدارتها وفي نهاية المطاف ستؤدي إلى زيادة الضغط على المياه وتضرر أنظمة المياه (Faour and Fayad.,2014). حيث تتراوح الكتلة الذرية للعناصر الثقيلة بين (63.5-200.6) مما يجعلها ذات قدرة عالية على التراكم الحيوي في الأنسجة الحية بالإضافة إلى ذلك، تتميز هذه العناصر بمقاومتها للتحلل البيئي، مما يؤدي إلى استمرار وجودها في البيئة لفترات زمنية طويلة (Idowu et al.,2019). مما يؤثر سلباً على صحة الإنسان والبيئة (Akpor and Muchie.,2010).

حيث تقوم الأنشطة الصناعية بتصريف العناصر الثقيلة بشكل يتجاوز الحدود المسموح بها في الأنهار والجداول والمساحات المائية الأخرى ونتيجة لذلك، أصبحت مجاري المياه أكثر تلوثاً بمرور الوقت (Bulut and Altunkaynak.,2024).

قامت منظمة الصحة العالمية (WHO) بتصنيف ثلاثة عشر من العناصر الثقيلة على أنها سامة من بينها عنصر الزنك (Aguilar et al.,2020). قد يسبب التراكم المفرط للزنك (Zn) في جسم الإنسان والحيوان إلى إضعاف الجهاز المناعي و فقر

الدم وموت الأجنة وتلف الكبد والبنكرياس والكلية (Nurzulaifa et al.,2016). كذلك يسبب الاكتئاب، والخمول، وزيادة العطش (Muhammed.,2020). في حين يعد عنصر الزنك ساماً للبشر عند تناول جرعات تتراوح بين في مستويات (100- 500) ملغ يومياً (Osman1a et al.,2010) .

المصادر الرئيسية للزنك تشمل التصريفات في البيئة من السيارات وتكرير البترول والورق، المواد الكيميائية العضوية وغير العضوية، الأسمدة، الطاقة الفولاذية، وتصريف المناجم الحمضية والطلاء المعدني (Muhammed.,2020) . تتوفر تقنيات متنوعة لإزالة الزنك، بما في ذلك الترسيب الكيميائي، والتخثر والتلبد، والتخثير الكهربائي، والتعويم الكهربائي، والامتزاز، والتناضح العكسي، والتبادل الشاردي ومع ذلك، كل طريقة لها إيجابياتها وسلبياتها (Ghibate et al.,2017).

يعد الامتزاز وسيلة فعالة واقتصادية لتنقية المياه (Wirawan et al.,2019) . وقد اكتسب الامتزاز اهتماماً كبيراً بسبب انخفاض التكلفة، وسهولة توافر مواد المخلفات النباتية، وسهولة التشغيل، وإعادة الاستخدام وقدرة التجديد، والقدرة العالية على إزالة الأشكال المعقدة لمختلف العناصر الثقيلة (Faour and Fayad.,2014) . تعد الذرة من أكبر المحاصيل الإنتاجية في العالم (Buasri et al.,2012) وتعد أكواز الذرة واحدة من المخلفات النباتية التي لم يتم استغلالها بشكل كافٍ يحوي كوز الذرة على الهيميسليلوز (36 %)، السليلوز (40%) ، اللغنين (16%)، والبروتينات (3%) وقد تم التعرف عليها كمادة مازة جديدة لإزالة العناصر الثقيلة من المحاليل المائية (Lestari et al.,2020) ؛ (Banu and Aprodu.,2008)

كما أظهرت دراسات عديدة بأن هناك علاقة عكسية بين نصف القطر الشاردي وكفاءة عملية الامتزاز، حيث لوحظ أن انخفاض قيمة نصف القطر الشاردي يؤدي إلى زيادة معدل الامتزاز حيث يتميز الزنك (Zn (II بأنه أصغر نصف قطر شاردي مقارنة بالشوارد الأخرى، مما يمنحه قدرة امتزازية عالية جداً (Igwe and Abia.,2007) .

تتمتع المجموعات الوظيفية القطبية كالفينولات والأمينات والكحولات والكاربونيل في الكتلة الحيوية للمخلفات النباتية بإمكانية عالية لربط شوارد العناصر الثقيلة مثل: الكتلة الحيوية لنخيل الزيت، وقشور نباتات البطاطا، فول الصويا، والأرز والفول السوداني والقمح والمشمش واللوز وبذور نخيل التمر، وأكواز الذرة أظهرت القدرة على إزالة العناصر الثقيلة المختلفة من المحاليل المائية (Chaza et al.,2023)

حيث أظهر مسحوق أكواز الذرة (*Zea mays L.*) قدرة امتزاز عالية للزنك من مياه الصرف الصناعي بنسبة وصلت إلى (91%) (Ali et al.,2014). وبحسب الدراسة (Milojković et al.,2021). فقد أثبت حرير نبات الذرة كفاءة امتزاز مرتفعة لإزالة عنصر الزنك وصلت إلى (95%) في حين أثبتت الدراسة (Banu.,2006) . فعالية مسحوق أكواز الذرة لإزالة النيكل من المحاليل المائية بنسبة (82 %)، ومن ناحية أخرى فقد أبدت أكواز الذرة كفاءة مرتفعة لامتزاز عنصر النحاس بنسبة (89%) (Lestari et al.,2020).

نظراً للانتشار الكبير للعناصر الثقيلة في المياه والذي نتج عن الزيادة غير المنظمة في الأنشطة الصناعية وإلى جانب قدرة بعض المخلفات النباتية على تنقية المياه الملوثة فإنه يلاحظ قلة في الدراسات العلمية التي تركز على استغلال هذه المخلفات النباتية في عملية امتزاز العناصر الثقيلة، لذا فقد هدف هذا البحث إلى اختبار قدرة مسحوق أكواز نبات الذرة (المعالجة-غير المعالجة) على امتزاز الزنك من المياه.

مواد البحث وطرقه:

تم استخدام المواد والأدوات التالية: مسحوق نبات أكواز الذرة ، أوراق ترشيح Whatman filter ، مقياس درجة الحموضة pH ودرجة الحرارة C° (pH scan 30 pocket pH/ c° tester )، مطحنة أعشاب كهربائية Zhejiang Horus Industry ، ميزان حساس Electrical scale ، زجاجيات، محرك مغناطيسي Magnetic stirrer (AKMLAB,SH-4C)، فرن مجفف (Gemmy 888) Hot air oven، هزاز آلي مزود بمناخل قياسية متعددة الأحجام صنع شركة Retsch الألمانية طراز (AS.200)، ماء ثنائي التقطير، ماء أحادي التقطير، كبريتات الزنك المائية (H2O .7 ZnSO4)، 99.9% ، MERCK ، هيدروكسيد الصوديوم 98% ، BELAMI ، حمض الآزوت 65% ، eurolab ، جهاز التحليل الطيفي لامتصاص الذري، phoenix-986 ، موديل AA ، (UK).

تم جمع عينات من أكواز الذرة، من عدة أحياء في مدينة حلب خلال شهر تشرين الأول لعام 2023، حيث تم غسلها باستخدام ماء أحادي وثنائي التقطير لإزالة الشوائب (Kulmedov and Mohammed.,2023)؛ (Igwe et al., 2005). بعد ذلك جُففت الأكواز في الظل حتى وصلت إلى حالة ثبات الوزن، ثم طحنت الأكواز المجففة باستخدام مطحنة أعشاب كهربائية للحصول على مسحوق ناعم، وغُربل المسحوق الناتج عبر مناخل ذات أحجام تتراوح بين (200 - 425) ميكرومتر (Hummedi.,2021)؛ (Igwe et al., 2005). حيث تم تقسيم مسحوق أكواز الذرة إلى قسمين: قسم دون معالجة، وقسم آخر خضع للمعالجة .

- **مسحوق أكواز الذرة غير المُعالجة:** تم تحضير العينات عبر نقع 100 غرام من مسحوق أكواز الذرة في الماء أحادي التقطير لمدة 24 ساعة، تليها عملية غسل متكررة باستخدام الماء ثنائي التقطير لإزالة الشوائب بعد ذلك، تم ترشيح العينات وتجفيفها في فرن عند درجة حرارة 105 درجة مئوية لمدة 24 ساعة (El-Maghraby.,2019). بعد التجفيف، تم تبريد العينات لمدة 30 دقيقة (Kulmedov and Mohammed.,2023) . ثم تم تخزينها في عبوات محكمة الإغلاق وجافة لحين استخدامها لضمان الحفاظ على خصائصها (El-Maghraby.,2019).
- **مسحوق أكواز الذرة المُعالجة:** تم تنشيط المسحوق من خلال نقع 100 غرام من مسحوق أكواز الذرة في حمض الآزوت المخفف (HN03 v/v) بنسبة تركيز 2% لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة المختبر (Igwe and Abia.,2007) . بعد ذلك، تم غسل العينات عدة مرات باستخدام الماء أحادي التقطير، ثم بالماء ثنائي التقطير لإزالة الحموضة الزائدة بعد الغسل، تم ترشيح العينات وتجفيفها في الفرن عند درجة حرارة 105 درجة مئوية لمدة 24 ساعة (El-Maghraby.,2019). بعد التجفيف، تم تبريد العينات لمدة 30 دقيقة (Kulmedov and Mohammed.,2023) . ثم تم تخزينها في عبوات جافة مغلقة (El-Maghraby.,2019).
- **تحضير المياه الملوثة بعنصر الزنك:** وذلك بإذابة 22 غراماً من كبريتات الزنك (ZnSO4, 7.H2O) بنقاوة 99.9% في 1000ml من الماء ثنائي التقطير (stock soulation) وذلك لإعداد محلول بتركيز يعادل 5g/L من عنصر الزنك (Kulmedov and Mohammed.,2023). بعد ذلك تم تحضير سلسلة من التراكيز المتدرجة (100-200-300-400 PPM)، عن طريق أخذ أحجام مختلفة ( 10- 20- 30- 40) من محلول (stock soulation) وتم تخفيفه إلى حجم نهائي قدره 500ml باستخدام ماء ثنائي التقطير .

- تحضير سلسلة عيارية لمحلول عنصر الزنك: تم تحضير سلسلة من التراكيز المتدرجة للزنك (0.1 - 0.2 - 0.4 - 0.6 mg/L) عن طريق تخفيف المحاليل المدروسة بشكل مناسب لانتاسب مع سلسلة المحاليل العيارية وتم قياس جميع المحاليل باستخدام جهاز التحليل الطيفي لامتناص الذري.
- تم حساب نسبة الامتزاز المئوية للزنك من المياه الملوثة باستخدام المعادلة التالية: (Kulmedov and Mohammed.,2023).

$$V = \frac{V_0 - V_1}{V_0} \times 100$$

$V_0$  : الحجم دون ماز (بلانك) .

$V_1$  : الحجم المتبقي للزنك بعد الامتزاز .

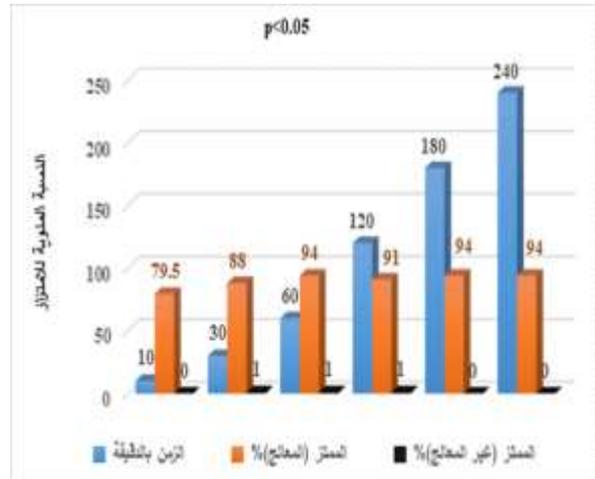
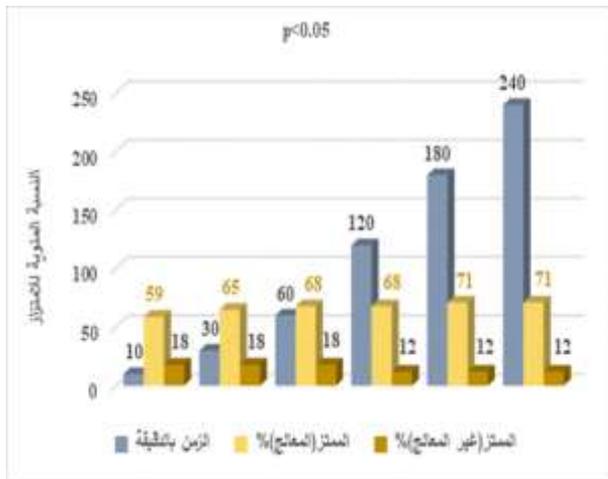
- زمن التماس: بُنيت التجربة لدراسة فترات تماس متدرجة (10-30-60-120-180-240 دقيقة (Kulmedov and Mohammed.,2023)؛ (Banu.,2006) . لكل من مسحوق أكواز الذرة (المعالجة وغير المعالجة) وذلك لكل تركيز من التراكيز المحددة سابقاً على حدة، تم إجراء التجارب عند درجة حرارة ثابتة قدرها (20) درجة مئوية (Ghibate et al.,2017)
- معاملات مسحوق أكواز الذرة (المعالجة-غير المعالجة): تمت دراسة التراكيز (100-200-300-400 ppm)، من خلال وزن (1g) من كل من مسحوق أكواز الذرة (المعالجة وغير المعالجة) ووضعها في (50ml) من كل محلول بتركيز المذكورة أعلاه على حدة، مع التحريك الجيد للمحلول (Chaza et al.,2023) . تم تثبيت سرعة التحريك باستخدام المحرك المغناطيسي عند 200 دورة في الدقيقة (Ghibate et al.,2017) . بعد ذلك تم القياس باستخدام (NaOH) المطول الخاص بمسحوق أكواز الذرة (المعالجة) فقط وتم ضبط pH ليساوي (8) (El-Maghraby.,2019). تم ترك العينات لفترات زمنية متتالية: (10-30-60-120-180-240) دقيقة (Kulmedov and Mohammed.,2023)؛ (Banu.,2006) بإستثناء التركيز 400ppm الذي تم تركه لمدة (60) دقيقة فقط، وذلك لحساب زمن التماس لامتناز (1g) من مسحوق أكواز الذرة (المعالجة وغير المعالجة) مع المياه الملوثة بعنصر  $Zn^{2+}$  بعد إنتهاء الفترات الزمنية تم ترشيح العينات ثم قياس تراكيز الزنك (100-200-300-400 ppm) باستخدام جهاز الامتناص الذري (El-Maghraby.,2019)؛ (Putri et al.,2018)
- معاملات جرعات متدرجة لمسحوق أكواز الذرة (المعالجة): تمت دراسة تأثير الجرعات المختلفة (0.250 - 0.500 g (3- 2- 1.500-1- 0.750- g على عملية الامتناز (Lestari et al.,2020). حيث تم وزن الكميات المحددة، ووضعها في 50ml من محلول بتركيز 200ppm مع التحريك الجيد، تم تثبيت سرعة التحريك باستخدام المحرك المغناطيسي عند 200 دورة في الدقيقة (Ghibate et al.,2017) . بعد ذلك تم قياس المحلول وضبط درجة (pH) باستخدام (NaOH) حتى تساوي (8) (El-Maghraby.,2019) . لحساب زمن تماس امتزاز الجرعات المتدرجة من مسحوق أكواز الذرة (المعالجة) مع المياه الملوثة بعنصر ( $Zn^{2+}$ ) وبعد إنتهاء الفترة الزمنية المحددة (60) دقيقة تم ترشيح العينات ثم قياس التراكيز المذكورة سابقاً باستخدام جهاز الامتناص الذري (El-Maghraby.,2019).

**الدراسة الإحصائية:** أُجري التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS النسخة 27 وتم استخدام معامل اختبار تطيل تباين ANOVA لبيان تأثير الفروقات بين مسحوق أكواز نبات الذرة (المعالجة-غير المعالجة) لإزالة الزنك من المياه الملوثة حيث بلغت القيمة الاحتمالية  $p=0.001 < 0.05$ .

النتائج والمناقشة:

1- نسبة إزالة عنصر الزنك عند التراكيز (100 - 200 - 300 - 400):

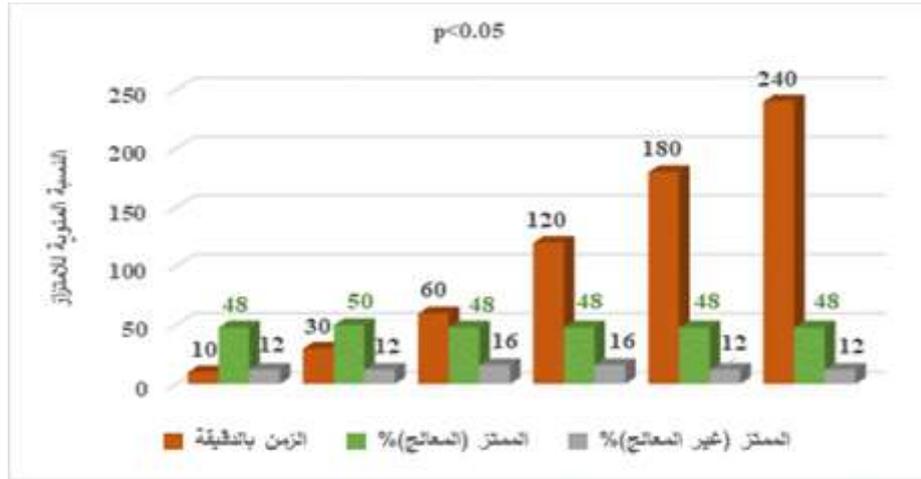
أظهرت النتائج في الشكل رقم (1). قدرة مسحوق أكواز الذرة (المعالجة) على إزالة الزنك من المياه الملوثة، حيث تراوحت نسبة الإزالة بين (79.5-94%)، حيث أدى استخدام مسحوق أكواز الذرة المعالجة ذو التركيز 100 ppm إلى إزالة الزنك من المياه الملوثة بالحد الأعلى (94 %) عند أزمدة التماس (60-180-240) دقيقة، وسُجّلت بالمقابل أدنى نسبة امتزاز (79.5 %) عند زمن التماس 10 دقائق، وقد يعود ذلك إلى أن المادة المازة تمتاز الحد الأقصى من الزنك حتى التشبع (Hasanah et al.,2022) والذي يحدث خلال 30 دقيقة بعد ذلك تظل نسبة الامتزاز ثابتة حتى 60 دقيقة (Horsfall and Abia.,2003). أما عند المقارنة مع مسحوق أكواز الذرة غير المعالجة فقد سُجّلت أعلى نسبة امتزاز وصلت إلى (1%) عند أزمدة التماس (30-60-120) دقيقة، وأدنى نسبة امتزاز كانت (0%) عند أزمدة التماس (10-180-240) دقيقة، مع عدم وجود فروقات معنوية وقد يعود ذلك إلى أن أكواز الذرة غير المعالجة تكون بطيئة الامتزاز (Oliveira et al.,2008). وبالتالي تنخفض قدرتها على الامتزاز (Kumar et al.,2011) كذلك قد ترجع فعالية أكواز الذرة إلى وجود مركبات تتكون أكواز الذرة بشكل عام من السليلوز، الهيميسليلوز، اللغنين، حيث أن السليلوز لديه قدرة كبيرة في عملية الامتزاز بسبب وجود مجموعات OH لاستخدامها كمادة مازة للعناصر الثقيلة. (Hasanah et al.,2022) كما أدى التعديل الكيميائي بشكل عام إلى تحسين قدرة الامتزاز ربما يرجع ذلك إلى ارتفاع عدد مواقع الارتباط النشطة بعد التعديل، وتشكيل مجموعات وظيفية جديدة تفضل امتزاز العناصر الثقيلة حيث يمكن للنفائات النباتية المعدلة أن تعزز من امتزاز العناصر الثقيلة (Kumar et al.,2011). وكذلك تقدم الكتلة الحيوية المعالجة بالأحماض مساحة سطحية أكبر (Horsfall and Abia.,2003).



الشكل (1): نسبة إزالة الزنك من المياه الملوثة بتركيز 100ppm باستخدام مسحوق أكواز الذرة المازة المعالجة وغير المعالجة باستخدام مسحوق أكواز الذرة المازة المعالجة وغير المعالجة. وتوافقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة في إندونيسيا لأكواز نبات الذرة (*Zea mays*) وقشور البيض حيث أظهرت أن امتزاز الزنك يرجع إلى أن المادة المازة مشبعة بالفعل وكانت نسبة الزنك الممتز (82.8%) (Hasanah et al.,2022). وتوافقت أيضاً مع دراسة أخرى في نيجيريا حيث تبين أن استخدام مخلفات الكسافا (*Manihot sculenta* Cranz) غير المعالجة لإزالة الزنك من المحاليل المائية انخفضت فيها كفاءة الامتزاز إلى أقل من (15%) (Horsfall and Abia.,2003).

كما أظهرت النتائج في الشكل رقم (2). قدرة امتزاز لمسحوق أكواز الذرة (المعالجة) لإزالة الزنك من المياه الملوثة، حيث تراوحت نسبة الإزالة ما بين % (59-71) عند دراستها بتركيز **200ppm**، حيث سُجل أعلى نسبة امتزاز (% 71) عند زمني التماس (240-180) دقيقة، وأدنى نسبة امتزاز (% 59) عند الزمن 10 دقائق، وقد يعود ذلك إلى أن نسبة إزالة الزنك تزداد تدريجياً، ثم تتباطئ، لتصل في النهاية إلى حالة التوازن مع مرور زمن التماس (Al-Saidi et al., 2022). وقد يعود ذلك إلى قلة مواقع الامتزاز غير المشبعة المتاحة مع زيادة زمن التماس (Adesanmi et al., 2020). وتبين وجود فروقات معنوية ما بين أزمنة التماس (240-10) دقيقة، كما تبين عدم وجود فروقات معنوية بين أزمنة التماس (60-120) وبين (180-240) دقيقة، وذلك بالمقارنة مع مسحوق أكواز الذرة غير المعالجة، فقد سُجلت أعلى نسبة امتزاز (% 18) عند أزمنة التماس (60-30-10) دقيقة، وأدنى نسبة امتزاز (% 12) عند أزمنة التماس (120-180-240)، وقد يعود ذلك وبسبب استخدام الكتلة الحيوية غير المعالجة كمادة مازة حيوية العديد من المخاطر مثل انخفاض قدرة الامتزاز وارتفاع نسبة الأكسجين الكيميائي والطلب الكيميائي الحيوي وكذلك إجمالي الكربون العضوي في البيئة المائية بسبب إطلاق المركبات العضوية القابلة للذوبان الموجودة في المخلفات النباتية (Kumar et al., 2011) توافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة برتغالية لمخلفات نبات الزيتون (*Olea europaea*) حيثُ انخفضت فيها إزالة الزنك من (% 93) إلى (% 40) عندما زاد التركيز الأولي من (10-200) mg/L (Fernando et al., 2009). كما أظهرت نتائج دراسة ماليزية (Taib et al., 2023). أن قشور نبات البطيخ (*Cucumis melo*) تمتلك كفاءة عالية في إزالة الزنك من المحاليل المائية، حيث بلغت نسبة الإزالة (% 87) خلال 10 دقائق فقط من زمن التماس، بينما وصلت إلى (% 93) بعد 240 دقيقة مما يدل على أن عملية الامتزاز كانت سريعة في البداية حيث تمت إزالة معظم الزنك بسرعة، ثم وصلت إلى مرحلة التشبع بعد ذلك لم تُظهر الزيادة في زمن التماس تأثيراً كبيراً على كفاءة الإزالة.

في حين بينت النتائج في الشكل رقم (3)، قدرة امتزاز لمسحوق أكواز الذرة (المعالجة) لإزالة الزنك من المياه الملوثة، عند التركيز المدروس **300ppm** حيثُ تراوحت الإزالة ما بين % (48-50) فقد وصلت أعلى نسبة امتزاز الزنك (% 50) عند الزمن 30 دقيقة، وسُجلت بالمقابل أدنى نسبة امتزاز (% 48) عند أزمنة التماس (10-60-120-180-240) دقيقة، وهذا يشير إلى حالة الوصول إلى التوازن عند زمن التماس (60) دقيقة، وقد يعود ذلك لاستنفاد مواقع الامتزاز الذي يكون محدود عند التركيزات العالية (Kulmedov and Mohammed., 2023). كما يعود ذلك إلى اقتراب السطح الماز من الامتلاء فتتخفف بذلك نسبة الإزالة (Bulut and Altunkaynak., 2024). كما أظهرت الدراسة الحالية عدم وجود فروقات معنوية بين أزمنة التماس (10-240) وبين (30-240) دقيقة، أما بالنسبة لأكواز الذرة غير المعالجة فكانت أعلى نسبة امتزاز (% 16) عند زمني التماس (60-120) دقيقة، وأدنى نسبة امتزاز كانت (% 12) عند أزمنة التماس (10-30-180-240) دقيقة، كذلك أظهرت الدراسة عدم وجود فروقات معنوية بين (10-240)، ووجود فروقات معنوية بين (10-60) دقيقة وبين (10-120) دقيقة، وقد يعود ذلك إلى انخفاض مساحة سطح أكواز الذرة ووجود بعض المركبات العضوية كالدون والبيكتين والتي يمكن أن تتداخل مع عملية الامتزاز (Castro et al., 2021). توافقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة (Taib et al., 2023). في ماليزيا لقشور نبات البطيخ (*Cucumis melo*) حيث تخفف نسبة إزالة الزنك بشكل كبير من (% 95.2) لتصل إلى (% 39.2) مع زيادة التركيز الأولي من (50-250) mg/L.



الشكل (3): نسبة إزالة الزنك من المياه الملوثة بتركيز 300ppm باستخدام مسحوق أكواز الذرة المازة المعالجة وغير المعالجة

مع تشابه بتفسير التراكيز السابقة أوضحت نتائج قدرة امتزاز مسحوق أكواز الذرة (المعالجة-غير المعالجة) لإزالة الزنك من المياه الملوثة، عند الدراسة بتركيز 400ppm حيث تراوحت نسبة الإزالة ما بين % (23-33) وذلك عند زمن ثابت (60) دقيقة، حيث سُجّلت أعلى قيمة امتزاز (33%)، لمسحوق أكواز الذرة المعالجة وذلك بالمقارنة مع أكواز الذرة غير المعالجة حيث سُجّلت أعلى قيمة (23%)، وقد يعود ذلك إلى عند التركيز الأعلى تتخفض نسبة وصول الزنك إلى مواقع الارتباط بالماز (Aschale *et al.*, 2021). وتصبح مواقع الامتزاز أقل (Farooq *et al.*, 2019).

## 2- نسبة إزالة عنصر الزنك باستخدام جرعات متدرجة:

تظهر النتائج الواردة في الشكل رقم (4). قدرة امتزاز الجرعات لمسحوق أكواز الذرة (المعالجة) لإزالة الزنك من المياه الملوثة، بزمن (60) دقيقة وبتراكيز 200ppm، تُبين ارتفاع نسبة إزالة الزنك من (62%) إلى (73.5%) على التوالي عند زيادة جرعة الماز من g (3 - 0.250)، ولوحظ ثبات بنسبة الامتزاز (71%) عند الجرعتين g (3 - 2)، كذلك تبين أن نسبة الامتزاز تزداد مع زيادة كمية جرعة المازة وقد يعود ذلك لوفرة عدد المواقع النشطة وزيادة مساحة السطح والمسام بحيث يمكن امتزازها على النحو الأمثل إلى أن تصبح مشبعة (Hasanah *et al.*, 2022). وأما بالنسبة لثبات قيمة الامتزاز قد يعود ذلك إلى أن زيادة الجرعة الماز تؤدي إلى زيادة التكتلات واللزوجة في المحلول مما يقلل من مساحة السطح الفعالة المتاحة ويؤدي إلى صعوبة الامتزاز (Farooq *et al.*, 2019). حيث لا يزال هناك زيادة في كفاءة الإزالة ولكن صغيرة جداً وهي (71%-73.5%) بين الجرعتين g (2-1.5)، لذلك تم اختيار الجرعة المازة الاقتصادية المثلى لتكون g (1.5) وبنسبة امتزاز (73.5%)، وقد يعود ذلك لأنه عند الحد الأقصى من جرعة المازة تصبح كمية الشوارد الحرة والمنظمة إلى الماز ثابتة حتى مع زيادة الجرعة (Ghani *et al.*, 2007). وقد يعود ذلك إلى أن التحميل العالي للماز وتراكم الجزيئات الممتزة يؤدي لتداخل مواقع الامتزاز ويسبب انخفاض مساحة السطح (El-Maghraby., 2019). كما بينت النتائج عدم وجود فروقات معنوية بين الجرعات g (0.250-0.500)، مع عدم وجود فروقات معنوية بين الجرعات g (2-3)، وفيما أظهرت وجود فروقات معنوية بين الجرعات g (0.500-3)، حيث توافقت نتائج دراستنا الحالية مع دراسة مصرية، فقد أظهرت عند زيادة الجرعة من g (2-1.5)، لمسحوق أكواز الذرة (*Zea mays*) كانت نسبة امتزاز الرصاص ثابتة (75%) (Ghani *et al.*, 2007).



الشكل (4): نسبة إزالة الزنك من المياه الملوثة بتركيز 200 ppm باستخدام الجرعات المازة من مسحوق أكواز الذرة المُعالجة

#### الاستنتاجات:

1. أظهرت النتائج وجود فروقات معنوية كبيرة في نسبة إزالة الزنك بين مسحوق أكواز الذرة المُعالجة وغير المُعالجة.
2. تبين عند كافة التراكيز المدروسة الوصول إلى التوازن بزمن تماس (60) دقيقة في عملية امتزاز عنصر الزنك.
3. تنخفض نسبة إزالة الزنك تدريجياً مع زيادة التراكيز.
4. أدى تنشيط أكواز الذرة إلى تحسين قدرة الامتزاز للمواد المازة.

#### التوصيات:

1. دراسة إمكانية استخدام مخطفات أكواز نبات الذرة في عملية الامتزاز للعناصر الثقيلة من المياه الصناعية.
2. مقارنة الأداء مع مميزات أخرى كيميائية متاحة تجارياً لتحديد الجدوى الاقتصادية للدراسة.

الشكر: نشكر جامعة حلب والمجلة السورية للبحوث الزراعية على تمويل الأبحاث

#### المراجع:

- Abdel-Ghani, N. T., Hefny, M., & El-Chaghaby, G. A. (2007). Removal of lead from aqueous solution using low cost abundantly available adsorbents. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 4, 67-73.
- Adesanmi, A., Evuti, A., Aladeitan, Y., & Abba, A. (2020). Utilization of waste in solving environmental problem: Application of banana and orange peels for the removal of lead (II) ions from aqueous solution of lead nitrate. *Nigeria Journal of Engineering Science and Technology Research*, 6(1), 18-33.
- Ahmed Muhammed, N. (2020). removal of  $zn^{2+}$ ,  $cd^{2+}$  and  $pb^{2+}$  from aqueous solution by chemically modified potato (*Solanum tuberosum*) peel (Doctoral dissertation, Haramaya university).

- Akpor, O. B., & Muchie, M. (2010). Remediation of heavy metals in drinking water and wastewater treatment systems: processes and applications. *International Journal of Physical Sciences*, 5(12), 1807-1817.
- Ali, M., Khalid, R., & Majid, M. (2014). The removal of Zinc, Chromium and Nickel from industrial waste water using Corn cobs. *Iraqi Journal of Science*, 55(1), 123-131.
- Aschale, M., Tsegaye, F., & Amde, M. (2021). Potato peels as promising low-cost adsorbent for the removal of lead, cadmium, chromium and copper from wastewater. *Desalin. Water Treat*, 222, 405-415.
- Banu, I. (2006). Sorption kinetics of zinc and nickel ions on maize cob. *Scientific Study & Research*, 7(2).
- Banu, I., & Aprodu, I. (2008). Potential of maize cobs for removal Zn (II) and Ni (II) in aqueous systems. *Revista de Chimie Bucharest*, 59, 1375-1377.
- Ben-Ali, S., Jaouali, I., Souissi-Najar, S., & Ouederni, A. (2017). Characterization and adsorption capacity of raw pomegranate peel biosorbent for copper removal. *Journal of cleaner production*, 142, 3809-3821.
- Bilal, M., Ihsanullah, I., Younas, M., & Shah, M. U. H. (2021). Recent advances in applications of low-cost adsorbents for the removal of heavy metals from water: A critical review. *Separation and Purification Technology*, 278, 119510.
- Buasri, A., Chaiyut, N., Tapang, K., Jaroensin, S., & Panphrom, S. (2012). Equilibrium and kinetic studies of biosorption of Zn (II) ions from wastewater using modified corn cob. *Apchee Procedia*, 3, 60-64.
- Bulut, A., & Altunkaynak, Y. (2024). Effective removal of Ni (II) ions from aqueous solutions using low-cost, eco-friendly natural and NaOH/CaCl<sub>2</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH-modified potato peels. *Ionics*, 1-15.
- Castro, D., Rosas-Laverde, N. M., Aldás, M. B., Almeida-Naranjo, C. E., Guerrero, V. H., & Pruna, A. I. (2021). Chemical modification of agro-industrial waste-based bioadsorbents for enhanced removal of Zn (II) ions from aqueous solutions. *Materials*, 14(9), 2134.
- Chaza, T., Mangoma, N., Nyakuedzwa, T., & Ncube, T. (2023). Valorization of Groundnut Shell Biomass for Biosorption of Hexavalent Chromium from Aqueous Solution. *Journal of Sustainable Development*, 16(2), 1-72.
- Chen, X. C., Wang, Y. P., Lin, Q., Shi, J. Y., Wu, W. X., & Chen, Y. X. (2005). Biosorption of copper (II) and zinc (II) from aqueous solution by *Pseudomonas putida* CZ1. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 46(2), 101-107.
- El-Maghraby, L. M. (2019). Removal of copper (II) and ferric (III) ions from aqueous solutions by adsorption using potato peel. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 50(3), 98-111.
- Faour, G., & Fayad, A. (2014). Water environment in the coastal basins of Syria-assessing the impacts of the war. *Environmental Processes*, 1(4), 533-552.
- Farooq, M. U., Jalees, M. I., Iqbal, A., Zahra, N., & Kiran, A. (2019). Characterization and adsorption study of biosorbents for the removal of basic cationic dye: kinetic and isotherm analysis. *Desalin water treat*, 160, 333-342.
- Fernando, A., Monteiro, S., Pinto, F., & Mendes, B. (2009). Production of biosorbents from waste olive cake and its adsorption characteristics for Zn<sup>2+</sup> ion. *Sustainability*, 1(2), 277-297.
- Gahlan, A., Hosny, S., Fathi, A., & Fargaly, O. (2023). Removal of Zn, Pb, and Ni heavy metals from aqueous system using efficient modified-banana peel adsorbent. *Current Chemistry Letters*, 12(1), 45-54.

- Ghibate, R., Sabry, F., Senhaji, O., Taouil, R., & Touzani, M. (2017). State of the art of technologies for Zn<sup>2+</sup> ions removal from industrial effluents with adsorption: Examination of process parameters (Part I). *International Journal for Innovative Research in Science and Technology*, 2, 39-48.
- Gómez Aguilar, D. L., Rodríguez Miranda, J. P., Astudillo Miller, M. X., Maldonado Astudillo, R. I., & Esteban Muñoz, J. A. (2020). Removal of Zn (II) in synthetic wastewater using agricultural wastes. *Metals*, 10(11), 1465.
- Hasanah, U. I., Utami, B., & Susilowati, E. (2022). Combination of Corn Waste and Egg Shell as Zn Metal Adsorbent with Batch System. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 7(2), 223-233.
- Horsfall Jr, M., & Abia, A. A. (2003). Sorption of cadmium (II) and zinc (II) ions from aqueous solutions by cassava waste biomass (*Manihot sculenta* Cranz). *Water research*, 37(20), 4913-4923.
- Hummadi, K. K. (2021). Optimal operating conditions for adsorption of heavy metals from an aqueous solution by an agriculture waste. *Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering*, 22(2), 27-35.
- Idowu, A. A., Temilade, F. A., Peter, A., Vahidhabanu, S., & Babu, B. R. (2019). Agro waste material as ecofriendly adsorbent for the removal of Zn (II): Isotherm, kinetic, thermodynamic and optimization studies. *Desalination and Water Treatment*, 155, 250-258.
- Igwe, J. C., & Abia, A. A. (2007). Adsorption isotherm studies of Cd (II), Pb (II) and Zn (II) ions bioremediation from aqueous solution using unmodified and EDTA-modified maize cob. *Eclética Química*, 32, 33-42.
- Igwe, J. C., & Abia, A. A. (2007). Equilibrium sorption isotherm studies of Cd (II), Pb (II) and Zn (II) ions detoxification from waste water using unmodified and EDTA-modified maize husk. *Electronic Journal of Biotechnology*, 10(4), 536-548.
- Igwe, J. C., Ogunewe, D. N., & Abia, A. A. (2005). Competitive adsorption of Zn (II), Cd (II) and Pb (II) ions from aqueous and non-aqueous solution by maize cob and husk. *African Journal of Biotechnology*, 4(10), 1113.
- Kulmedov, B., & Mohammed, A. (2023). Utilizing Modified Maize Cobs as an Agricultural Waste Adsorbent for Removing Zinc (II) and Chromium (VI) Ions from Wastewater. *Water Conservation Science and Engineering*, 8(1), 30.
- Kumar, J., Balomajumder, C., & Mondal, P. (2011). Application of Agro-Based Biomasses for Zinc Removal from Wastewater—A Review. *CLEAN—Soil, Air, Water*, 39(7), 641-652.
- Lestari, A. Y. D., Chafidz, A., Hapsari, A. R., Elnaufal, W. D., Indri, S. N., Alatas, M. M., & Mulyono, S. (2020). Magnetically modified corn cob as a new low-cost biosorbent for removal of Cu (II) and Zn (II) from wastewater. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 9(2), 96-102.
- Miljković, J., Dimitrijević, J., Koprivica, M., Mihajlović, M., Šoštarić, T., Petrović, J., & Simić, M. (2021). Corn Silk as Biosorbent for Pb, Zn and Cu Removal: Batch and Fixed-bed Column Study. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*, 22(12), 1-11.
- Nurzulaifa, S. E. M. Y., Zitty, S. I., Suhanom, M. Z., & Mohd, F. A. A. (2016). Adsorption of Cu, As, Pb and Zn by Banana Trunk. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 20(1), 187-196.

- Oliveira, W. E., Franca, A. S., Oliveira, L. S., & Rocha, S. D. (2008). Untreated coffee husks as biosorbents for the removal of heavy metals from aqueous solutions. *Journal of hazardous materials*, 152(3), 1073-1081.
- Osman1a, H. E., Badwy, R. K., & Ahmad, H. F. (2010). Usage of some agricultural by-products in the removal of some heavy metals from industrial wastewater. *journal of Phytology*, 2(3).
- Putri, F. A., Hamadi, N. F., Lestari, A. Y. D., Chafidz, A., & Mutiara, T. (2018). Potential of Modified Corn Cob (*Zea mays* L.) and Petai Hull (*Parkia hassk*) as New Biosorbent for Removal of Lead Waste. *Key Engineering Materials*, 783, 126-131.
- Taib, N. I., Rosli, N. A., Rejab, M. M., Rosdi, N. A. F. M., Aziz, N. A. A., & Abd Halim, S. N. (2023). Kinetic and equilibrium modeling of low-cost adsorbent of untreated watermelon peel for adsorption of zinc (II). *Desalination and Water Treatment*, 306, 122-130.
- Al-Saidi, H. M., Gahlan, A. A., & Farghaly, O. A. (2022). Decontamination of Zinc, Lead and Nickel from Aqueous Media by Untreated and Chemically Treated Sugarcane Bagasse: A Comparative Study. *Egyptian Journal of Chemistry*, 65(3), 715-724.
- Wirawan, T., Supriyanto, G., & Soegianto, A. (2019, June). Adsorption of Zinc (II) onto Zn (II)-ionic imprinted polymer. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 546, No. 2, p. 022036). IOP Publishing.

## Studying the effectiveness of corn cob powder (*Zea mays* L.) in removing zinc from polluted water

Rawan Maher Khoraki<sup>1\*</sup>, Imad Aldeen Alkhalaf<sup>2</sup> and Amir Alhaj Sakur<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Biology, Faculty of Science, University of Aleppo, Syria.

<sup>2</sup>Department of Analytical and Food Chemistry, Faculty of Pharmacy, University of Aleppo, Syria.



(\*Corresponding author: Rawan Maher Khoraki, Email: [khorakirawan8@gmail.com](mailto:khorakirawan8@gmail.com), 0968061808)

Received: 4/ 3/ 2025 Accepted: 28/ 5/ 2025

### Abstract

Water is widely used in all aspects of daily life, and with the growth of various technologies and industries, all of these activities pollute water sources, especially rivers, streams, canals, and inland lakes, with various types of pollutants, including heavy metals. The research aims to study the effect of treated and untreated corn cob powder (*Zea mays* L.) as an adsorbent to remove zinc from polluted aqueous solutions. Different doses of corn cob powder processed from each solution were studied at graded concentrations (100 - 200 - 300 - 400 ppm), at a constant temperature of (20) degrees Celsius, and pH = 8, at different contact times. Then the samples were filtered and then the previously mentioned concentrations were measured using an atomic absorption device. The results showed that the adsorption percentage for the treated corn cobs ranged between (33-94%) between the two concentrations (100-400), respectively. In contrast, the percentages for the untreated corn cobs ranged between (0-18%), and the optimal economic adsorbent dose was chosen for the treated corn cobs (1.5).

**Keywords:** Zinc, corn cobs, adsorption, polluted water, atomic absorption.