بحوث المؤتمر العلمي الأول
لكلية العلوم

التلوث البيئي وتحديات الاستدامة البيئية

تحت شعار : التصالح مع البيئة

سرت 14 اكتوبر 2025م

تحرير

ا.د. عبدالسلام الصالحين محمد

ا.د. حسين مسعود ابومدينه

د. أشرف مصطفى ابوسنينة

د. فتحية عبدالجواد موسى

منشورات مركز البحوث والاستشارات بجامعة سرت

الطبعة الأولى 2025م

Types of Article Open Access

المؤتمر العلمي الأول لكلية العلوم – جامعة سرت

"التلوث البيئي وتحديات الاستدامة البيئية"

EPESC

14 أكتوبر 2025

الجزء الثاني: خاص بالورقات المقدمة باللغة العربية

الوكالة الليبية للرقم الدولي الموحد للكتاب (ISBN)
ISBN 978-9959-891-67-9

لجان المؤتمر

اللجنة العليا

أ.د. سليمان مفتاح الشاطر	رئيس الجامعة
أ.د. الطيب محمد القبي	وكيل الجامعة
د. أشرف مصطفى أبوسنينة	عميد الكلية

اللجنة العلمية

أ.د. عبد السلام الصالحين محمد	كلية العلوم / جامعة سرت	رئيساً
أ.د. احميد محمد يونس	كلية العلوم / جامعة سرت	عضواً
أ.د. رمضان عبدالمولى الهنداوي	كلية العلوم / جامعة عمر المختار	عضواً
أ.د. تهاني يونس عمر	كلية العلوم / جامعة سرت	عضواً
د. فتحية عبد الجواد موسى	كلية العلوم / جامعة سرت	عضواً

اللجنة التحضيرية

أ. زينب رجب الفيتوري	رئيساً
أ. علي محمد عمرناجي	عضواً
أ. علي عبد الرحيم الغزالي	عضواً
د. سعاد أحمد أبومريم	عضواً
عبد الحليم مفتاح الشاطر	عضواً
خالد جمعة امهلهل	عضواً
سفيان سالم الشعالي	عضواً
علي مصطفى مكادة	عضواً
يوسف الكرامي	عضواً

محرري كتيب المؤتمر:

أ.د. عبد السلام الصالحين محمد
ا.د. حسين مسعود ابومدينة
د. أشرف مصطفى أبوسنينة
د. فتحية عبد الجواد موسى

ايميل التواصل: epesc@su.edu.ly

موقع المؤتمر: https://su.edu.ly/research/index.php/conferences/science/sc1

المحتويات

1. الدور الإيكولوجي لنبات الخروع *Ricinus communis* L في التكيف مع تلوث التربة بالمعادن الثقيلة في البيئات الساحلية شبه القاحلة: دراسة حالة وادي السهل الغربي، شمال شرق ليبيا 220

2. استخدام مخلفات البلاستيك الصناعي في تطوير مستشعر حساس ومرن للكشف عن الزلال (الألبومين) في الدم 229

3. مقارنة كهروكيميائية لإنتاج غاز الهيدروجين من مياه البحر مع مصادر مائية اخرى: دراسة حالة من محطة تحلية مياه البحر بمدينة طبرق - ليبيا 244

4. الأمن البيئي في ظل تطور الذكاء الاصطناعي واستخدامه في منظومة أسلحة الدمار الشامل: دراسة في ضوء القانون الدولي العام 257

5. تقدير نسبة تلوث سمكة البوري ببعض الناصر الثقيلة (Cd, Pb, Cu) في حوض سرت. 269

6. تأثير ملوحة المياه المختلفة على أداء النمو ومعدل البقاء وبعض الخصائص الكيميائية في اسماك البلطي كمورد اقتصادي في ليبيا 275

7. دراسة الغطاء النباتي لحافة الجنوبية الجبل الاخضر- شرق ليبيا 286

8. استخدام بعض المستخلصات النباتية كمبيدات صديقة للبيئة لمكافحة (سوس الدقيق) خنفساء الدقيق المشابهة *Tribolium confusum* (duVal) (*Coleoptera: Tenebrionidae*) 305

9. تأثير نبات عدس الماء *Lemna minor* على بعض الخواص الكيميائية في مياه الصرف الصحي في مدينة البيضاء 324

10. التلوث الصناعي للمياه كتهديد للأمن المائي: مقاربة قانونية لحماية الموارد المائية 339

11. صناديق التعويضات كوسيلة من وسائل التعويض الحديث عن الضرر البيئي 364

12. تأثير المياه السوداء على جودة إنتاج محطات التناضح العكسي في مدينة طبرق 382

13. تأثير اضافة مصدر كربون ومصدر نيتروجين على التركيب الكيميائي للبروتينات والدهون 396

14. انتاج الغاز الحيوي من المخلفات العضوية نهج مستدام لتعزيز الطاقة النظيفة في مدينة طبرق 404

15. رصد المخاطر البيئية وآثارها على المواقع الأثرية في مدينة لبدة الكبرى شمال غرب ليبيا 420

16. أوجه حماية البيئة وأحكام المسئولية عن التلوث البيئي وفقا لأحكام القانون الليبي 440

17. البيئة والأمن في العلاقات الدولية "دراسة تحليلية مقارنة ليبيا – اليابان" 455

18. تقييم أداء محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمدينة رأس لانوف وإمكانية إعادة استخدام المياه المعالجة 476

19. دراسة الخواص الفيزيائية لمياه الشرب بحي المجاهد / هون – الجفرة 496

20. تقييم كفاءة أداء محطات معالجة مياه الصرف الصناعي في رأس لانوف 504

The First Scientific Conference of the Faculty of Science – Sirte University Environmental Pollution and Challenges of Environmental Sustainability (EPESC), Oct. 14, 2025

تأثير نبات عدس الماء *Lemna minor* على بعض الخواص الكيميائية في مياه الصرف الصحي في مدينة البيضاء

عبد القادر محمد صالح بوجديدة[1] وباسط سعيد امبارك[2] ومنيرة سليمان عطية[2]

[1]الهندسة الزراعية، جامعة عمر المختار

[2]علوم البيئة، جامعة عمر المختار

Corresponding author: Bou944380680@gmail.com

Article History:

Received: 09 April 2025

Revised: 28 May 2025

Published: 15 November 2025

الكلمات الافتتاحية:
العناصر الثقيلة؛ نبات عدس الماء؛ مياه الصرف الصحي.

الملخص: نفذت تجربة حقلية في إحدى المزارع في منطقة الغريقة خلال شهر (3) بهدف دراسة تأثير نبات عدس الماء *Lemna minor* على إزالة بعض المعادن الثقيلة (الرصاص Pb - الكادميوم Cd - الزنك Zn - النحاس Cu - النترات (No_3) وبعض الخواص الكيميائية pH) (TDS – EC –) في مياه الصرف الصحي تضمنت إنشاء حوضين الأول لمياه الصرف الصحي والثاني للشاهد وإضافة سماد (روث الأبقار)إليهما ، ثم زراعة نبات عدس الماء في الحوضين ، تم إجراء التحاليل الكيميائية المناسبة للماء قبل عملية الزراعة وبعدها وحصاد النبات بعد نهاية عملية الإنبات وتم أخذ وزن النبات الجاف والرطب في كلا الحوضين وقياس نسبة العناصر المدروسة في النبات وأجري التحليل الإحصائي Covariance analysis واختبار الفروق المعنوية بين المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية (0.05) ، تلخصت النتائج التي تم الحصول عليها كالاتي: إن نبات عدس الماء له كفاءة عالية في خفض تركيز العناصر (Pb-Cd-Zn-Cu-No_3) بنسبة - 97% 8.56 -96% (65% - 47% - 52%على التوالي . تأثير النبات على الخواص الكيميائية (pH – EC – TDS) فكانت قبل الاستزراع (1305.6 -2.04 -8.53) على التوالي وبعد الاستزراع - 1.57 -8.53) (1006.9على التوالي. وزن عينات النبات الرطب كان (950جم)، وزنها بعد التجفيف (515جم) لعينة نبات ماء الصرف الصحي، كما إن نسبة العناصر (Pb – Cd – Cu – Zn – No_3) في النبات 4.610.462 – 0.791 – 0.505 – 0.806- على التوالي. وبناءً على النموذج المقدم في هذه الدراسة نجد أن معالجة ماء الصرف الصحي باستخدام نبات عدس الماء *Lemna minor* هي منظومة اقتصادية واعدة ونوصي بها في عمليات المُعالجة.

1. المقدمة

تُعد المياه أحد أهم عوامل التنمية المستدامة لذلك يجب عدم التفريط بها والسعي في معالجتها واسترجاعها للبيئة بعد معالجتها نظراً للحاجة الماسة في استخدام هذه الموارد المائية بشكل خاص في الدول العربية التي تُعاني من ندرة الموارد المائية المتاحة بها ذلك لأنه معظم أراضيها في نطاق المناطق القاحلة وشبه القاحلة وكذلك انخفاض الأمطار فيها لهذه الأسباب أزدادت أهمية معالجة وإعادة استخدام ماء الصرف الصحي فقد أصبحت معظم دول العالم تستخدم أساليب التخطيط والإدارة السليمة المتكاملة لإعادة استخدام ماء الصرف الصحي بعد معالجتها بكفاءة ، وأيضاً لتجنب التخلص من ماء الصرف الصحي مباشرةً على المسطحات المائية أو الوديان دون معالجة (الاشقر وآخرون، 2019).

إن طريقة التخلص من مياه الصرف الصحي تعتبر من المشاكل التي تواجه معظم البلدان النامية لأنها تنتج كميات كبيرة من النفايات الصناعية والبلدية نتيجة التقدم والتصنيع على التوالي (Alloway &Tagwira, 1995) والمشكلة الرئيسة تكمن في كيفية التعامل مع النفايات التي يتم إطلاقها بمعدل أسرع من التخلص منها بشكل صحيح، حيث إن إحدى طرق التعامل مع مياه الصرف الصحي استعمالها في الأراضي الزراعية للتخلص منها، وعلى الرغم من ذلك فإن الري المستمر بمياه الصرف الصحي من المحتمل أن يؤثر على الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة (Oloya, 1996) .

تعرف مياه المجاري بأنها عبارة عن سائل عكر يحتوي على مواد عالقة ناتجة من مخلفات الإنسان ومخلفات الأغذية وما يلقيها الناس في شبكة المياه العادمة مثل الورق والأخشاب وتكون رمادية اللون عند بداية تشكلها وذات رائحة كريهة تشبه رائحة الخردل ومع مرور الوقت يتحول لونها إلى الرمادي أو الأسود وتصبح ذات رائحة كريهة منفردة وتبدأ حينها المادة الصلبة السوداء بالطفو على سطحها ويطلق عليها مياه المجاري العفنة (Amoah, 2008).

ان التلوث هو أي تغير في المكونات البيئية الحية وغير الحية يسبب إخلالاً بتوازنها الطبيعي نتيجة إدخال المواد الملوثة سائلة أو صلبة أو غازية أو كائنات حية دقيقة تجعل البيئة غير صحية (Stavrianou, 2007) .

يعتبر التلوث بالمعادن الثقيلة مشكلة بيئية رئيسة، وينتج هذا التلوث في أغلب الأحيان من الأنشطة الصناعية مثل صهر المعادن والتعدين وعوادم الغازات وتوليد النفايات والطلاء الكهربائي وإنتاج الطاقة والوقود واستخدام الأسمدة والمبيدات الحشرية، هذا يؤدي إلى نفاذ كميات كبيرة من هذه المعادن إلى التربة والغلاف الجوي (Ataabadi *et al.*, 2010).

كما إن المصدر الرئيس لوجود العناصر الثقيلة في البيئات المائية هي من النوع البشري، من أهم المعادن الثقيلة من وجهة نظر تلوث المياه هي (الرصاص، الكادميوم، الزئبق، الزنك، النحاس، الكروم، النيكل) بعض هذه العناصر مثل (النحاس والزنك) تعتبر اساس للكائنات الحية ولكنها سامة عند وجودها في تراكيز عالية الاخر مثل الكادميوم والرصاص ليس لها وظيفة بيولوجية معروفة ولكنها عناصر سامة (Rashed, 2004).

تطورت دراسات عديدة للبحث عن إمكانية التخفيض من خطر التلوث بالعناصر الثقيلة فقد وجد الباحثون أن استخدام النباتات المعالجة للتلوث بالعناصر الثقيلة خيار بديل وفعال وصديق للبيئة، لذلك تزايد في العقد الأخير من القرن العشرين استخدام الأنواع النباتية لتنظيف ملوثات التربة والماء كتقنية حديثة حيث إن المعالجة النباتية تعتبر من التقنيات الحديثة لتنظيف الأنظمة المائية واليابسة الملوثة وتسمى أيضاً بالتقنية الخضراء التي يمكن أن تعالج المواقع الملوثة بدون أزعاج أو أرباك للمناظر الطبيعية إلى حد كبير(Hilman & Cully, 1987).

يمتاز نبات عدس الماء Lemna minor بكونه سريع النمو بواسطة الانتشار في العالم من المياه العذبة إلى مصبات المياه المالحة ،وينمو نبات عدس الماء بشدة ويكون حصيرة سميكة وبكثافة متكررة وبنوع واحدة فالبحيرة والبركة وتتكاثر جنسياً بالتزهير ليعطي بذوراً عند توفر الظروف الملائمة ، وتبين أن النمو السريع لعدس الماء يفيد في المعالجة النباتية للموثات المياه وتستعمل بصفتها كائنات اختباريه للدراسات البيئية وهو من النباتات التي تعيش عائمة على سطح الماء لا تنمو في التربة وليس لديها جذور حقيقية حيث إنها تمتلك وريقات خضراء لا يتجاوز أبعادها عدة ملليمترات ، شكل النبات العلوي يختلف عن السفلي وهو الجذر فهو على هيئة شعيرات صغيرة يتراوح طولها من 1-2 سم كما إن أزهار وثمار هذا النبات صغيرة للغاية، لا يزيد طولة عن4.8سم ويعرف هذا النبات بأنه أصغر النباتات المائية (Zayed, 1998).

كما يمتاز هذا النبات بأنه يعمل على منع نمو الطحالب نتيجة البساط الذي يشكله على سطح الماء ويقوم أيضاً بمنع تبخر الماء ويعمل على منع أنتشار البعوض والروائح الكريهة الناتجة من مياه الصرف الصحي، كما أنه مصدر للبروتين والنشا التي لهما قيمة إضافية مثل العلف الحيواني والإيثانول الحيوي (Muradov *et al.*, 2014) .

بعض النباتات ومنها نبات عدس الماء تعتبر مراكماً جيداً للعناصر الثقيلة ويقصد بالتراكم هو أنه تكون نسبة العناصر في النبات أكبر من نسبته في الوسط الذي ينمو فيه دون ظهور أي اعراض سمية على النبات حيث إن بعض العناصر يكون لها دور فسيولوجي للنبات مثل (الزنك النحاس) وبعضها ليس لها أي دور مثل الكادميوم والرصاص وغيرها (Alkorta *et al.*, 2004). حيث أن النباتات المُراكمة التي لها قدرة على مُراكمة العناصر الثقيلة قابلت أهتماماً كبيراً من الباحثين لأنها تتمتع بمُميزات مهمة في المعالجة النباتية (المياح و الأسدي، 2012) كما ان هذه النباتات يمكن استعمالها والاستفادة منها لاستخلاص الملوثات (العناصر الثقيلة) من التربة والمياه (الوهيبي، 2007) ، يُعزى سبب استعماله إلى صغر حجمهِ وتركيبه السهل ومعدل نموه السريع مما يجعله مناسباً للاختبارات السمية وتوصل إلى أن نبات عدس الماء له قابلية إزالة العناصر الثقيلة من الوسط الذي ينمو فيه (الحمداني وآخرون، 2011) .

1.1 مشكلة الدراسة

1- إن عملية تصريف مياه الصرف الصحي في منطقة الجبل الأخضر صعبة ومكلفة نسبياً، اذ تم الاتجاه إلى استعمال العديد من البدائل وبتكاليف منخفضة.
2- إن العناصر الثقيلة في مياه الصرف الصحي من المركبات الضارة بسبب طبيعتها غير القابلة للتحلل، كما إنها تمتلك خصائص تجعلها تتجمع وتتركز في الأعضاء المختلفة من جسم الإنسان والحيوان.

2.1 أهمية الدراسة

في ضوء المخاطر العالية التي نواجهها في الوقت الحالي نتيجة التلوث بالعناصر الثقيلة، حيث تطرقت الدراسة لمعرفة مدى خطورة هذه العناصر والمشاكل التي تسببها وإيجاد حلول لتخفيفها أو إزالتها من الوسط بطرق تقليدية ومصاحبة للبيئة.

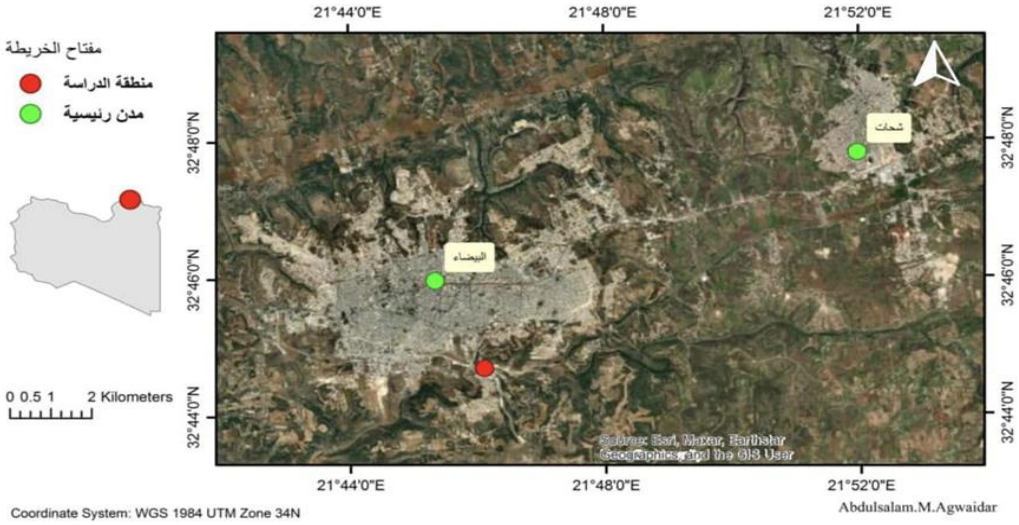
3.1 الهدف من الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة قدرة نبات عدس الماء على خفض تركيز الخواص الكيميائية وإزالة بعض العناصر الثقيلة من مياه مخلفات الصرف الصحي وتنقيتها قدر الإمكان بطريقة طبيعية وفي فترة قصيرة .

2 . مواد وطرق البحث

1.2 موقع الدراسة

تمت هذه الدراسه في مدينة البيضاء والتي تقع شمال شرق ليبيا أعلى قمة الجبل الأخضر عند خط عرض 21.44 شمالاً مع خط طول 32.76 حيث تم اختيار موقع مصب مياه الصرف الصحي جنوب المدينة و أخذت منه عينة ماء الصرف الصحي وأجريت عليها بعض التحاليل.



شكل (1): خريطة موقع الدراسة

شكل (2): موقع أخذ العينة

شكل (3): موقع أخذ العينة

2.2 خطوات العمل

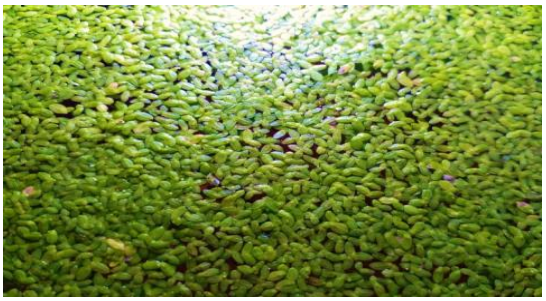
تمت هذه التجربة في مزرعة بمنطقة الأكوام (الغريقة) والتي تبعد عن مدينة البيضاء 9 كم وتم تطبيق التحاليل اللازمة حسب الطرق القياسية المعتمدة والواردة ((Black *et al*, 1965 وأجريت التحاليل في مختبر جامعة عمر المختار.

1.2.2 ماء الصرف الصحي وماء الري

- تم تحضير أحواض النمو مساحة كل منهم 1×2×0.20 = $0.4m^3$ الحوض الأول وضع فيه ماء الصرف الصحي والحوض الثاني ماء الري مع ترك مسافة 5سم أعلى كل حوض.
- أخذت عينة ماء الصرف الصحي من ماسورة الصرف الصحي الرئيسة جنوب مدينة البيضاء.
- وضع في كل حوض 200 لتر من الماء.
- تم إضافة سماد عضوي سائل لكلا الحوضين وهو عبارة عن خلط كيلوجرام واحد من روث الأبقار مع 2.5 لتر من الماء (Hassan, 2004) .
- بعد يومين من خلط السماد تمت إضافة لتر واحد لكل حوض.
- أجريت التحاليل الآتية قبل الزراعة، لماء الري – ماء الصرف الصحي.
- pH – EC – TDS – Cu – Zn – Pb – NO_3
- تم قياس pH الرقم الهيدروجيني بجهازpH meter والتوصيل الكهربائي EC بجهاز Multi-parameyer water وذلك بعد معايرة هذه الأجهزة حيث تم غمر قطب الجهاز في العينة بعد غسله بالماء المقطر وأخذ القراءات مباشرةً من شاشة الجهاز لكل عينة من عينات الدراسة .
- تم قياس TDS عن طريق العملية الحسابية إذ كانت قيمة EC أقل من5 ds/m تُضرب القيمة في 640 وإذا أكثر من 5ds/m تضرب القيمة في 800 .
- تم قياس Cu – Zn – Pb – Cd . بعد تحضير المحاليل القياسية لكل العناصر يتم أخذ 5مل من كل عينة لأجراء القياس فيه من خلال جهاز الامتصاص الذري Atomic adsorption.
- تم قياس NO_3 بجهاز الطيف اللوني Uv-Vis Spectrophotometer
- تم تحضير محلول النترات القياسي: عن طريق إذابة 0.7 جرام من نترات البوتاسيوم في لتر واحد من الماء و أخذ 50 مل من العينة وإضافة 1 مل من حامض الهيدروكلوريك وأخذ أيضاً 50 مل من الماء المقطر وإضافة 1 مل من حامض الهيدروكلوريك ثم تم قياس الامتصاص عند 220 نانو متر وقياس الامتصاص عند 275 نانو متر والناتج يتم طرحه من الامتصاص عند 220 نانو متر ثم تتم مقارنة الامتصاص الناتج من منحنى المعايرة القياسي المعد لهذه الأغراض (APHA, 2017).

2.2.2 المادة النباتية.

نبات عدس الماء وهو من جنس النباتات المائية الطافية العائلة Lemnaminor ـ صف أحاديات الفلقة Li Liopsida ـ تحت صف الاريكيات Arecidae ـ رتبة الاريكيات Arecales ـ الفصيلة اللمنية Lemnaceae (Cronqusit, 1981).



شكل (4) نبات عدس الماء*Lemna minor*

- تم جلب عينة النبات من موقع LY Green Aqua.
- تم زراعة عدس الماء في كلا الحوضين بكميات متساوية حيث وضع في كل حوض 150جم من النبات وذلك بتاريخ 1 مارس 2024.
- تم اعطاء النبات فتره كافية للنمو مع مراقبته ومتابعته.
- بعد إتمام النبات فترة نموه تم حصاد النبات وذلك بتاريخ 15 أبريل 2024.
- بعد حصاد النبات من الأحواض أخذت العينات إلى المعمل وتم قياس الوزن.
- وضعت عينات النبات في أطباق زجاج Pyrex وادخلت للفرن لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة 65 درجة مئوية.
- بعد تجفيف العينات تم قياس الوزن الجاف لكليهما.
- بعد الانتهاء من عملية التجفيف تم أخذ وزن معلوم من المادة الجافة بعد طحنه جيداً وتمت عملية الهضم الرطب باستعمال الأحماض التالية حامض الكبريتيك المركز، H_2SO_4 ، فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 حيث وزن (0.5) جرام من العينة النباتية الجافة والمطحونة ووضعت في دورق مخروطي حجم (100)مل ، ثم تمت إضافة (0.5) مل من حامض الكبريتيك المركز وتركت ليلة كاملة لاستكمال عملية الهضم ، ويضاف لها تدريجياً فوق أكسيد الهيدروجين وتترك لتبرد ويكمل الحجم بالماء المقطر في الدورق المعياري (Lowther, 1980) وتجهيزها لأجراء التحاليل المطلوبة
- إجراء التحاليل السابقة نفسها لماء الري – ماء الصرف الصحي –النبات.
- تم حساب النسبة المئوية للامتصاص العناصر الثقيلة باستخدام المعادلة الآتية

$$\text{نسبة الامتصاص الحيوي} = \left(\frac{\text{تركيز العنصر قبل المعالجة} - \text{تركيز العنصر بعد المعالجة}}{\text{تركيز العنصر قبل المعالجة}}\right) \times 100$$

جدول (1) : التراكيز المسموح بها لبعض العناصر الثقيلة المدروسة (US Environmental Protection Agency,2000)

الرمز	النسبة (ملجم /لتر)
Pb	0.015
Cd	0.003
Cu	1
Zn	5

- تم استخدام مؤشر التلوث في عملية تقييم المخاطر للمعادن الثقيلة واحتمالية تأثيرها السلبي في البيئه على النحو الآتي (CI) Contamination Index، وقد تم حساب مؤشر التلوث من خلال المعادلة الآتية:

$$CI = \left(\frac{Czn}{zn} + \frac{Ccu}{cu} + \frac{Cpb}{pb} + \frac{Ccd}{cd}\right)/4$$

حيث CI هو مؤشر التلوث .

Ccu , Czn , Cpb , Ccd هي التراكيز المقاسة في كل مصدر من المصادر المدروسة مقسومة على الحد الأقصى المسموح بها حسب الواصفات القياسية العالمية ، ويُعبر العدد 4 عن عدد العناصر المدروسة

تم تصنيف CI إلى ثلاث فئات

CI <1 (غير ملوث) CI= 1-5 (ملوث قليلاً) CI > 5 (ملوث) (Adamui&Ngane, 2015)

- أستخدام البرنامج الاحصائي Covariance analysis باستخدام برنامج SAS وحساب قيمة أقل فرق معنوياً باستخدام اختبار LSDعند مستوى معنوية 0.05 وفقاً (Gomez&Gomez ,1984)

3. النتائج والمناقشة

تم إجراء العديد من التحاليل الكيميائية لمياه الري ومياه الصرف الصحي قبل وبعد عملية المعالجة بنبات عدس الماء وتم تدوين النتائج المتحصل عليها في الجدول (2،3).

جدول (2): بعض الخصائص الكيميائية لمياه الري قبل وبعد المعالجة

الخاصية / العينة		PH	EC ds /m	TDS mg /l	Pb mg/l	Cd mg /l	Cu mg /l	Zn mg /l	NO_3 mg /l
ماء الري	قبل المعالجة	8.22	0.59	377.6	0.139	0.079	0.651	0.732	68.9
	بعد المعالجة	7.83	0.29	189.8	0.015	0.0016	0.578	0.253	21.3
متوسط القيم		8.25	0.44	283.75	0.0775	0.0403	0.614	0.492	45.1
المحسوبة T		2.77							
الجدولية T		2.13							
P – Value		**	**	**	**	**	**	**	**

* يوجد فروق معنوية ** يوجد فروق معنوية عالية ns لايوجد فروق معنوية

جدول (3): بعض الخصائص الكيميائية لمياه الصرف الصحي قبل وبعد المعالجة

الخاصية / العينة		PH	EC ds /m	TDS mg /l	Pb mg /l	Cd mg /l	Cu mg /l	Zn mg /l	NO_3 mg /l
ماء الصرف الصحي	قبل المعالجة	8.56	2.04	1305.6	0.431	0.993	0.946	0.740	92.5
	بعد المعالجة	8.53	1.57	1006.9	0.016	0.020	0.450	0.388	32.1
متوسط القيم		8.54	1.80	1156.2	0.223	0.506	0.698	0.564	62.3
المحسوبة T		2.77							
الجدولية T		2.13							
P – Value		ns	*	**	**	**	**	**	**

1.3 الأس الهيدروجيني pH

بينت النتائج المتحصل عليها من ماء الصرف الصحي قبل وبعد عملية المعالجة لا توجد فيها فروق معنوية حيث كانت قيمته قبل المعالجة 8.56 وبعد المعالجة 8.53 كما موضح في الجدول (3) الماء كانت قلوية نوعاً ما، يُعزى هذا السبب إلى إن عندما تكون قيمة الأس الهيدروجيني 8.5 أو أعلى تكون الايونات بشكل أكاسيد غير ذائبة وهيدروكسيدات يصعب على النبات امتصاصها (Li &Luan, 2015). أما في ماء الري فكانت هناك فروق معنوية عالية بين النتائج قبل وبعد المعالجة، قيمته قبل المعالجة كانت 8.22 وانخفضت إلى 7.83 كما موضح في الجدول (2).

2.3 التوصيل الكهربائي EC

أظهرت النتائج بأن في مياه الصرف الصحي توجد فروق معنوية في التوصيل الكهربائي، انخفضت قيمة التوصيل الكهربائي من 2.04 الى 1.57 كما موضح في الجدول (3) بينما في مياه الري كانت هناك فروق معنوية عالية بين نتائج قبل وبعد عملية المعالجة انخفضت من 0.59 الى 0.29 كما في الجدول (2).

3.3 الأملاح الذائبة الكلية TDS

الأملاح الذائبة الكلية هي مقياس لجميع المواد العضوية واللاعضوية الموجودة في الماء (أبو شرخ، 1999). بينت النتائج المتحصل عليها اختلاف واضح في نسبة الأملاح الذائبة الكلية في ماء الصرف الصحي وماء الري قبل وبعد المعالجة حيث كانت هناك فروق معنوية عالية وانخفاض نسبة الأملاح الذائبة الكلية في الماء بعد عملية المعالجة انخفضت قيمته في مياه الصرف الصحي من 1350.6 الى 1006.9 كما في الجدول (3)، وفي ماء الري من 377.8 الى 189.8 كما في الجدول (2).

4.3 عنصر الرصاص Pb

أظهرت النتائج المتحصل عليها تفاوت في قيم العنصر في ماء الصرف الصحي وماء الري قبل وبعد عملية المعالجة كما بين التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عالية بين النتائج حيث كانت نسبته في ماء الصرف الصحي قبل المعالجة 0.431 ملجم/لتر وبعد المعالجة 0.016 ملجم/لتر كما في الجدول (3)، اما في ماء الري فكانت قيمته 0.131 ملجم /لتر قبل المعالجة وانخفضت الى 0.015 ملجم /لتر كما في الجدول (2). هذه النتائج مقاربة لدراسة (السعدي , 2001) حيث وجد فيها ان نبات عدس الماء مرآكم جيد لعنصر الرصاص امتص الرصاص بنسبة 79%.

5.3 عنصر الكادميوم Cd

بينت النتائج إن هناك تغيراً ملحوظاً في قيم عنصر الكادميوم قبل وبعد المعالجة في ماء الصرف الصحي وماء الري وأظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنويه عالية حيث انخفضت قيمته في ماء الصرف الصحي من 0.993 ملجم /لتر إلى 0.020 ملجم /لتر كما هو موضح في الجدول (3) كذلك انخفضت قيمته في ماء الري من 0.079لجم /لتر الى 0.0016 ملجم /لتر كما هو موضح في الجدول (2) هذا يتفق مع دراسة (عبد الكريم، 2023) التي ازال عدس الماء عنصر الكادميوم من ماء لصرف صحي بكفاءة 90%.

6.3 عنصر النحاس Cu

أوضحت النتائج بأن عنصر النحاس في ماء الصرف الصحي وماء الري انخفضت قيمته بعد عملية المعالجة كما اوضح التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عالية بين القيم قبل وبعد عملية المعالجة ، انخفضت قيمة النحاس في ماء الصرف الصحي من 0.946 ملجم /لتر إلى 0.450 ملجم /لتر كما في الجدول (3) أما في ماء الري فانخفضت من 0.651 ملجم /لتر إلى 0.578 ملجم /لتر كما في الجدول (2) ، قد يكون سبب هذ الانخفاض ان النباتات المائية والتي منها عدس الماء تأخذ العناصر النزرة (الحديد – الزنك - النحاس) من الرواسب والمياه لغرض النمو والتطور (Spiegel, 2002).

7.3 عنصر الزنك Zn

بينت النتائج انخفاض في قيمة عنصر الزنك في ماء الصرف الصحي وماء الري بعد عملية المعالجة النباتية كما وضح التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عالية حيث انخفضت قيمة عنصر الزنك في ماء الصرف الصحي من0.740 ملجم / لتر الى 0.388 كما في الجدول (3) وفي ماء الري من0.732 إلى 0.253 ملجم /لتر كما في الجدول (2). هذه الدراسة مقاربة لدراسة (طالب، 2015) لاحظ فيها إن قيم الزنك كانت مرتفعة في اليوم الأول ثم يحصل انخفاض لهذه القيم خلال فترة المعالجة. أشار الباحثان (Mkandaire & Dudel,2005) إن نبات عدس الماء يمكن أن يستعمل كمؤشر للتلوث الزنكي وللنقل الزنكي من المياه الملوثة ألي النبات حيث يقوم النبات بسحب الزنك من البيئة المحيطة إلى الداخل .

8.3 النترات No_3

بينت النتائج انخفاض في قيمة النترات في ماء الصرف الصحي وماء الري بعد عملية المعالجة النباتية كما أظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عالية بين قيم النترات قبل وبعد المعالجة حيث انخفضت قيمة النترات في ماء الصرف الصحي من 92.5ملجم/لتر الى 32.1 ملجم / لتر ونسبة امتصاص النبات 65% كما في الجدول (3) أما في ماء الري فانخفضت من 68.9 ألي 21.3 ونسبة امتصاص النبات 69% كما في الجدول (2) . يُعزى سبب هذا الانخفاض نضراً لحاجة النباتات المستمرة للمغذيات لغرض النمو والتكاثر حيث إن النترات تعتبر من المغذيات الاساسية للنبات (حسين، 2015). هذه النتائج مقاربة الى ما توصل إليه (Quiroz *et al*, 1982) في هذه الدراسة لاحظ انخفاض قيم النترات كلما طالت فترة المعالجة مما يؤكد استهلاك عدس الماء لنترات خلال فترة نموه وتكوين خلايا جديده حيث إن عدس الماء له القدرة على إزالة مستويات عالية من النترات من البيئة التي يعيش فيها.

جدول (4): الوزن الرطب والجاف للنبات في الحوضين

النبات	ماء الري	ماء الصرف الصحي
الوزن الرطب	700جم	950جم
الوزن الجاف	284جم	515 جم

جدول (5) : قيم العناصر الثقيلة والنترات في النبات

الخاصية / العينة		Pb mg /l	Cd mg /l	Cu mg /l	Zn mg /l	NO_3 mg /l
النبات	نبات ماء الري	0.143	0.067	0.443	0.680	2.84
	نبات ماء الصرف الصحي	0.462	0.806	0.505	0.791	4.61

متوسط القيم	0.302	4360.	0.474	0.735	3.72
T المحسوبة	2.77				
T الجدولية	2.13				
Pv - Value	**	**	**	**	**

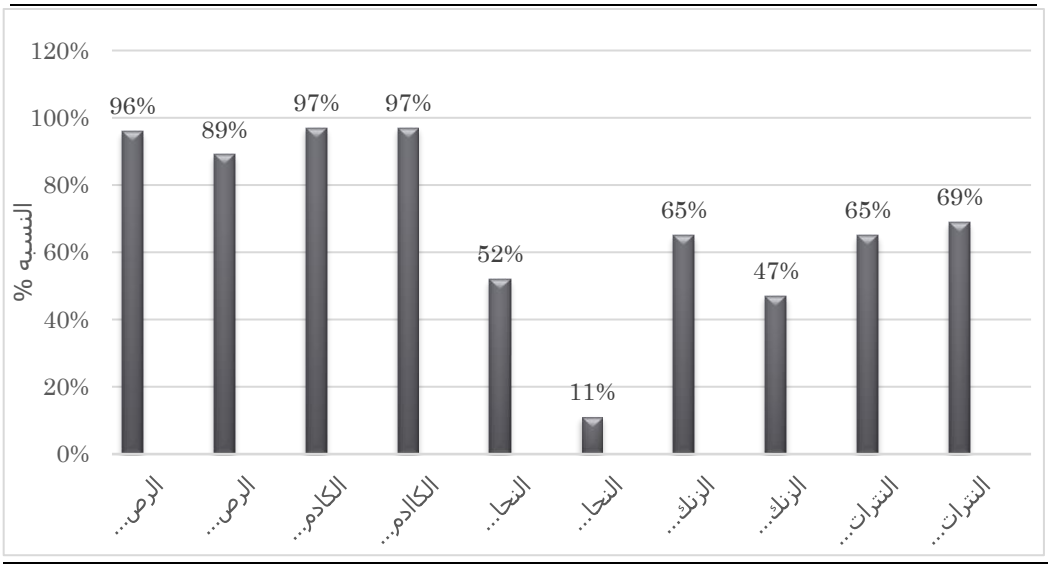
من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (4) تبين إن وزن عينة النبات الرطب لماء الصرف الصحي 950جم وماء الري 700 جم وتم تجفيف هذه العينات ووزنها، كان وزن عينة نبات ماء الصرف الصحي بعد التجفيف 515 جم أعلى من نبات ماء الري 284 جم وقد يعود ذلك إلى إن ماء الصرف الصحي يحتوي على نسب عالية من العناصر الثقيلة أعلى من نبات ماء الري.

جدول (5) يوضح إن عنصر الرصاص في نبات حوض ماء الصرف الصحي قيمته أعلى من حوض ماء الري فهي 0.462 ملجم /لتر أما في ماء الري 0.143 ملجم /لتر حيث كانت نسبة الامتصاص في حوض ماء الصرف الصحي 96% أما في حوض ماء الري 89% كما بينت النتائج فإن قيمة عنصر الكادميوم في نبات حوض ماء الصرف الصحي 0.806 ملجم /لتر أعلى من نبات حوض ماء الري قيمته 0.067 ملجم /لتر أما نسبة الامتصاص الحيوي للعنصر في الحوضين متساوية 97%. أما عنصر النحاس في نبات حوض ماء الصرف الصحي0.505 ملجم /لتر فأعلى من قيمته في نبات حوض ماء الري 0.443 ملجم/لتر ، نسبة الامتصاص في ماء الصرف الصحي 52% أما في ماء الري 11% و بينت النتائج أن قيمة عنصر الزنك في نبات ماء الصرف الصحي 0.791 أعلى من نبات ماء الري 0.731 ، حيث إن نسبة امتصاص النبات في ماء الصرف الصحي 47% وماء الري 65% كما أظهرت النتائج أن قيمة النترات في نبات ماء الصرف الصحي 4.6 ملجم /لتر وقيمته في نبات ماء الري 2.84 ويعزى سبب تراكم العناصر في النبات أنه عندما يمتص العناصر الثقيلة يتحفز لتكوين مركبات نباتية تعرف بالمخلبيات النباتية تحيط ذرات العناصر الملوثة وتراكمها داخل الفجوات الموجودة في خلايا الأنسجة النباتية (الوهيبي، 2006)

9.3 النسب المئوية لامتصاص العناصر

شكل (5) يوضح إن أعلى نسبة إزالة لبعض العناصر كانت في ماء الصرف الصحي أعلى من ماء الري فيما عدا عنصر الزنك Zn كانت له نسبة إزالة أعلى في ماء الري من ماء الصرف الصحي، كما إن هناك تباين في نسب الامتصاص أعلى نسبة كانت عنصر الكادميوم يليه الرصاص يليه النترات والنحاس ثم الزنك في ماء الصرف الصحي أما في ماء الري فأعلى نسبة امتصاص كانت في عنصر الكادميوم يليه الرصاص يليه النترات ثم الزنك ثم النحاس.

من هذه النتائج تبين ان النبات اختلفت قدرته على امتصاص وتراكم العناصر الثقيلة تبعاً لنوع العنصر وتركيزه في الوسط لهذا السبب كانت نسبة امتصاص النبات للعناصر الثقيلة من ماء الصرف الصحي أعلى من ماء الري، حيث تحتوي مياه الصرف الصحي على تراكيز عالية من العناصر الثقيلة التي كان لها دور في نمو النبات وتكاثره ، كما لوحظ النمو بشكل واضح في حوض ماء الصرف الصحي أكثر من ماء الري، ونمو النبات في البيئات الملوثة يوضح مدى قدرته على تحمل تراكيز عالية من العناصر الثقيلة ، أما بالنسبة لعنصر الزنك فقد يكون السبب في إن نسبته في ماء الصرف الصحي وماء الري متقاربة جداً قبل عملية المعالجة لهذا السبب كانت نسبة الإزالة أعلى في ماء الري من ماء الصرف ، كما أظهر النبات ألفة عالية لامتصاص عنصر معين بنسبة عالية وهو (الكادميوم) ويمكن القول بأنه من أكثر العناصر الثقيلة المستحبة لنبات عدس الماء .



شكل (5): نسب أمتصاص النبات للعناصر الثقيلة والنترات من مياه الصرف الصحي ومياه الري

10.3 حساب مؤشر التلوث

تم حساب مؤشر التلوث للعناصر الثقيلة المدروسة Pb-Cd-Cu –Zn في مياه الصرف الصحي قبل عملية المعالجة وكذلك بعد عملية المعالجة وبينت النتائج أن :

Contamination Index – CI في مياه الصرف الصحي قبل عملية المعالجة بالنبات قيمته 92.5 وهذا يعني أن الماء ملوث بنسبة عالية.

نسبة التلوث في مياه الصرف الصحي بعد المعالجة فقيمتها 2.1 هذا يعني إن الماء ملوث ولكن بنسبة منخفضة. وهذا يدل على إن النبات المستخدم في الدراسة كانت له القدرة على خفيض نسبة التلوث في ماء الصرف الصحي وأثبت قدرته على امتصاص العناصر الثقيلة المختلفة وتغير حالة الماء من نسبة تلوث عالية إلى نسبة تلوث منخفضة جداً.

4. المراجع

1.4 المراجع العربية

أبو شرخ، ماجد (1999). نوعية المياه في مدينة الخليل. أصدارات مركز أبحاث رابطة الفلسطينيين.

بوراوي، محمد علي. (2018). تقدير بعض العناصر الثقيلة في مياه الأبار الجوفية بمنطقة ازدو – زليتن ومدى تأثير بحيرة الصرف الصحي عليها. مجلة العلوم التربوية، مجلد 4، 84-96.

الأشقر، نظام محمود، مسلم، علاء محمود، محمد، خلدون. (2019). مخلفات الصرف الصحي ومحطات معالجتها. المجلة العربية للعلوم والأبحاث – مجلة إدارة المخاطر والأزمات. العدد (1). مجلد (1).

الحمداني، أبراهيم عمر.، الشهداني، يحي داؤد، النعيمي، خليل أبراهيم. (2011). دراسة كفاءة نبات عدس الماء *Lemna spp* في سحب الملوثات وتنظيف مياه المجاري . المؤتمر العلمي الرابع. كلية التربية. جامعة لسمراء:30-31 أذار 19-29

المياح، عبد الرضا أكبر.،الأسدي، وداد مزيان .(2012). المقدرة التراكمية لنباتي *Ceratophyllm demersum A* لبعض العناصر الثقيلة مختبرياً. مجلة أبحاث البصرة العلميات، الجزء2 – 38: 72 – 85. *Hydrilla verticillata*

الوهيبي، محمد بن حمدان. (2007). ظاهرة تراكم العناصر الثقيلة في النباتات. مجلة علوم الحياة السعودية. المجلد 14 (2): 1 – 28

جبار، نور أنور. (2019). المعالجة النباتية باستخدام النباتات للسيطرة على التلوث. بحث بكالوريوس. جامعة ذي قار / كلية العلوم.

2.4 المراجع الانجليزية

Adamui, C., & Ngane, T. (2015). Heavy metal contamination and health risk assessment associated with abandoned barite mines in Cross River state, southeastern Nigeria. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management, 3*, 10-13.

Alkorta, I., Becerril, J. M., Albizu, I., & Amezaga, I. (2004). Recent findings on the phytoremediation of soils contaminated with environmentally toxic heavy metals and metalloids such as zinc, cadmium, lead, and arsenic. *Environmental Science and Bio/Technology, 3*, 71-90.

Alloway, B. J. (Ed.). (1995). *Heavy metals in soils*. Blackie Academic and Professional.

American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.).

Amoah, P. (2008). An analysis of the quality of wastewater used for vegetables in Accra, Kumasi, and Tamale, Ghana. In M. Redwood (Ed.), *Agriculture in urban planning: Generating livelihoods and food security* (pp. 103-115). Earthscan.

Ataabadi, M., Najafi, P., & Hoodaji, M. (2010). Heavy metals biomonitoring by plants grown in an industrial area of Isfahan Mobarakeh Steel Company. *Journal of Environmental Studies, 35*(52), 25-27.

Banana, A., Efaq, A. N., Mohamed, R. M. S. R., Al-Gheethi, A. A. S., & Gadawi, A. (2008). Environmental impact assessment for disposal of sewage into seawater at Sabratah, Libya. *Journal of Environmental Protection and Ecology, 9*(4), 797-809.

Black, C. A., Evans, D. D., Ensminger, L. E., White, J. L., & Clark, F. E. (Eds.). (1965). *Methods of soil analysis: Part 2. Chemical and microbiological properties*. American Society of Agronomy.

Chevre, N., Blaise, C., & Gagne, F. (2003). Development of a biomarker-based index for assessing the ecotoxic potential of aquatic sites. *Biomarkers, 8*(3-4), 287-298.

Cronquist, A. (1981). *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press.

Duruibe, J. O., Ogwuegbu, M. O. C., & Egwurugwu, J. N. (2007). Heavy metal pollution and human biotoxic effects. *International Journal of Physical Sciences, 2*(5), 112-118.

Ensley, B. D. (2000). Rationale for the use of phytoremediation. In I. Raskin & B. D. Ensley (Eds.), *Phytoremediation of toxic metals: Using plants to clean up the environment* (pp. 3-12). John Wiley & Sons.

Garbisu, C., & Alkorta, I. (2001). Phytoextraction: A cost-effective plant-based technology for the removal of metals from the environment. *Bioresource Technology, 77*(3), 229-236.

Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Gregg, L. (1989). *Water analysis handbook*. HACH Company.

Hassan, M. (2004). *The feasibility of family biogas production from mixed organic wastes in Palestinian rural areas* [Master's thesis, An-Najah National University].

Hillman, W. S., & Culley, D. D. (1978). The uses of duckweed: The rapid growth, nutritional value, and high biomass productivity of these floating plants suggest their use in water treatment, as feed crops, and in energy-efficient farming. *American Scientist, 66*(4), 442-451.

Kazemi, N., Khavari-Nejad, R. A., Fahimi, H., Saadatmand, S., & Nejad-Sattari, T. (2010). Effects of exogenous salicylic acid and nitric oxide on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in leaves of *Brassica napus* L. under nickel stress. *Scientia Horticulturae, 126*(3), 402-407.

Li, J., & Luan, Y. (2015). Meta-analysis of the copper, zinc, and cadmium absorption capacities of aquatic plants in heavy metal-polluted water. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 12*(12), 14958-14973.

Lowther, J. R. (1980). Use of a single H_2SO_4-H_2O_2 digest for the analysis of *Pinus radiata* needles. *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 11*(2), 175-188.

Mkandawire, M., & Dudel, E. G. (2005). Accumulation of arsenic in *Lemna gibba* L. (duckweed) in tailing waters of two abandoned uranium mining sites in Saxony, Germany. *Science of the Total Environment, 336*(1-3), 81-89.

Muradov, N., Taha, M., Miranda, A. F., Kadali, K., Gujar, A., Rochfort, S., ... & Mouradov, A. (2014). Dual application of duckweed and azolla plants for wastewater treatment and renewable fuels and petrochemicals production. *Biotechnology for Biofuels, 7*, Article 30.

Nabil, S. M., Rushdi, A. I., & Al-Mikhlafi, A. S. (2008). Heavy metal concentrations in marine green, brown, and red seaweeds from coastal waters of Yemen, the Gulf of Aden. *Environmental Geology, 55*(3), 653-660.

Oloya, T., & Tagwira, F. (1996). Land disposal of sewage sludge and effluent in Zimbabwe: Effects of applying sewage sludge and effluent on elemental accumulation and distribution in soil profile. *Zimbabwe Journal of Agricultural Research, 34*(1), 11-18.

Oron, G., Porath, D., & De-Vegt, A. (1988). Nitrogen removal and conversion by duckweed grown on wastewater. *Water Research, 22*(2), 179-184.

Pajević, S., Borišev, M., Rončević, S., Vukov, T., & Igić, R. (2002). *The chemical analysis of food*. Chemical Publishing.

Quiroz, F., Miranda, G., & Lot, A. (1982). Uso potencial de algunas hidrófitas como abono verde en la zona chinampera de Xochimilco. *Biotica, 9*(4), 631-633.

Radoslaw, Z., Adam, L., & Piotr, S. (2007). Comparison of green alga *Cladophora* sp. and *Enteromorpha* sp. as potential biomonitors of chemical elements in the southern Baltic. *Science of the Total Environment, 387*(1-3), 320-332.

Rajakaruna, N., Tompkins, K. M., & Pavicevic, P. G. (2006). Phytoremediation: An affordable green technology for the clean-up of metal-contaminated sites in Sri Lanka. *Ceylon Journal of Science (Biological Sciences), 35*(1), 25-39.

Rai, P. K. (2008). Phytoremediation of Hg and Cd from industrial effluent using an aquatic free-floating macrophyte *Azolla pinnata*. *International Journal of Phytoremediation, 10*(5), 430-439.

Rashed, M. N. (2004). Biomarkers as indicator for water pollution with heavy metals in rivers, seas and oceans. *Proceedings of the 2nd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference*, Singapore.

Saxena, P., & Misra, N. (2010). Remediation of heavy metal contaminated tropical land. In I. Sherameti & A. Varma (Eds.), *Soil heavy metals* (pp. 431-477). Springer.

Spiegel, H. (2002). Trace element accumulation in selected bioindicators exposed to emissions along the industrial facilities of Danube lowland. *Turkish Journal of Chemistry, 26*(6), 815-823.

Stavrianou, W. (2007). *The Western Australian Contaminated Sites Act 2003: The applicability of risk assessment as a basis for assessment and management of site contamination*. Australian National University.

U.S. Environmental Protection Agency. (2000). *Introduction to phytoremediation* (EPA/600/R-99/107). National Risk Management Research Laboratory.

Van Nevel, L., Mertens, J., Oorts, K., & Verheyen, K. (2007). Phytoextraction of metals from soils: How far from practice? *Environmental Pollution, 150*(1), 34-40.

Zayed, A., Gowthaman, S., & Terry, N. (1998). Phytoaccumulation of trace elements by wetland plants: I. Duckweed. *Journal of Environmental Quality, 27*(3), 715-721.

Zirschky, J., & Reed, S. C. (1988). The use of duckweed for wastewater treatment. *Journal of the Water Pollution Control Federation, 60*(7), 1253-1258.

Effect of Water Lentlis Plant *(Lemina Minor)* on Some Chemical Properties of Swage Water in AL-Bayda City

Abdul Qader Mohammed Saleh Bojadeda[1], Basit Saeed Embarek[2], and Munira Suleiman Attia[2]

[1]Agricultural Engineering, Omar Al-Mukhtar University
[2]Environmental Sciences, Omar Al-Mukhtar University

Abstract

A field experiment was carried out on one of the farms in the Al-Ghariqa area during the month of March 2025 with the aim of studying the effect of the duckweed plant Lemna minor on the removal of some heavy metals (lead Pb - cadmium Cd - zinc Zn - copper Cu - nitrates (NO_3) and some chemical properties (pH - EC - TDS) in wastewater. It included the establishment of two basins, the first for wastewater and the second for the witness, and adding fertilizer (cow dung) to them, then planting the duckweed plant in the two basins. Appropriate chemical analyses were conducted for the water before and after the planting process, and the plant was harvested after the end of the germination process. The dry and wet weight of the plant was taken in both basins and the percentage of the studied elements in the plant was measured. Covariance analysis was conducted and significant differences between the means were tested using the least significant difference (LSD) at a significance level of (0.05). The results obtained were summarized as follows: The duckweed plant has a

high efficiency in reducing the concentration of the elements (Pb-Cd-Zn-Cu-NO_3) by (96% 8.56 -97% - 52% - 47% - 65%) respectively. Covariance analysis was conducted and significant differences between the means were tested using the least significant difference (LSD) at a significance level of (0.05). The results obtained were summarized as follows: The duckweed plant has a high efficiency in reducing the concentration of the elements (Pb-Cd-Zn-Cu-No3) by (96% 8.56 -97% - 52% - 47% - 65%) respectively. Based on the model presented in this study, we find that wastewater treatment using the duckweed plant (*Lemna minor*) is a promising economic system recommended for treatment operations.

Keywords: Heavy metals; *Lemna minor* (Duckweed); Wastewater.