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

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

أسماء صلاح علي[1]، جابر عبد الهادي منصور [2]، صالح محمد الشهيبي [3]، يعقوب محمد البرعصي[4]

[1] قسم علوم البيئة، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة طبرق، طبرق، ليبيا
[2] المعهد العالي للعلوم والتقنية، الكفرة، ليبيا
[3]قسم الهندسة البيئية، الأكاديمية الليبية، بنغازي، ليبيا
[4] قسم علم النبات، جامعة بنغازي، بنغازي، ليبيا

Corresponding Author Email: asma.ali@tu.edu.ly

Article History:

Received: 30 March 2025

Revised: 29 May 2025

Published: 15 Novomber 2025

الكلمات المفتاحية: البيئة شبه الجافة؛ الخروع *Ricinus communis L.*؛ تلوث التربة؛ المعادن الثقيلة؛ وادي السهل الغربي.

ملخص البحث: تُعد مشكلة تلوث التربة بالمعادن الثقيلة من التحديات البيئية العالمية البارزة التي تؤثر سلبًا على صحة الإنسان والنظم البيئية، خاصة في المناطق التي تشهد نشاطًا صناعيًا وتعدينًا مكثفًا، تزداد هذه الظاهرة في البيئات القاحلة وشبه القاحلة، مثل منطقة وادي السهل الغربي في شمال شرق ليبيا، التي تتميز بتربة مالحة وشحيحة المياه، بالإضافة إلى التلوث الناتج عن الأنشطة العسكرية في الحرب العالمية الثانية، تهدف هذه الدراسة إلى تحليل تأثير تلوث التربة بالمعادن الثقيلة على انتشار نبات الخروع (*Ricinus communis* L.) في هذه البيئة القاسية، تم جمع عينات التربة من المنطقة في ربيع 2022، وتحليل خصائصها الفيزيائية والكيميائية، بما في ذلك درجة الحموضة، التوصيل الكهربائي، وتراكيز العناصر الثقيلة مثل الرصاص والنحاس والزنك. أظهرت النتائج أن تربة وادي السهل الغربي تتسم بملوحة معتدلة وقلوية واضحة، ما يحد من نمو العديد من النباتات ومع ذلك أبدى نبات الخروع قدرة استثنائية على التكيف مع هذه الظروف، حيث أظهر قدرة عالية على تحمل وتراكم المعادن الثقيلة، مما يعزز انتشاره في المنطقة تشير نتائج الدراسة إلى أن نبات الخروع يمتلك خصائص فسيولوجية وبيوكيميائية تسمح له بتحمل التربة الملوثة بالعناصر الثقيلة، مما يجعله خيارًا واعدًا في برامج استصلاح

الأراضي الملوثة والمعالجة النباتية وبناءً على هذه النتائج، يُوصى باستخدام نبات الخروع في مشاريع المعالجة النباتية وتحسين البيئة النباتية في المناطق شبه القاحلة.	

1. المقدمة

تُشكل مشكلة تلوث التربة بالمعادن الثقيلة أحد التحديات البيئية العالمية الأكثر إلحاحًا لما لها من آثار سلبية طويلة الأمد على صحة الإنسان والنظم البيئية (Ali *et al.*, 2013). وتشتد هذه الظاهرة في المناطق التي تشهد نشاطًا صناعيًا وتعدينًا مكثفًا، ما يؤدي إلى تراكم تركيزات مفرطة من المعادن الثقيلة في أعماق التربة (Hashim *et al.*, 2011). وتمثل البيئات القاحلة وشبه القاحلة، لا سيما في شمال شرق ليبيا نموذجًا صارمًا لهذه الظاهرة، إذ تتسم بظروف مناخية قاسية وتربة مالحة تزيد من تعقيد مشكلة التلوث وتفاقم تأثيراتها على التنوع البيولوجي وإستدامة الأراضي (Mahklouf & Etayeb, 2018؛ Sims, 2012)، في السنوات الأخيرة، برزت تقنية المعالجة النباتية كإحدى الحلول البيئية الواعدة لاستصلاح الأراضي الملوثة بالمعادن الثقيلة (Garbisu *et al.*, 2001).

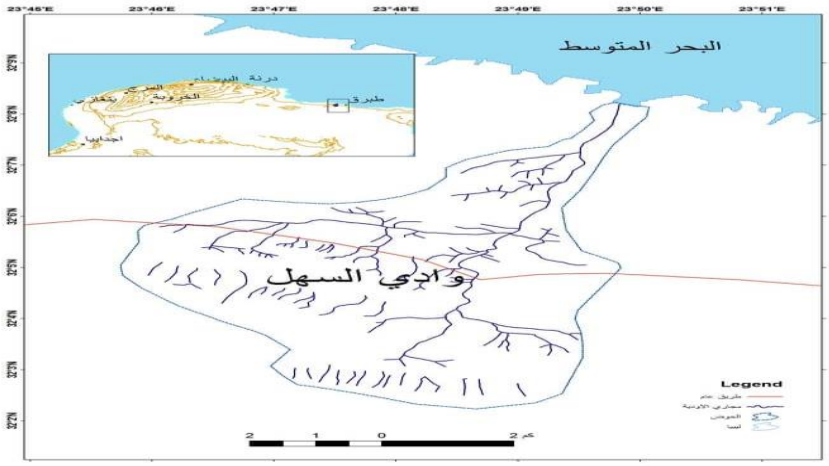
تعتمد هذه التقنية على استغلال قدرة بعض النباتات الفائقة الامتصاص للملوثات، بحيث تساهم في خفض تركيز المعادن الثقيلة في التربة وجعلها صالحة للاستخدام مرة أخرى (Salt *et al.*, 1995). ويُعد نبات الخروع (***Ricinus communis* L.**) من أبرز النباتات المرشحة لهذا الغرض، نظرًا لامتلاكه مجموعة من الخصائص الفسيولوجية والجزيئية التي تمنحه قدرة عالية على تحمل وتراكم مجموعة واسعة من المعادن الثقيلة (Yeboah *et al.*, 2020)، يتميز ***R. communis*** بسرعة نموه وإنتاجيته الكبيرة من الكتلة الحيوية إضافةً إلى نظام جذري منتشر يمتد إلى أعماق واسعة ما يمكنه من استكشاف نطاق كبير من التربة الملوثة (Abreu et al., 2011). كما يمتلك هذا النبات آليات دفاعية داخلية تُمكّنه من نقل المعادن الثقيلة وتخزينها في أجزائه المختلفة دون تعرّضه للتسمم (Yeboah *etal.*, 2020؛ Bauddh & Singh, 2012). وقد أكدت دراسات عديدة قدرة الخروع على نزع المعادن الثقيلة من التربة، بما في ذلك الرصاص (**Pb**)، الكادميوم (**Cd**)، الزنك (**Zn**)، النحاس (**Cu**)، والكروم (**Cr**) (Galal *et al.*, 2021 ؛Zhang *et al.*, 2015).

تتركز فلسفة هذه الورقة البحثية في دراسة تأثير تلوث التربة بالعناصر الثقيلة على انتشار نبات الخروع في الأوساط الساحلية شبه القاحلة، ولتحقيق ذلك، اختيرت منطقة وادي السهل الغربي على الساحل الليبي كموقع للدراسة، حيث تتسم تربتها بارتفاع الملوحة وشح المحتوى المائي، إضافةً إلى إرث التلوث العسكري الناتج عن الاستخدام في الحرب العالمية الثانية الذي خلف بقايا ذخائر ومعسكرات أدت إلى تراكم الملوثات في التربة الساحلية، وقد كشفت التحاليل الجيوكيميائية الميدانية تراكيز مرتفعة نسبياً من عناصر الرصاص (**Pb**)، الزنك (**Zn**)، والنحاس (**Cu**) تحت مظلات نبات الخروع، مما يشير إلى أن تراكم هذه المعادن قد يسهم في تعزيز انتشار هذا النبات الغازي في البيئة الساحلية (Yoon *et al.*, 2006). وتهدف الدراسة الحالية إلى تحليل العلاقة التفاعلية بين العوامل البيئية الساحلية وتراكم المعادن الثقيلة وطرق البحث آليات تحمل وتراكم نبات الخروع، بهدف تقديم رؤى جديدة لاستراتيجيات إدارة واستصلاح الأراضي المتدهورة بيئيًا.

مواد وطرق البحث:

-منطقة الدراسة

يقع حوض وادي السهل الغربي في شمال شرق ليبيا، ضمن هضبة البطنان منحدراً من المنحدر الشرقي لجبل الأخضر غرباً إلى هضبة الدفنة شرقاً، ويحده البحر الأبيض المتوسط شمالاً وإقليم أحواض الصرف الداخلي جنوباً. يمتد الوادي بطول 17.67 كلم وعرض 9.12 كلم، مساحته نحو 54.75 كم²، مع اختلاف في الارتفاع يتراوح بين أقل من متر واحد على الضفاف الشمالية وبين نحو 209 أمتار فوق مستوى سطح البحر داخلياً (شكل 1).



(شكل 1) حدود المنطقة

يسود المنطقة مناخ شبه صحراوي جاف حيث لا تتجاوز كمية الأمطار السنوية 176.2 مم، ما ينعكس في تربة قلوية مالحة، فقيرة بالمادة العضوية وبطيئة التجدد الخصوبي، تتدرج ألوانها بين البني والأصفر وتصنف ضمن مجموعة Haplic Calcisols نتيجة لترسبات كربونات الكالسيوم تتحمل في هذه الظروف القاسية مجموعة من النباتات الحولية والشجيرات القزمية مثل المثنان (*Thymelaea hirusta* L.)، الرمث (*Haloxylon scoparium* Pomel)، والشيح (*Artemisia herba-alba* Asoo)، في السنوات الأخيرة انتشر نبات الخروع الغازي (*Ricinus communis* L.) بشكل متزايد على طول ضفاف الوادي، مستفيداً من نظامه الجذري العميق وقدرته الفائقة على امتصاص وتراكم الأملاح والعناصر الثقيلة وقد رُبط هذا التوسع بالعوامل البشرية المتمثلة في بقايا النشاط العسكري خلال الحرب العالمية الثانية، والرعي الجائر، والزراعة البعلية والمروية، فضلاً عن التحطيب وشق الطرق والمحاجر.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تلوث التربة بالعناصر الثقيلة في مواقع يكثر فيها انتشار الخروع داخل وادي السهل الغربي انطلاقاً من خواص هذا النبات كمؤشر حيوي لاستقصاء المعادن الثقيلة على مدى الزمان وإمكانية استخدامه في استصلاح الأراضي المتدهورة بيئياً (Galal *et al.*, 2021)، كما تستعرض الدراسة الجهود الإيجابية المبذولة في المنطقة، ومنها إنشاء سدود التعويق لحفظ مياه الأمطار والتربة، وحفر الآبار وصهاريج التخزين وزراعة الصنوبر لمقاومة التصحر، إلى جانب دعم تربية النحل لتعزيز عملية التلقيح وانتشار البذور، مما يسهم في فتح آفاق جديدة لإعادة تأهيل المنظومات البيئية المتدهورة.

-طرق العمل:

تمّ جمع عينات التربة في ربيع 2022 من ضفاف وادي السهل الغربي، تحت مظلّة نبات الخروع (*Ricinus communis* L.)، حيث أخذت من عمق 0–30 سم في ثمانية مواقع فرعية موزعة على طول نمو نبات الخروع باستخدام مجرفة معقمة، ثم دمجت هذه العينات الثمانية على شكل عينتين مركبتين؛ كل منهما يضم بيانات أربع عينات فردية بهدف تحسين تمثيل التباين المكاني، نقلت العينات المركبة في أكياس بلاستيكية مانعة للرطوبة إلى المختبر، وجففت في درجة حرارة الغرفة (25 ± 2 °C) لمدة 72 ساعة، ثم نُخّلت بمنخل قطره 2 مم لإزالة الحصى والقطع العضوية الكبيرة، بالإضافة إلى ذلك تم تحليل قوام التربة (Soil Texture) لتحديد النسب المئوية لكل من الطين (Clay) والرمل (Sand) والسلت (Silt) باستخدام طريقة بيكر المتدرّجة (Hydrometer method)، بهدف تصنيف نوعية التربة وفهم خصائصها الفيزيائية، أُجريت التحاليل الفيز وكيميائية بقياس درجة الحموضة pH محلياً في مزيج تربة/ماء بنسب 1:2.5 (وزن/حجم)، بعد معايرة المقياس الرقمي بمحاليل pH 4.01 وpH 7.00، كما تمّ قياس التوصيل الكهربائي EC في نفس الخليط وتحويل قيمته إلى نسبة ملوحة تقريبية وفق معادلة قياسية، أما تحليل العناصر الثقيلة فشمل هضم العينات حمضياً باتباع طريقة معدّلة عن EPA 3050B باستخدام مزيج من حامض النيتريك (HNO_3) وحامض الهيدروكلوريك (HCl) وفوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2)، ثم تحديد تراكيز المعادن (Fe وHg وCu وCd وPb وNi) باستخدام جهاز مناسب لتحليل المعادن لضمان دقة وموثوقية النتائج.

3. النتائج والمناقشة:

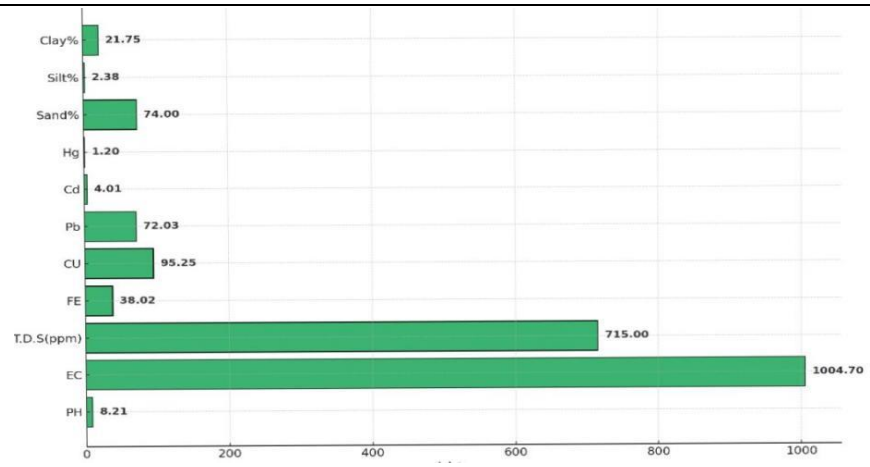
أظهرت نتائج الدراسة (جدول 1)، أن تربة وادي السهل الغربي تتسم بقلوية ملحوظة (PH = 8.21)مع ملوحة معتدلة (EC = 1004.7 µS/cm، TDS = 715 ppm) ، وهي ظروف عادةً ما تحد من نمو العديد من النباتات، غير أن نبات الخروع (*Ricinus communis* L.)أبدى قدرة استثنائية على التكيف والانتشار في هذه البيئة مستفيدًا من خصائصه الفسيولوجية والبيوكيماوية قلوية التربة تساهم عادةً في تثبيط ذوبان بعض العناصر الثقيلة مما يقلل من سميتها الحيوية للنباتات، وهو ما يفسر جزئيًا قدرة الخروع على مواصلة النمو رغم وجود تراكيز مرتفعة نسبيًا لبعض العناصر السامة، أظهرت نتائج التحليل الفيزيائي أن تربة وادي السهل الغربي تتكون في معظمها من الرمل بنسبة 74.33%، يليها الطين بنسبة 21.75%، ثم السلت بنسبة 2.38%، مما يصنف التربة ضمن القوام الرملي الطيني. هذا النوع من التربة يمتاز بتهويته الجيدة وتصريفه العالي للمياه، وهي خصائص قد لا تكون مناسبة لجميع النباتات نظرًا لانخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية، إلا أن نبات الخروع أثبت تكيفًا ملحوظًا مع هذه الظروف. إذ يشير ((Yadav *et al.,* 2011) إلى أن الخروع قادر على النمو في تربة فقيرة نسبيًا بالمغذيات بسبب امتلاكه لجذور قوية وعميقة تُمكّنه من امتصاص الماء والعناصر من الطبقات السفلى للتربة، كما أن القوام الرملي الطيني يسهم في تقليل تراكم المياه الزائدة حول الجذور مما يحد من تعرض النبات للإجهاد المائي أو نقص الأوكسجين في منطقة الجذور، وهي ظروف قد تكون ضارة بالنباتات الحساسة ولكنها مناسبة نسبيًا للخروع بالإضافة إلى ذلك يساهم وجود نسبة معتبرة من الطين في تحسين قدرة التربة على تثبيت بعض العناصر الغذائية والمعادن الثقيلة، مما يدعم آليات التحمل والتكيف التي يمتلكها الخروع في مواجهة ملوحة التربة ووجود العناصر السامة، أظهرت التحاليل أن الحديد متوفر بتركيز مناسب (38.02 ppm) ما يعزز التمثيل الضوئي وتكوين الكلوروفيل في حين أن تركيز النحاس (95.25 ppm) يعتبر مرتفعًا وقد يشكل خطورة على معظم النباتات، إلا أن الخروع يمتلك آليات فسيولوجية مثل عزل المعادن الثقيلة داخل الفجوات العصارية أو ترسيبها في جدران الخلايا، مما يحد من سميتها، كما أشار إلى ذلك (Fargasová, 1998).

بالنسبة للرصاص (7.25 ppm)، والكادميوم (4.012 ppm)، والزئبق (1.20 ppm) فهذه العناصر معروفة بتأثيراتها السمية حتى عند التراكيز المنخفضة، إلا أن دراسات مثل (Alkorta *et al.*, 2004) أكدت أن نبات الخروع ينتمي إلى مجموعة النباتات المحبة للمعادن (metallophytes)، والتي تتسم بقدرتها على تحمل وتراكم المعادن الثقيلة مع الحد الأدنى من التأثيرات السلبية على نموها من جهة أخرى، أظهر (Liu *et al.*, 2018) أن الخروع يزيد من إنتاج الإنزيمات المضادة للأكسدة (مثل الكاتالاز Catalase والبيروكسيداز Peroxidase) عند التعرض للإجهاد المعدني مما يساعد على تقليل الأضرار التأكسدية الناتجة عن تراكم المعادن السامة، أوضحت دراسات ميدانية أخرى كا دراسة (Zhu *et al.*, 2020) أن الخروع يتمتع بكفاءة عالية في استخراج أو تثبيت المعادن الثقيلة من التربة مما يجعله نباتًا مثاليًا لمشاريع المعالجة النباتية (Phytoremediation)، خاصةً في المناطق شبه القاحلة والمناطق ذات التربة القلوية والملحية وهو نفس النمط البيئي الذي يميز وادي السهل الغربي، علاوة على ذلك تُظهر دراسات (Kumar *et al.*, 2021) أن الخروع لا يكتفي فقط بتحمل الظروف القاسية بل يستطيع أيضًا تحسين خواص التربة على المدى البعيد عبر زيادة محتوى المادة العضوية وتحفيز الأنشطة الميكروبية.

بناءً على هذه النتائج يمكن استنتاج أن نبات الخروع يمتلك قدرات تكيفية متميزة مكنته من الاستفادة من ظروف تربة وادي السهل الغربي، متحديًا ملوحتها وقلويتها وتلوثها بالعناصر الثقيلة، مما مهد لانتشاره الواسع في المنطقة كما تبرز أهمية الخروع كخيار مناسب لاستصلاح الأراضي المتدهورة وتحسين البيئة النباتية المحلية، مما يفتح المجال لاستخدامه في برامج إدارة الأراضي المتضررة بيئيًا.

جدول 1: التحليل الفيزيائي والكيميائي لعينات التربة تحت نبات الخروع

العنصر	الرمز الكيميائي	القيمة
الأس الهيدروجيني	PH	8.21
التوصيل الكهربائي	Ec	1004.7
الملوحة الكلية	T.D.S (ppm)	715
الرمل	Sand%	74
السلت	Silt%	2.38
الطين	Caly%	21.75
الحديد	FE	38.02
النحاس	CU	95.25
الرصاص	Pb	72.031
الكادميوم	Cd	4.012
الزئبق	Hg	1.20



(شكل 2) تحليل مستويات العناصر الكيميائية والخصائص الفيزيائية في تربة نبات الخروع

شكل (3) نمو و انتشار نبات الخروع في المنطقة

4.الخاتمة:

أثبتت هذه الدراسة أن نبات الخروع (*Ricinus communis* L) يمتلك خصائص فريدة تُمكّنه من النمو والانتشار في ظروف بيئية صعبة كالموجودة في وادي السهل الغربي، والتي تتسم بملوحة معتدلة وقلوية واضحة وتراكيز متفاوتة من العناصر الثقيلة لقد أظهرت النتائج أن الخروع لا يتأقلم فقط مع هذه الظروف، بل يساهم أيضًا في تحسين البيئة المحيطة به عبر آليات فيزيولوجية وبيوكيميائية متقدمة، مما يؤهله ليكون من أهم النباتات الواعدة في مجالات استصلاح الأراضي والمعالجة النباتية، وانطلاقًا من هذه النتائج فإن استثمار إمكانات الخروع في إدارة النظم البيئية المتدهورة يمثل خطوة استراتيجية نحو تحقيق توازن بيئي وتنمية مستدامة في البيئات الهشة خصوصًا في المناطق شبه القاحلة مثل منطقة الدراسة.

5. التوصيات:

1. استخدام نبات الخروع في استصلاح الأراضي المتدهورة والتربة الملوثة بالعناصر الثقيلة من خلال تقنيات المعالجة النباتية.
2. (Phytoremediation) لاستخراج العناصر السامة من التربة.
3. إجراء دراسات ميدانية لتقييم تأثير زراعته على خصائص التربة، وتعزيز التعاون البحثي لتطوير تقنيات زراعته.
4. استكشاف التنوع الوراثي للخروع في ليبيا لاختيار السلالات الأكثر كفاءة وملاءمة للظروف المحلية.
5. رفع الوعي المجتمعي حول فوائده البيئية ومخاطر انتشاره غير المنضبط، من خلال برامج توعوية وتدريبية.
6. التحكم في انتشاره الغازي عبر تقنيات الإزالة المبكرة، والحراثة العميقة، وزراعة أنواع محلية منافسة، وتفادي استخدام مدخلات زراعية ملوثة ببذوره.

6. شكروتقدير:

نتوجه بالشكر والتقدير لأهالي ومزارعي منطقة وادي السهل على تعاونهم المثمر ودعمهم القيم لنا، من خلال تقديم المعلومات والبيانات الضرورية التي ساعدت في إتمام هذه الدراسة.

المصادروالمراجع:

Abreu, M. M., Santos, E. S., Magalhães, M. C. F., & Rodrigues, A. C. (2011). Phytoremediation of soils contaminated with heavy metals: Techniques and strategies. In M. C. Hernandez-Soriano (Ed.), *Environmental risk assessment of soil contamination* (pp. 133–156). IntechOpen.

Ali, H., Khan, E., & Sajad, M. A. (2013). Phytoremediation of heavy metals—Concepts and applications. *Chemosphere, 91*(7), 869–881. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.01.075

Alkorta, I., Hernández-Allica, J., Becerril, J. M., Amezaga, I., Albizu, I., & Garbisu, C. (2004). Recent findings on the phytoremediation of soils contaminated with environmentally toxic heavy metals and metalloids such as zinc, cadmium, lead, and arsenic. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology, 3*(1), 71–90. https://doi.org/10.1023/B:RESB.0000040059.70886.69

Bauddh, K., & Singh, R. P. (2012). Assessment of castor bean (*Ricinus communis* L.) for phytoremediation of fly ash. *Ecological Engineering, 40*, 74–79. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.12.004

Fargasová, A. (1998). Root growth inhibition, photosynthetic pigments production, and metal accumulation in *Sinapis alba* L. seedlings exposed to copper and cadmium. *Biologia Plantarum, 41*(4), 469–472. https://doi.org/10.1023/A:1001800721890

Galal, T. M., Al-Yasi, H. M., Hassan, L. M., & El-Amier, Y. A. (2021). Bioaccumulation and phytoremediation potential of *Ricinus communis* L. grown in contaminated soils. *Environmental Science and Pollution Research, 28*(30), 40955–40968. https://doi.org/10.1007/s11356-021-13663-4

Garbisu, C., Alkorta, I., Epelde, L., & Amezaga, I. (2001). Phytoremediation: A technology using green plants to remove contaminants from polluted sites. *Bioresource Technology, 77*(3), 229–236. https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00113-5

Gee, G. W., & Bauder, J. W. (1986). Particle-size analysis. In A. Klute (Ed.), *Methods of soil analysis: Part 1. Physical and mineralogical methods* (2nd ed., pp. 383–411). American Society of Agronomy.

Hashim, N. O., Zaini, M. A. A., & Ali, E. (2011). Heavy metals in soils and plants in industrial areas of Selangor, Malaysia. *Environmental Monitoring and Assessment, 182*(1–4), 329–343. https://doi.org/10.1007/s10661-011-1881-1

Kumar, S., Nehra, A., & Duhan, J. S. (2021). Phytoremediation potential and biochemical responses of *Ricinus communis* L. under heavy metal stress: A review. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, 16*, 100551. https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100551

Liu, W., Zhou, Q., Zhang, Y., & Wei, S. (2018). The antioxidant response of *Ricinus communis* L. seedlings to cadmium stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 150*, 121–128. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.12.004

Mahklouf, M., & Etayeb, M. (2018). Environmental impact of salt-affected soils on plant diversity in arid regions of Libya. *Journal of Arid Environments, 155*, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2018.04.003

Rhoades, J. D. (1996). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In D. L. Sparks (Ed.), *Methods of soil analysis: Part 3. Chemical methods* (pp. 417–435). Soil Science Society of America.

Salt, D. E., Blaylock, M., Kumar, N. P. B. A., Dushenkov, V., Ensley, B. D., Chet, I., & Raskin, I. (1995). Phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. *Nature Biotechnology, 13*(5), 468–474. https://doi.org/10.1038/nbt0595-468

Sims, R. C. (2012). *Environmental remediation: Removing organic and metal contaminants*. CRC Press.

United States Environmental Protection Agency. (1996). *Method 3050B: Acid digestion of sediments, sludges, and soils* (Revision 2). https://www.epa.gov/esam/epa-method-3050b-acid-digestion-sediments-sludges-and-soils

Yadav, S. K., Juwarkar, A. A., Kumar, P., Thawale, P. R., Singh, S. K., & Chakrabarti, T. (2011). Bioaccumulation and phytotransformation of toxic elements in *Ricinus communis* L. grown on industrial waste amended soil: Implications for phytoremediation. *Bioresource Technology, 102*(3), 3500–3506. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.10.104

Yeboah, S., Zhang, Q., Cai, L., & Du, Y. (2020). Uptake and accumulation of heavy metals by *Ricinus communis* L. in a multi-metal-contaminated soil. *International Journal of Phytoremediation, 22*(2), 141–149. https://doi.org/10.1080/15226514.2019.1658703

Yoon, J., Cao, X., Zhou, Q., & Ma, L. Q. (2006). Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. *Science of the Total Environment, 368*(2–3), 456–464. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.01.016

Zhang, X., Zhong, T., Liu, L., & Ouyang, X. (2015). Impact of heavy metal pollution on soil microbial diversity and functionality. *Environmental Science and Pollution Research, 22*(12), 8890–8900. https://doi.org/10.1007/s11356-014-4032-7

Zhu, Y., Zeng, H., Shen, Q., & Wang, C. (2020). Uptake and accumulation characteristics of heavy metals in *Ricinus communis* grown in multi-metal contaminated soils. *International*

Journal of Phytoremediation, 22(5), 494–501. https://doi.org/10.1080/15226514.2019.1684799

Ecological Role of (*Ricinus communis* L.) in Adaptation to Soil Contamination with Heavy Metals in Semi-Arid Coastal Environments: A Case Study of Wadi Al-Sahl Al-Gharbi, Northeastern Libya

Asmaa Salah Ali[1], Jaber Abdelhadi Mansour[2], Saleh Mohamed Al-ShehibiJ[3], Yacoub Mohamed Al-Barasi[4]

[1]Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, University of Tobruk, Libya

[2] Higher Institute of Science and Technology, Al-Kufra, Libya

[3]Department of Environmental Engineering, Libyan Academy, Benghazi, Libya

[4]Department of Botany, University of Benghazi, Libya

Abstract

Soil contamination with heavy metals represents a significant global environmental challenge, adversely impacting human health and ecosystem stability—particularly in areas subjected to intensive industrial, mining, and historical military activities. This issue is increasingly prevalent in arid and semi-arid ecosystems, such as the Wadi Al-Sahl Al-Gharbi region in northeastern Libya, characterized by saline soils, limited water availability, and residual pollution from World War II. This study investigates the ecological response and adaptive capacity of *Ricinus communis* L. to heavy metal-contaminated soils within this extreme environment. Soil samples were collected during the spring of 2022 and analyzed for key physicochemical parameters, including pH, electrical conductivity (EC), and concentrations of lead (Pb), copper (Cu), and zinc (Zn). Results revealed that the soils exhibit moderate salinity and strong alkalinity, conditions typically unfavorable for the growth of most plant species. Despite these constraints, *Ricinus communis* L. demonstrated a remarkable tolerance and bioaccumulation capacity for heavy metals, facilitating its successful establishment in the region. The findings suggest that R. communis possesses distinct physiological and biochemical mechanisms that enable survival in contaminated substrates, positioning it as a viable candidate for phytoremediation and ecological restoration initiatives in semi-arid environments. Accordingly, this species is recommended for integration into soil remediation strategies aimed at restoring vegetation and improving soil health in degraded coastal ecosystems.

Keywords: Soil contamination; Heavy metals; *Ricinus communis* L.; Semi-arid environment; Wadi Al-Sahl Al-Gharbi