Phytotoxicity assessment in agricultural lands adjacent to the former landfill (Al-Bassa)

Hanen Al-katab [*]
Dr. Rama Daoud [**]

(Received 6 / 11 / 2025. Accepted 8 / 3 /2026)

□ ABSTRACT □

Phytotoxicity is a vital and important tool for assessing the environmental impact of waste landfill sites on adjacent agricultural land. This research, conducted on October 22, 2024, aimed to assess the level of phytotoxicity in agricultural soil adjacent to the Al-Bassa landfill. This toxicity resulted from soil contamination with organic and inorganic pollutants from solid waste landfills. The research relied on simple and reliable bioassays using (*Raphanus sativus*) as an indicator. The growth and mass of the root and shoot systems were measured in soil samples taken from two points (near and far from the landfill) at two different depths. The results showed a clear inverse relationship between proximity to the landfill and all studied plant growth indicators, confirming that the landfill is the primary source of pollution. Roots exhibited the highest degree of response to pollutants compared to the other studied growth indicators, with a sharp decline recorded in the samples closest to the landfill. The results also indicated that the surface layer (0-30 cm) was the most affected, with pollutants seeping into deeper layers. The study demonstrates that the phytotoxicity indicator is an effective tool for monitoring environmental degradation and recommends halting agricultural activities in the affected areas and adopting sustainable environmental rehabilitation strategies. Such as herbal medicine.

Keywords: Phytotoxicity, Waste Landfills, Al-Bassa Landfill, Soil Pollution, Bioindicators

Copyright **:**Latakia University journal (formerly Tishreen) -Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

[*] **Postgraduate Student, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University(formerly Tishreen), Lattakia, Syria.** ninaalkateb@gmail.com
**** Assistant Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University(formerly Tishreen), Lattakia, Syria** ramadaoud91@yahoo.com

تقييم السمية النباتية في الأراضي الزراعية المجاورة لمكب النفايات السابق (البصة)

حنين الكاتب [*]

د. راما داود [**]

(تاريخ الإيداع 6 / 11 / 2025. قبل للنشر في 8 / 3 / 2026)

□ ملخّص □

تعد السمية النباتية أداة حيوية مهمة لتقييم الأثر البيئي لمواقع دفن النفايات على الأراضي الزراعية المجاورة. تم إجراء البحث في 22 تشرين الأول 2024 وتهدف هذه الدراسة إلى تقييم مستوى السمية النباتية (Phytotoxicity)في التربة الزراعية المجاورة لمكب البصة، الناتج عن تلوث التربة بالملوثات العضوية وغير العضوية من مكبات النفايات الصلبة، فقد اعتمد البحث على اختبارات حيوية بسيطة وموثوقة باستخدام نبات الفجل *(Raphanus sativus)* كمؤشر، حيث تم قياس نمو وكتلة المجموع الجذري والخضري في تربة أُخذت من نقطتين (قريبة وبعيدة عن المكب) وعلى عمقين مختلفين. أظهرت النتائج وجود علاقة عكسية واضحة بين القرب من المكب وجميع مؤشرات نمو النبات المدروسة، مما يؤكد أن المكب هو المصدر الرئيسي للتلوث. أظهرت الجذور أعلى درجة استجابة للملوثات مقارنةً ببقية مؤشرات النمو المدروسة، حيث سجل انخفاضاً حاداً في العينات القريبة. كما بيّنت النتائج أن الطبقة السطحية (0–30 سم) هي الأكثر تضرراً، مع وجود تسرب للملوثات إلى الطبقات العميقة. تثبت الدراسة أن مؤشر السمية النباتية أداة فعالة لرصد التدهور البيئي وتوصي بضرورة وقف الأنشطة الزراعية في المناطق المتضررة واللجوء إلى استراتيجيات تأهيل بيئي مستدامة كالمعالجة النباتية.

الكلمات المفتاحية: السمية النباتية، مكبات النفايات، مكب البصة، تلوث التربة، المؤشرات الحيوية .

حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً)– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

[*]**طالبة ماجستير – كلية الهندسة الزراعية– جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً) – اللاذقية – سوريا.** ninaalkateb@gmail.com

[**]**مدرس – كلية الهندسة الزراعية – جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً) – اللاذقية – سوريا.** ramadaoud91@yahoo.com

مقدمة

تُعد التربة عنصراً أساسياً في البيئة الطبيعية اذ أنها تشكل الدعامة الحيوية لنمو النباتات واستدامة النظم البيئية، وبالرغم من ذلك فإن التوسع العمراني العشوائي والتطور الصناعي غير المنظم إلى جانب الأنشطة البشرية المتعددة ساهمت جميعها في تلوث التربة بمواد ضارة وسامة خصوصاً في المناطق القريبة من مواقع دفن النفايات الصلبة حيث ان مكبات النفايات الصلبة تعد من أبرز مصادر تلوث التربة، فهي تؤدي إلى تراكم مستويات عالية من الملوثات سواء كانت عضوية أو غير عضوية (مثل المعادن الثقيلة والمواد الكيميائية السامة) [1] .

تبرز الحاجة إلى استخدام مؤشرات حيوية دقيقة لرصد مدى تدهور التربة وتقييم جودتها بسبب التأثيرات السلبية لهذه الملوثات في خصوبة التربة وصحة النباتات، ولهذا فإن تحليل مستوى السمية النباتية في الترب الملوثة ولا سيما تلك المحيطة بمكبات النفايات يُعد خطوة محورية لتحديد تأثير هذه الملوثات في نمو النباتات وتطورها كما يسهم هذا التقييم في معرفة مدى ملائمة التربة للاستخدام الزراعي، واقتراح طرائق مناسبة لمعالجة التلوث وتحسين الخصائص البيئية للتربة، وتُجرى هذه التقييمات عادة من خلال اختبارات حيوية باستخدام نباتات حساسة تُستخدم كمؤشرات حيوية لتقييم تأثير التلوث في إنبات البذور ونمو الجذور والأجزاء الخضرية [2] .

يعد اختبار السمية النباتية مؤشراً بيولوجياً مهماً في الدراسات البيئية، اذ يستخدم لتقييم حالة التربة بسبب حساسية النباتات تجاه التغيرات البيئية، ويتيح هذا الاختبار الكشف المبكر عن درجة تلوث التربة بشكل شامل من خلال متابعة تراكم العناصر الضارة في أنسجة النباتات كما يتميز بسهولة تطبيقه وانخفاض تكلفته [3]، إضافة إلى ذلك فإن نتائجه تعكس الأثر المباشر البيئي للملوثات [4]، ويسهم في دعم خطط إعادة التأهيل وتقدير المخاطر البيئية المحتملة على الصحة العامة عبر السلسلة الغذائية [5] .

وعليه فإن تطبيق هذا الاختبار في ترب المناطق القريبة من مكبات النفايات يعد أداة أساسية لفهم تأثير هذه المواقع وتحديد مدى صلاحية التربة للاستخدام الزراعي او الحاجة إلى برامج تأهيل، لذلك يعتبر اعتماد السمية النباتية كمؤشر حيوي وسيلة فعالة لرصد التلوث، وتقييم آثاره البيئية، ووضع استراتيجيات للإدارة المستدامة للموارد الطبيعية [6] .

وقد تناولت العديد من الأبحاث والدراسات السابقة مؤشر السمية النباتية لتقييم التلوث وقدمت نتائج واضحة حول فعالية هذا المؤشر في بيئات مختلفة، خاصةً في مناطق مكبات النفايات والمواقع الصناعية، فقام باحثون بدراسة تأثير المعادن الثقيلة في نباتي البابايا *Carica papaya* والسبانخ *Spinacia oleracea*، ووجدوا أن تراكم الرصاص والنحاس في التربة كان مرتفعاً، مما أثر سلباً في صلاحيتها للزراعة [7]، وايضاً أجرى باحثون اختباراً على نبات الرشاد *Lepidium sativum* لتقييم السمية النباتية في التربة الصناعية، وأظهرت نتائج الدراسة انخفاضاً ملحوظاً في طول الجذور الأمر الذي يعكس سمية واضحة للمخلفات الصناعية[8]، وتم استخدام منهجيات أخرى في الأبحاث شملت مراجعة شاملة للتقنيات التي أوصت باستخدام نباتات حساسة مثل *Allium cepa* و *Lepidium sativum* ككواشف لتحديد العناصر السامة الأكثر تأثيراً مثل الرصاص والكادميوم[9]، كما أكدت دراسات أخرى على تأثير مكبات النفايات بشكل مباشر حيث وجد باحثون انخفاضاً في إنبات ونمو القمح L *Triticum aestivum* والبرسيم *Medicago sativa* في تربة المكب، على الرغم من قدرة هذه النباتات على امتصاص بعض الملوثات[10]، ولم يقتصر استخدام هذا المؤشر على المعادن الثقيلة فقط، بل شمل أيضاً الملوثات العضوية حيث وجد باحثون أن تلوث التربة بالبنزين يسبب انخفاضاً واضحاً في نمو نباتات الشوفان *Avena sativa* والشعير *Hordeum vulgare*، مما يؤكد حساسية هذه النباتات تجاه الملوثات النفطية[11]، وبالمثل وجد أن تلوث التربة بالهيدروكربونات يسبب تثبيطاً في

إنبات ونمو نبات الخس *Lactuca sativa* بنسبة تصل إلى 60%، وهو ما يشير إلى تأثير سمي كبير[12]، وكما وجد أن تلوث التربة بالبنزين أدى إلى انخفاض كبير في مؤشرات نمو الفجل *Raphanus sativus* الأمر الذي عكس تدهوراً في مقاومة التربة الحيوية[13] .

تُسهم هذه الأبحاث في بناء فهم شامل حول فعالية مؤشر السمية النباتية، وتؤكد على دوره الحيوي في الكشف عن الآثار السامة للملوثات في التربة، خاصةً في المناطق المعرضة للتلوث مثل مكبات النفايات .

أهمية البحث وأهدافه :

تتمثل أهمية هذا البحث في كونه أداة فعالة لرصد التلوث البيئي في التربة الزراعية في المناطق القريبة من مكبات النفايات، من خلال تقييم السمية النباتية كمؤشر حيوي بسيط وقليل التكلفة إذ يساعد هذا التقييم في الكشف المبكر عن التأثيرات السامة، وتحديد مدى صلاحية التربة للزراعة، بالإضافة إلى توفير بيانات تدعم خطط التأهيل البيئي وتحسين جودة التربة .

يهدف البحث إذاً إلى :

دراسة تأثير مكب البصة في التربة الزراعية المجاورة من خلال تحليل مؤشرات حيوية تشمل معدلات إنبات الفجل، ونمو الجذور والمجموع الخضري، والكتلة الحيوية للجذور والمجموع الخضري لقياس مدى تدهور التربة .

طرائق البحث ومواده:

1. موقع الدراسة :

يقع مكب البصة على بعد 15 كم جنوب شرق مدينة اللاذقية، وعلى امتداد شاطئ البحر المتوسط بطول 3 كم، بين نهري الكبير الشمالي والصنوبر، ويشغل مساحة 100 هكتار على شاطئ البحر مباشرة، بعد أن كانت عام 2002 (60) هكتاراً، أي أن مساحته تضاعفت تقريباً في أقل من خمسة عشر عاماً [14] .

يحد المنطقة المدروسة من الجنوب الغربي البحر المتوسط، ومن الشمال الشرقي أتوستراد اللاذقية طرطوس، ومن الشمال الغربي نهر الكبير الشمالي، ومن الجنوب الشرقي نهر الصنوبر [15] شكل (1) .

الشكل (1) يوضح موقع الدراسة

2. طريقة أخذ العينات :

تم إجراء مقطع تربة في الأراضي الزراعية المجاورة للمكب وتحديد بعض خصائص التربة مثل (سماكة التغطية، وجود آثار لنفايات مطمورة، درجة تراص التربة)، وبعد حفر المقاطع تم أخذ عينات التربة من طبقتين مختلفتين الطبقة السطحية 30–0 سم والطبقة العميقة 90–30 سم لدراسة تغيير الكفاءة البيولوجية بالنسبة لعمق التربة بمعدل عينتين من كل نقطة اعتيان.

بعد ذلك تم وضع كل عينة في كيس محكم الإغلاق مع بطاقة تعريفية عن كل عينة وتم تسجيل احداثيات نقاط الاعتيان كما هو موضح في الجدول (1)

الجدول(1) يظهر مواصفات التربة المدروسة ومواقع أخذ نقاط الاعتيان

رمز نقطة الاعتيان	البعد عن المكب(م)	العمق cm	الاحداثيات	وصف التربة
A1S	50	0–30	35°47'97.007"N 35° 84'66.3751"E	رملية سوداء بحسب [16]
A1D		90–30		
A2S	150	0–30	35°48'02.31427"N 35° 84'46.97731"E	رملية سوداء (ثقيلة) بحسب [16]
A2D		30-90		

3. الطريقة المخبرية والتحليلية :

تم نمذجة اختبار السمية النباتية في الظروف المخبرية لتقدير الكفاءة البيولوجية لتربة المكب بعد توقف العمل به في عام 2022، وتم إجراء الدراسات المخبرية والتحليلية باستخدام الطرائق المعتمدة في علم البيئة وعلوم التربة [17].

حيث تم استخدام مجموعة من المعايير لتحديد السمية النباتية للتربة Soil phytotoxicity مثل قياس أطوال المجموع الخضري والجذري، بالإضافة إلى الكتلة الحيوية الخاصة بالمجموعين الخضري والجذري ويتم التعبير عن هذه المعايير بوحدات قياس مناسبة كالنسبة المئوية (%)، والمليمتر (mm) ، والغرام(g) ، في هذه التجربة تم اختيار الفجل (*Raphanus sativus*)ككائن اختبار حيث يتمتع بنقاوة تصل إلى 98% ونسبة إنبات تبلغ 75% وقد تم زراعة بذور الفجل في 22 تشرين الأول 2024.

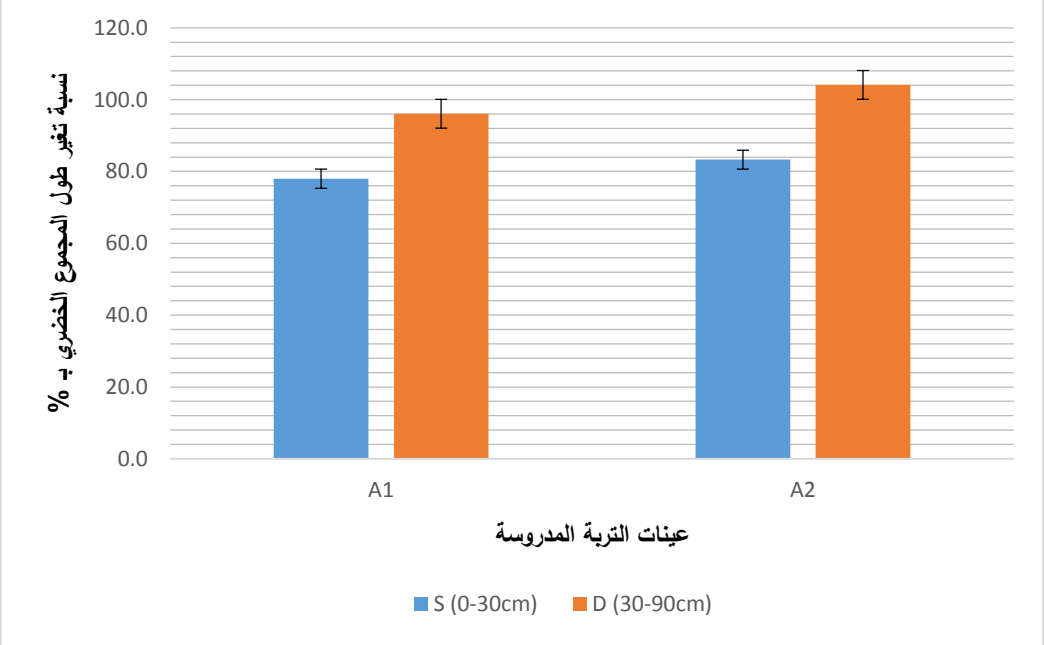
تم تحضير 12 طبق بتري بثلاثة مكررات لكل عينة، حيث تم إعطاء كل طبق اسم أو بطاقة تعريفية وبعد ذلك تم وزن التربة وتوزيع 50 غراماً منها في كل طبق ثم جرت زراعة 20 بذرة من الفجل في كل طبق وترتيبها في أربعة صفوف وفي كل صف خمس بذور باستخدام الملقط وبعد الانتهاء من عملية الزراعة تم ترطيب الأطباق بـ 15 مل من الماء المقطر في كل طبق .

في المرحلة الأخيرة تم نقل الأطباق إلى جو المخبر المخصص للتجارب وتم اخذ القراءة بعد مرور 10 أيام على الزراعة.

النتائج والمناقشة

1. **تغير طول المجموع الخضري بحسب البعد والقرب عن المكب في الطبقتين السطحية والعميقة :**

يوضح الشكل (2) أطوال المجموع الخضري لعينات نقطتين(A1) الأقرب إلى المكب والنقطة(A2) الأبعد عن المكب على العمقين السطحي (0–30) surface سم والعميق (30–90) سم حيث أنّ طول المجموع الخضري مقياس أساسي لقوة النبات وقدرته على التمثيل الضوئي.



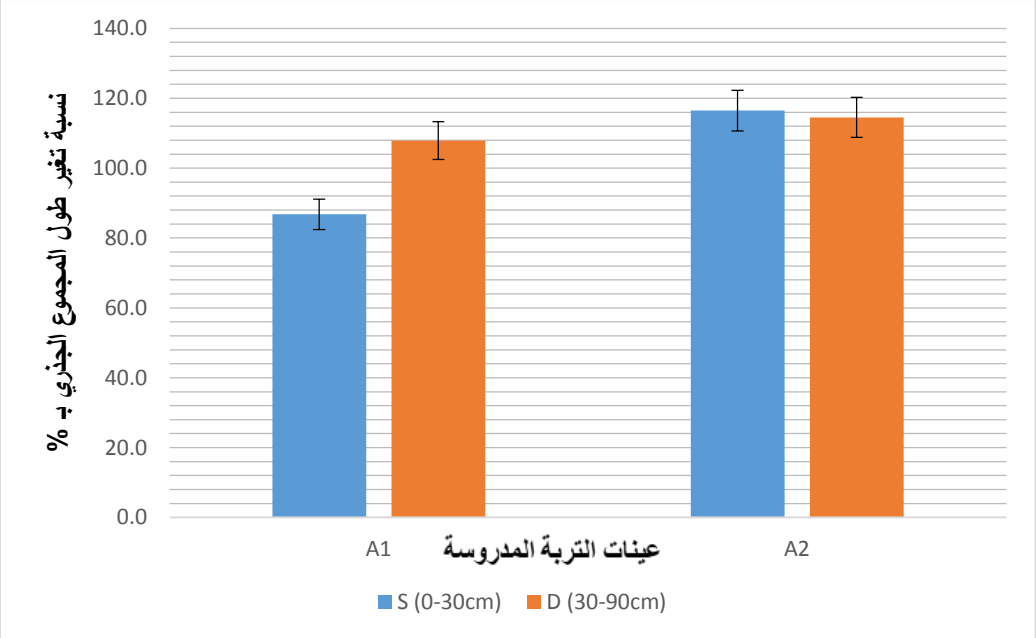
الشكل (2) تغير أطوال المجموع الخضري بحسب البعد والقرب عن المكب في الطبقتين السطحية والعميقة

يظهر الشكل (2) انخفاض أطوال المجموع الخضري في النباتات المزروعة بتربة الموقع الأقرب للمكب (A1) مقارنة بالموقع الأبعد(A2) ، ففي تربة الموقع الأقرب للمكب(A1) بلغ طول المجموع الخضري نحو 78% في الطبقة السطحية و96% في الطبقة العميقة، بينما سجل طول المجموع الخضري في النقطة في A2 الأبعد عن المكب ارتفاعاً

بنسبة تراوحت بين (6% – 11%) على التوالي. هذا الانخفاض يعكس التأثير المباشر للملوثات في الأجزاء الهوائية للنبات، والتي تتأثر بقدرة الجذور على امتصاص الماء والعناصر الغذائية .وعليه يتأثر طول المجموع الخضري سلباً بالقرب من المكب حيث تنخفض قدرة النباتات على مقاومة الإجهاد والتراكيز العالية من الملوثات، وهذا ما توصلت إليه دراسة أجريت على مواقع قرب مكب نفايات في مدينة روستوف تم من خلالها تقييم تأثير التربة الملوثة في طول المجموع الخضري لنبات الفجل *Raphanus sativus* وأظهرت نتائجها انخفاضاً واضحاً في طول المجموع الخضري بسبب التسمم الناتج عن المعادن الثقيلة الموجود في تربة المكب[18].

2. تغير طول المجموع الجذري بحسب القرب والبعد عن المكب في الطبقتين السطيحة والعميقة .

يقارن الشكل (3) طول المجموع الجذري لعينات النقطتين A1, A2 على العمقين 30–0سم والعميق 90–30 سم حيث يعد طول الجذور مؤشراً حاسماً على قدرة النبات لتثبيت نفسه وامتصاص المغذيات والمؤشر الأكثر حساسية عند تقييم التأثيرات المثبطة للملوثات على النباتات



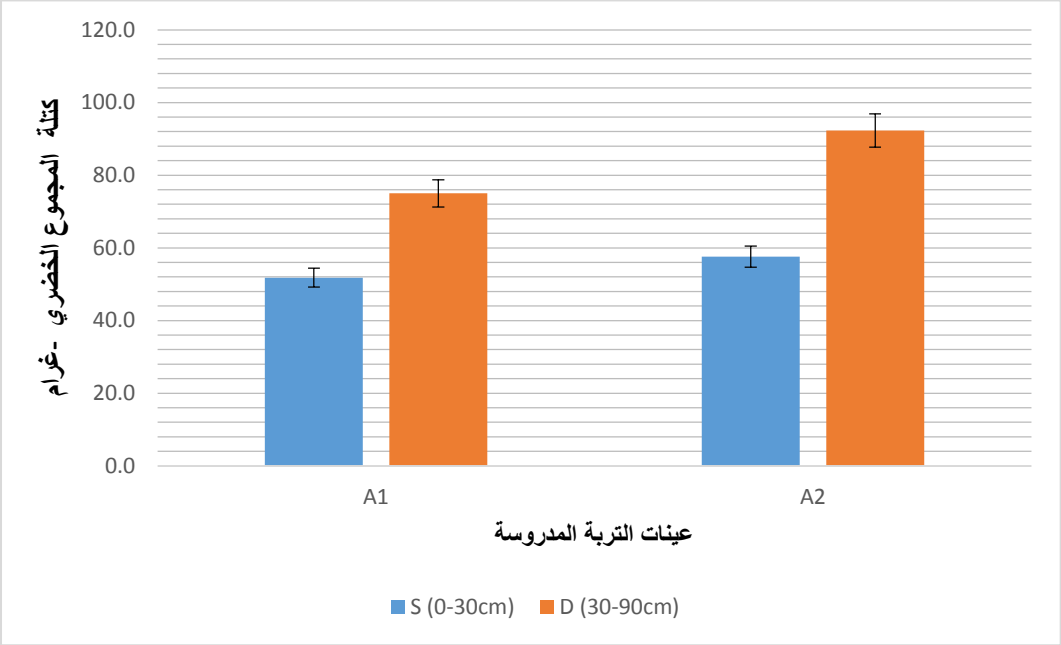
الشكل (3) تغير طول المجموع الجذري بحسب القرب والبعد عن المكب في الطبقتين السطيحة والعميقة

تبيّن أن أطوال المجموع الجذري في تربة العينة الأبعد عن المكب (A2)أكبر من أطوال المجموع الجذري في تربة العينة الأقرب للمكب (A1) حيث بلغت نسبة الزيادة في طول المجمع الجذري حوالي 31.2% في التربة السطحية و10% في التربة العميقة البعيدة عن المكب. هذا الفارق البالغ أكثر من 25% في التربة السطحية يشير إلى حساسية الجذور العالية تجاه تراكيز الملوثات وهذا ما بيّنته النتائج أنّ التغيرات في نمو الجذور كانت الأوضح والأسرع انعكاساً لتأثير الملوثات. تتوافق هذه النتائج مع نتائج مجموعة من الدراسات العلمية في هذا المجال حيث وجد باحثون أن استطالة الجذر هي مؤشر أكثر حساسية من إنبات البذور عند تقييم التأثيرات المثبطة للمخلفات العضوية في أنواع نباتية مختلفة[19] ، كما وجد باحثون أيضاً تثبيط كبير لنمو الجذور بنسبة 97.81% و84.21% لكل من البندورة *Lycopersicon esculentum* والرشاد *Lepidium sativum* عند تعريضهما لتركيز 10% من رشاحة مكب نشط [20] . كما تتوافق هذه النتيجة مع دراسة أجريت في السعودية لتقييم تأثير مكبات النفايات في نمو أنواع مختلفة من

النباتات وأشارت النتائج إلى أن استطالة الجذر تُعد مؤشراً أكثر حساسية لتأثيرات سمية الرشاحة من إنبات البذور [21].

3. **التغير في كتلة المجموع الخضري بحسب البعد والقرب عن المكب في الطبقتين السطيحة والعميقة:**

تعكس الكتلة الحيوية للمجموع الخضري صحة وحيوية النبات وفي الوقت ذاته تتأثر سلباً بالترب الملوثة، يوضح الشكل (4) الكتلة الحيوية للمجموع الخضري في النقاط المدروسة حيث بلغت كتلة المجموع الخضري في تربة العينة الأقرب للمكب (A1) 51.8 غراماً في التربة السطحية و75 غراماً في التربة العميقة مقارنة بـ 57,6 و92,3 غراماً في تربة العينة الأبعد للمكبA2 هذا الانخفاض يرتبط مباشرة بضعف المجموع الجذري حيث إن تراجع امتصاص الماء والعناصر يحد من التمثيل الضوئي ويؤدي إلى انخفاض الكتلة الخضرية للنبات .



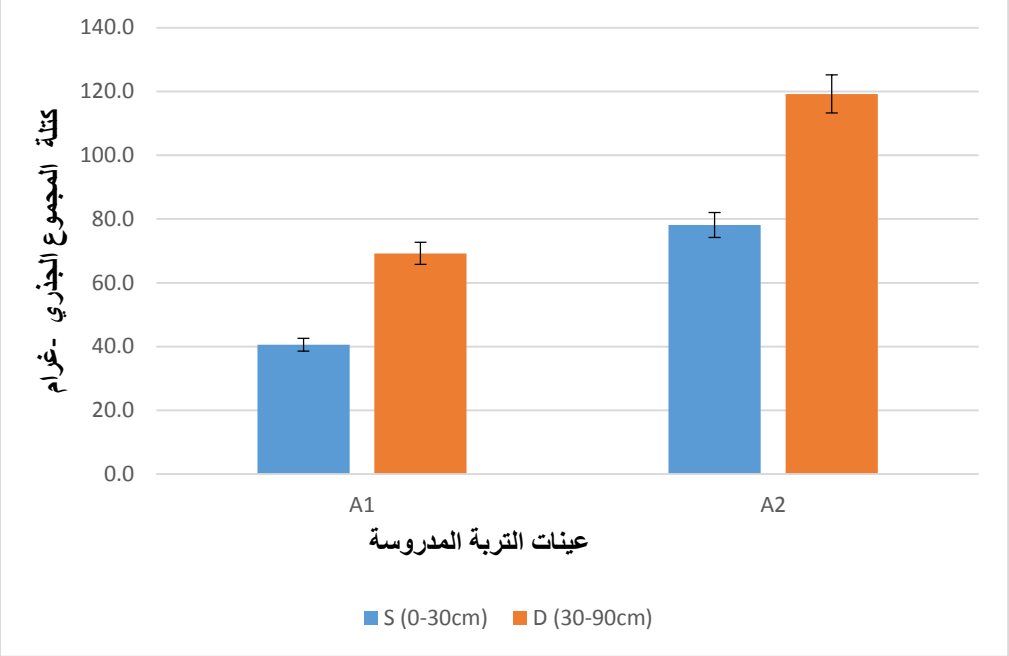
الشكل (4) التغير في كتلة المجموع الخضري بحسب البعد والقرب عن المكب في الطبقتين السطيحة والعميقة

ويعزز هذا الانخفاض فرضية وجود سمية نباتية، حيث تؤثر الملوثات على قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية، وتؤثر على عملية التمثيل الضوئي، مما يقلل من إنتاج الكتلة الحيوية كما في دراسة أجراها باحثون لتقييم سمية الرشاحة الموجودة في مكب النفايات وتأثيرها في المجموع الجذري والخضري حيث توصلت الدراسة إلى أنّ الملوثات الموجودة في الرشاحة تؤدي إلى تأثيرات سامة واضحة في كل من المجموع الجذري والمجموع الخضري للنباتات، حيث تتعرض الجذور أولاً لهذه الملوثات، مما يثبط نمو خلاياها ويقلل من طولها، ويضعف قدرتها على امتصاص الماء والعناصر الغذائية الضرورية. وفي نفس الوقت، يتسبب الإجهاد الناتج عن هذه السموم في تقليل نمو الأوراق والسوق، من خلال تقليل طولها وحجمها وعددها، كما يعيق عمليات التمثيل الضوئي ويقلل من إنتاج المواد الغذائية، مما ينعكس سلباً على صحة النبات ونموه بشكل عام [22].

4. **التغير في كتلة المجموع الجذري بحسب البعد والقرب عن المكب في الطبقتين السطيحة والعميقة**

يوضح الشكل (5) انخفاض الكتلة الحيوية للمجموع الجذري في تربة العينة الأقرب للمكب (A1) حيث بلغت 40.6 غراما في التربة السطحية و69.2 غراما مقارنة بالعينات البعيدة عن المكب حيث سجلت زيادة في الكتلة الحيوية بلغت 29غراما في تربة العينات السطحية و51غراما في تربة العينات العميقة الأبعد عن المكب.

الانخفاض في الطبقة العميقة تجاوز 35% مما يعكس تسرب الملوثات إلى باطن التربة فالعلاقة الإيجابية بين طول الجذور وكتلتها الحيوية واضحة، حيث يؤدي تثبيط الاستطالة إلى تراجع مباشر في الكتلة هذا الانخفاض الذي يزيد عن 35% في الطبقة العميقة (D) بين A1 وA2 هو مؤشر قوي على وجود سمية نباتية شديدة تؤثر على نمو الجذور فهناك علاقة طردية ما بين طول الجذور وكتلتها الحيوية وهذا ما أثبتته دراسة أجراها باحثون التي سجلت تقلصاً في طول الجذور أدى إلى تراجع مباشر في كتلته الحيوية للنباتات النامية قرب مكب النفايات[18].



الشكل (5) التغير في كتلة المجموع الجذري بحسب البعد والقرب عن المكب في الطبقتين السطيحة والعميقة

المناقشة :

أظهرت الاشكال الأربعة (طول وكتلة المجموع الجذري، وطول وكتلة المجموع الخضري) صورة متكاملة لدرجة السمية النباتية في التربة المجاورة لمكب النفايات. فقد تبين وجود علاقة عكسية واضحة بين القرب من المكب ومؤشرات النمو المدروسة، إذ سجلت النباتات المزروعة في عينات التربة البعيدة (A2) قيماً أعلى في جميع المؤشرات المدروسة مقارنة بالعينات القريبة(A1) حيث يلعب عامل القرب والبعد عن المكب دوراً في تحديد درجة السمية النباتية اذ يوجد علاقة ارتباط بين ارتفاع مؤشر تلوث الرشاحة في المناطق القريبة من المكب وزيادة السمية النباتية وهذا ما تبيّن في الدراسة الحالية فالنقطة القريبة من المكب أظهرت تأثير مثبط لنمو الجذور وذلك لاحتواء رشاحة المكب على مواد شديدة التلوث.

ويؤكد هذا الاتجاه أن المكب يمثل المصدر الرئيسي للتلوث، وأن التربة المجاورة له تتعرض لتدهور بيئي حاد ينعكس سلباً على قدرة النبات على النمو والتطور

كما أوضحت النتائج أن الطبقة السطحية (0–30 سم) أكثر تأثراً بالملوثات مقارنة بالطبقة العميقة (30–90 سم)، مما يشير إلى تراكم الرشاحة والملوثات الثقيلة والعضوية في الطبقة العلوية بفعل الأمطار والرياح، وهو ما يتوافق مع ما توصلت إليه دراسات ميدانية سابقة في فيتنام والهند حول دور الأمطار الحامضية والضغوط السطحية في زيادة تراكم الملوثات وانتشارها [23,24] ورغم ذلك، فقد بينت النتائج أن بعض الملوثات تسربت إلى الأعماق، خاصة عند

النقطة البعيدة عن المكب A2 ، حيث سجلت كتلة الجذور في الطبقة العميقة(30–90 سم) انخفاضاً حاداً، مما يعكس وصول التلوث إلى مستويات أعمق من التربة .

ومن ناحية المؤشرات الحيوية، أظهر المجموع الجذري استجابة تفوق بقية أجزاء النبات عند تعرضه للملوثات، مما يجعله أفضل مؤشر على تدهور التربة، حيث انخفض بشكل أوضح من مؤشرات الكتلة أو النمو الخضري، وهو ما أكدته دراسات عدة [19,20,21] وقد يُعزى ذلك إلى أن الملوثات تستهدف في المقام الأول الأنسجة الميرستيمية للجذور، مسببةً تراجعاً في انقسام الخلايا واستطالتها وانخفاضاً في نفاذية الأغشية وكفاءة الامتصاص [25] ونتيجة لذلك، يضعف الامتصاص المائي والغذائي، مما يؤدي إلى تراجع مباشر في الكتلة الجذرية، ثم ينعكس هذا الضعف على المجموع الخضري عبر تقليل كفاءة البناء الضوئي وتباطؤ التراكم الحيوي [18,26] ، كما تؤكد هذه النتائج أن التأثيرات السمية في التربة لا تقتصر على عضو معين في النبات، وإنما تمتد لتشمل المجموع الجذري والخضري على حد سواء، وهو ما يعكس حالة إجهاد فسيولوجي شاملة ناجمة عن ملوثات المكب [22,27] وبناءً على ذلك، تثبت هذه الدراسة أن مؤشر السمية النباتية يمثل أداة حيوية وفعالة في رصد التلوث البيئي في التربة المحيطة بمكبات النفايات، وتدعم التوصيات التي تدعو إلى وقف الأنشطة الزراعية في المناطق المجاورة للمكب، واللجوء إلى استراتيجيات معالجة بيئية مستدامة مثل المعالجة النباتية، إضافةً إلى تحسين إدارة النفايات والرشاحة للحد من انتشار التلوث في المستقبل .

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات

- توجد علاقة عكسية بين قرب الأرض الزراعية من مكب النفايات وكفاءة مؤشر السمية النباتية، فكلما كانت التربة أقرب إلى المكب، زادت مستويات السمية النباتية وتأثر نمو النبات بشكل سلبي .
- يمثل نمو الجذور معياراً بالغ الدقة للكشف عن السمية النباتية نظراً لتأثره المباشر والسريع بالملوثات، حيث أظهر أكبر انخفاض عند مقارنة العينات القريبة والبعيدة من المكب
- تتأثر الطبقة السطحية من التربة (0–30 سم) بالملوثات بشكل أكبر، بالرغم من وجود بعض الحالات التي سجل فيها تسرب للملوثات إلى الطبقات الأعمق (30–90 سم) .
- يُعتبر استمرار الأنشطة الزراعية في المناطق القريبة من مكب النفايات أمراً يشكل خطراً محتملاً على صحة الإنسان عبر السلسلة الغذائية .

التوصيات

- تجنب استخدام الاراضي المجاورة مباشرة لموقع مكب النفايات السابق (البصة) لأغراض غذائية.
- تطوير وتنفيذ برامج لإعادة تأهيل التربة المتضررة، باستخدام تقنيات مثل المعالجة الحيوية التي تستخدم النباتات لإزالة الملوثات أو تثبيطها .
- اتخاذ إجراءات فعّالة لإدارة مكب النفايات، مثل تحسين طرائق التغطية وتقليل تسرب الراشح، لمنع المزيد من تلوث التربة والمياه الجوفية .
- إجراء دراسات دورية باستخدام مؤشرات السمية النباتية أو غيرها لرصد التغيرات في جودة التربة بمرور الوقت وتقييم فعالية برامج التأهيل المُطبقة .

- توعية المزارعين والجهات المعنية بمخاطر زراعة الأراضي الملوثة، وتقديم بدائل أو دعم مالي لهم لتعويض خسائرهم المحتملة .

References:

[1] A. Rouhani and M. Hejcman, A review of soil pollution around municipal solid waste landfills in Iran and comparable instances from other parts of the world, International Journal of Environmental Science and Technology, pp. 1–18, (2024).

[2] S. Kolesnikov, T. Minnikova, K. Kazeev, Y. Akimenko, and N. Evstegneeva, Assessment of the ecotoxicity of pollution by potentially toxic elements by biological indicators of haplic chernozem of Southern Russia (Rostov region), Water, Air, & Soil Pollution, Vol. 233, No. 1, p. 18, (2022)

[3] K.R. Kim, G. Owens, and R. Naidu, Applications of plant bioassays in environmental monitoring and assessment, Applied Sciences, Vol. 11, No. 9, Article 4314, (2021).

[4] B. Maliszewska-Kordybach, B. Smreczak, and A. Klimkowicz-Pawlas, Plant-based bioindicators in assessing soil pollution by organic compounds, Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 184, pp. 5307–5316, (2012).

[5] G.U. Chibuike and S.C. Obiora, Heavy metal polluted soils: Effect on plants and bioremediation methods, Applied and Environmental Soil Science, Article ID 752708, (2014).

[6] D. Adamcová, M.D. Vaverková, S. Bartoň, Z. Havlíček, and E. Břoušková, Soil contamination in landfills: A case study of a landfill in Czech Republic, Solid Earth, Vol. 7, pp. 239–247, (2016).

[7] M. Bouida, H. El Arroussi, Y. Essamlali, J. Moustadraf, and A. Lahrichi, Heavy metal accumulation and phytotoxic effects on local plants: A case study of papaya and spinach, Environmental Pollution Research, Vol. 31, No. 2, pp. 155–168, (2024).

[8] M. Bożym and A. Rybak, Phytotoxicity assessment of industrial soil using garden cress (Lepidium sativum), Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol. 234, Article 113408, (2022).

[9] S.F. Sales Junior, R.A. Oliveira, and C.A. Mendes, A systematic review of plant-based bioassays for soil toxicity testing, Journal of Environmental Toxicology, Vol. 46, No. 1, pp. 45–61, (2024).

[10] A. Othmani, A. Zairi, and M. Benslama, Phytotoxicity of landfill soil on wheat and alfalfa: Germination, growth and heavy metal accumulation, Environmental Science and Pollution Research, Vol. 30, No. 5, pp. 10120–10133, (2023).

[11] A. Kovalenko, T. Petrova, and L. Lisitsyna, Impact of benzene-contaminated soil on oat and barley growth parameters, Toxicological & Environmental Chemistry, Vol. 103, No. 4, pp. 728–739, (2021).

[12] D. Ivanova, N. Kravchenko, and T. Yurchenko, Phytotoxicity of hydrocarbon-polluted soils using lettuce (Lactuca sativa) bioassay, Environmental Quality Studies, Vol. 49, No. 3, pp. 287–294, (2020).

[13] M. Daoud, R. Sharapov, and A. Iskakov, Bioindicators of soil degradation from gasoline contamination in arid southern Russia, Arid Land Environmental Studies, Vol. 22, No. 2, pp. 134–145, (2021).

[14] Japan International Cooperation Agency (JICA), The study on solid waste management at local cities in the Syrian Arab Republic: Final report – Main report (Vol. I, Chapter 2). https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11688751_01.pdf, (2002).

[15] R. Al-Qubaili, Environmental Impact Assessment of Landfills: A Case Study: Qasiya Landfill. Master's Thesis, Department of Forestry and Environment, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria, 129 pages, (In Arabic) (2011).
[16] R. Al Jbeili, A Study of some chemical properties and forms of heavy elements in the soils of the Al-Bassa landfill, a scientific thesis prepared to obtain the degree of Master of Science in Agricultural Engineering, Specializing in Environmental Sciences, Department of Forestry and Environment, Faculty of Agriculture, Latakia, Syria, (In Arabic) (2017).
[17] Methods of Soil Microbiology and Biochemistry, Methods of Soil Microbiology and Biochemistry [Soil Microbiology and Biochemistry Methods]. Pod. ed. D.G. Zvyagintseva. M.: Izd-vo MGU, 1991. 304 p, (1991).
[18] A. Kucherova, T. Minnikova, S. Kolesnikov, E. Khrapai, A. Nalivaychenko, and A. Sherstnev, Assessment of the health of soils polluted by municipal solid waste landfill, Journal of Hazardous Materials Advances, Vol. 18, Article 100643, (2025).
[19] S.M. Tiquia, N.F.Y. Tam, and I.J. Hodgkiss, Effects of composting on phytotoxicity of spent pig-manure sawdust litter, Environmental Pollution, Vol. 93, pp. 249–256, (1996).
[20] N. Anand and S.G. Palani, A comprehensive investigation of toxicity and pollution potential of municipal solid waste landfill leachate, Science of the Total Environment, Vol. 838, pp. 1–12, (2022).
[21] R.S. Taha, J.Y. AlKassasbeh, O.M. Alharbi, N.A. Bouqellah, A. Sweity, and D. Jumanah, Characterization of landfill leachate and their toxic effects on germination and seedling growth of various plant species–A case study, Journal of Ecological Engineering, Vol. 25, No. 11, (2024).
[22] E.R. Palm, W.G. Nissim, D. Adamcová, A. Podlasek, A. Jakimiuk, and M.D. Vaverková, Sinapis alba L. and Triticum aestivum L. as biotest model species for evaluating municipal solid waste leachate toxicity, Journal of Environmental Management, Vol. 302, Article 114012, (2022).
[23] H.N. Linh, T. Komiya, H. Nakayama, and T. Shimaoka, Current state of solid waste landfill management and heavy rain impacts on leachate: Case study in Vietnam, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research), Vol. 76, No. 7, pp. III_287–III_298, (2020).
[24] B.P. Naveen, J. Sumalatha, and R.K. Malik, A study on contamination of ground and surface water bodies by leachate leakage from a landfill in Bangalore, India, International Journal of Geo-Engineering, Vol. 9, No. 1, Article 27, (2018).
[25] A. Wdowczyk and A.S. Pulikowska, Comparison of landfill leachate properties by LPI and phytotoxicity case study, Frontiers in Environmental Science, Vol. 9, pp. 1–14, (2021).
[26] A. Gupta and P. Rajamani, Toxicity assessment of municipal solid waste landfill leachate collected in different seasons from Okhala landfill site of Delhi, Journal of Biomedical Science and Engineering, Vol. 8, pp. 357–369, (2015).
[27] M.D. Vaverková, J. Elbl, E. Koda, D. Adamcová, A. Bilgin, and V. Lukas, et al., Chemical composition and hazardous effects of leachate from the active municipal solid waste landfill surrounded by farmlands, Sustainability, Vol. 12, Article 4531, (2020).

.