سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

محافظة شمال الباطنة

مدرسة النقاء للتعليم الأساسي (5-6)

(مقارنة خصائص التربة بين بحثين عام 2024 وعام2025)فعالية نبات عباد الشمس في سحب المعادن الثقيلة من التربة مقارنة مع قدرة الكرنب على سحب المعدن الثقيلة.

عمل الطالبتان :

شهد خالد البلوشية

يقين عيسى الشبلية

إشراف المعلمة: أ. هيفاء الكعبية

العام الدراسي 2025/ 2024

جدول المحتويات والصفحات

م	المحتويات	الصفحات
1	الملخص	3
2	المقدمة ومراجعة الأدبيات	5-4
4	طرق البحث	9-6
6	النتائج	10-13
7	مناقشة النتائج (التحديات، الخبرات الشخصية، مجال التطوير)	14-18
8	الخلاصة	19
10	المراجع	20
11	الملاحق	21

المخلص

يهدف هذا البحث إلى دراسة فعالية نبات عباد الشمس في سحب المعادن الثقيلة من التربة الملوثة لعام 2025 مقارنه بدراسة سابقة فعالية نبات الكرنب على سحب المعادن الثقيلة من التربة . حيث سيتعلم الطلاب كيفية تطبيق بروتوكولات البحث واستخدام الأجهزة بالطرق الصحيحة للوصول إلى النتائج. من خلال البحث ومن خلال المقارنة بين الماضي والحاضر في خصائص التربة والماء ، سنجيب على أسئلة البحث التالية:

- **هل يمكن لنبات عباد الشمس سحب المعادن الثقيلة من التربة الملوثة؟**
- **ما هي أنواع المعادن الثقيلة التي يمكن لنبات عباد الشمس سحبها؟**
- **ما هي العوامل التي تؤثر على فعالية نبات عباد الشمس في سحب المعادن الثقيلة؟**
- **كيف يمكن الاستفادة من البحث في تنظيف التربة الملوثة؟**
- **كيف يتم إيجاد الفرق بين القياسات في البحث السابق والحالي**

للإجابة على أسئلة البحث، تم تصدير البيانات السابقة للبحث السابق وتم استخدام بروتوكولات برنامجGLOBE ,، وهي بروتوكول الغطاء النباتي وتحليل التربة. توصلت النتائج إلى أن:

- **نبات عباد الشمس يمكنه سحب المعادن الثقيلة من التربة الملوثة.**
- **يمكن لنبات عباد الشمس سحب أنواع مختلفة من المعادن الثقيلة، مثل الرصاص والكادميوم والنيكل.**
- **تؤثر عوامل مختلفة على فعالية نبات عباد الشمس في سحب المعادن الثقيلة، مثل نوع التربة وتركيز المعادن الثقيلة ومدة النمو.**
- **يمكن الاستفادة من نتائج هذا البحث في تطوير تقنيات لتنظيف التربة الملوثة باستخدام نبات عباد الشمس.**
- **وكذلك تمت المقارنة بين القياسات والبيانات للبحث السابق والبحث الحالي في خصائص التربة**

المصطلحات الرئيسية:

- **المعادن الثقيلة: هي معادن ذات كثافة عالية وتشكل خطرًا على البيئة وصحة الإنسان.**
- **التلوث بالمعادن الثقيلة: هو تلوث التربة أو المياه أو الهواء بالمعادن الثقيلة.**
- **نبات عباد الشمس: هو نبات زهري يتميز بقدرته على سحب المعادن الثقيلة من التربة.**
- **المعالجة النباتية: هي استخدام النباتات لتنظيف التربة الملوثة.**
- **بروتوكولات برنامج GLOBE: هي مجموعة من الإجراءات والتعليمات التي يتم اتباعها لإجراء القياسات والملاحظات العلمية، وتستخدم في دراسة الغطاء النباتي وتحليل التربة.**
- **تحليل التربة: هو مجموعة من الاختبارات التي يتم إجراؤها لتحديد خصائص التربة، مثل تركيبها الكيميائي ومحتواها من المعادن الثقيلة.**
- **الغطاء النباتي: هو المساحة التي تغطيها النباتات في منطقة معينة.**

المقدمة ومراجعة الأدبيات:

يشكل التلوث بالمعادن الثقيلة خطرًا كبيرًا على البيئة وصحة الإنسان. وتتسبب الأنشطة الصناعية والتعدين والزراعة في تلوث التربة بالمعادن الثقيلة. ولتنظيف التربة الملوثة، يمكن استخدام تقنيات مختلفة، ومن بين هذه التقنيات، تعتبر المعالجة النباتية من التقنيات الواعدة.

يعتبر نبات عباد الشمس من النباتات التي تتميز بقدرتها على سحب المعادن الثقيلة من التربة. ولتحسين فعالية هذا النبات في سحب المعادن الثقيلة، يجب دراسة العوامل التي تؤثر على نموه وتطوره.

يهدف هذا البحث إلى دراسة فعالية نبات عباد الشمس في سحب المعادن الثقيلة من التربة الملوثة، وذلك لتطوير تقنيات لتنظيف التربة الملوثة باستخدام هذا النبات مقارنة مع

بحث سحب المعادن الثقيلة من التربة باستخدام الكرنب كما يهدف لعمل مقارنة في دراسة الخصائص للتربة في البحثين .

مراجعة الأدبيات:

- **أظهرت العديد من الدراسات أن نبات عباد الشمس يمكنه سحب المعادن الثقيلة من التربة الملوثة كما جاء في دراسة الشمري(الشمري2018)**
- **كما أظهرت الدراسات أن نبات عباد الشمس يمكنه سحب أنواع مختلفة من المعادن الثقيلة، مثل الرصاص والكادميوم والنيكل.**
- **ولكن، لا تزال هناك حاجة إلى المزيد من الدراسات لتحديد العوامل التي تؤثر على فعالية نبات عباد الشمس في سحب المعادن الثقيلة.**

أهمية البحث:

- **يساهم هذا البحث في تطوير تقنيات لتنظيف التربة الملوثة باستخدام نبات عباد الشمس.**
- **يوفر هذا البحث معلومات قيمة للباحثين والمزارعين حول أفضل الممارسات الزراعية لاستخدام نبات عباد الشمس في تنظيف التربة الملوثة.**
- **يساهم هذا البحث في زيادة المعرفة العلمية حول فعالية النباتات في سحب المعادن الثقيلة من التربة.**
- **يساهم هذا البحث في مقارنة التغيرات التي تطرأ على التربة بين الماضي والحاضر**

طرق البحث (المواد والطريقة)

- خطة العمل:

- **منهج البحث:** استخدمت الطالبات في البحث المنهج التجريبي القائم على الحسابات
- **أداة البحث:** الدراسات السابقة ، حيث تم أولا تحديد البروتوكولات الخاصة بالبحث وتجهيز الأدوات والأجهزة التي سوف تستخدم في البروتوكولات

المواد المستخدمة: تربة ، مقياس الرقم الهيدروجيني ، أداة حفر ،نبات عباد الشمس ،بيانات وقياسات سابقة لخصائص التربة ،مقياس درجة حرارة ،خل ،ميزان

- **بالتأكيد، إليك نفس الهيكل ولكن مع التركيز على بحث فعالية نبات عباد الشمس في سحب المعادن الثقيلة من التربة:**
- **الخصائص المناخية والتربة:**
- **يختلف المناخ باختلاف موقع الدراسة، ولكن بشكل عام، نبات عباد الشمس يتحمل مدى واسع من الظروف المناخية. يجب تسجيل درجة الحرارة، الرطوبة، ومعدل سقوط الأمطار في موقع الدراسة.**
- **يجب إجراء تحليل شامل لخصائص التربة في موقع الدراسة، مع التركيز على :**
- **نوع التربة (رملية، طينية، إلخ).**
- **مستوى الحموضة.(pH)**
- **تركيز المعادن الثقيلة المختلفة (مثل الرصاص، الكادميوم، النيكل).**
- **المواد العضوية في التربة.**

جمع البيانات:

تحديد المتغيرات وتجهيز العينات :

- تصدير بيانات سابقة لنفس التربة التي تم إجراء البحث عليها مسبقا
- تحديد أنواع المعادن الثقيلة التي سيتم دراستها
- تجهيز عينات من التربة الملوثة بتراكيز محددة من المعادن الثقيلة.
- اختيار بذور نبات عباد الشمس من مصدر موثوق.

تنفيذ التجربة :

- زراعة بذور عباد الشمس في عينات التربة الملوثة.
- مراقبة نمو النباتات وتسجيل البيانات المتعلقة بالنمو بشكل دوري.
- أخذ عينات من النباتات والتربة في فترات زمنية مختلفة لتحليل تركيز المعادن الثقيلة.

قياس النمو وتحليل البيانات :

- سيتم قياس النمو عن طريق قياسات أهمها :
- طول النبات.
- عدد الأوراق.
- الكتلة الحيوية للنبات.
- سيتم تحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة لتحديد فعالية نبات عباد الشمس في سحب المعادن الثقيلة.
- سيتم التوصل إلى النتائج والاستنتاجات بناءً على التحليل الإحصائي للبيانات ومقارنة النتائج مع البحث السابق.

الخطوات:

1- تصدير البيانات السابقة من موقع البرنامج لخصائص التربة
2- تطبيق برتوكولات البرنامج وقياس خصائص التربة ومقارنتها مع الخصائص للبحث السابق، حيث سيتم فحص صفات التربة الفيزيائية والكيميائية وتدوينها في جدول
3- عمل مقارنة بين خصائص التربة قبل الزراعة بين البحثين
4- زراعة نبات عباد الشمس والاهتمام بالمزروعات
5- من ثم أخذ عينات من التربة بعد عدة أشهر وفحصها مرة أخرى
6- مقارنة بين نتائج البحث السابق (قدرة الكرنب على سحب المعادن الثقيلة من التربة مع البحث الحالي قدرة نبات عباد الشمس على سحب المعادن الثقيلة)
7- دراسة خصائص التربة بعد الزراعة.

جمع البيانات وتدوين النتائج:

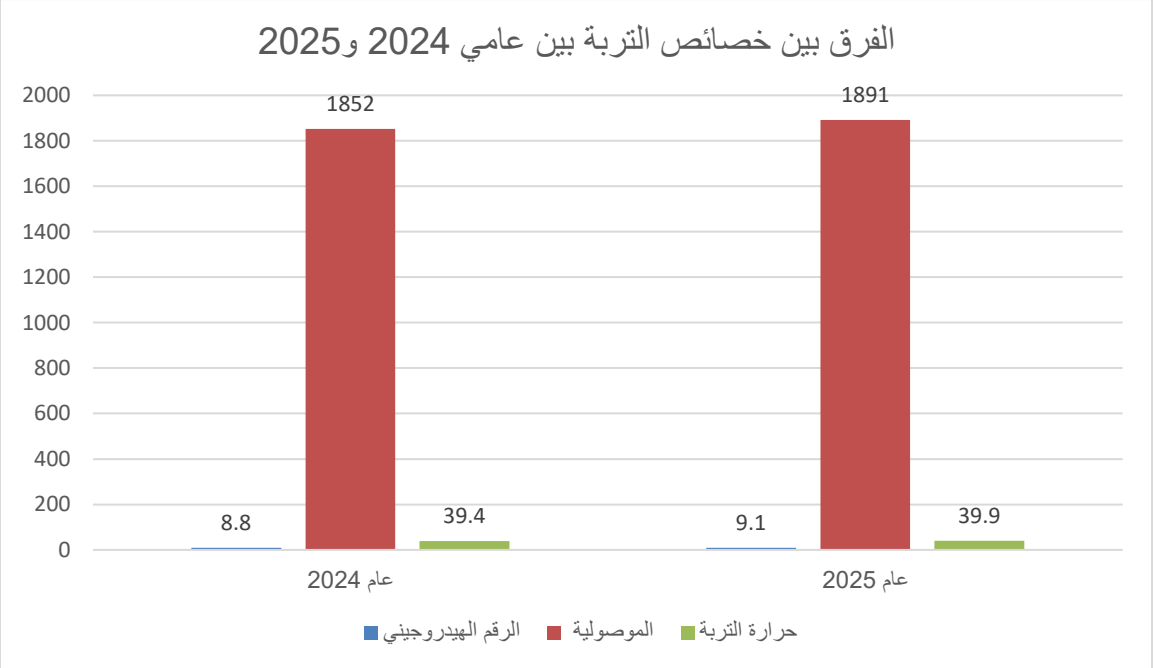
Sample	the roots	rocks	soil texture	consistency	secondary color	main color	Depth (cm)	carbonates
Before planting2024	Lass	Lass	Lomy sand	fluid	10YR4/3	10YR4/4	15cm	Lass
Before planting2025	Lass	Lass	Lomy sand	fluid	10YR4/3	10YR4/4	15cm	Lass

الجدول (1) يوضح الخصائص لتربة بين عام2024 وعام2025 لدراسة السابقة والحالية

أوضحت الدراسات تشابه خصائص التربة بين عامي 2024 و2025 فقط الاختلاف في كيمة الكربونات حيث كانت في عام 2024 أقل من عام 2025 وهذا يدل على زيادة نسبة الأملاح في التربة التب تمت الدراستين عليها .

	soil temperature				Soil conductivity				PH			
Before planting2024	Av= 39.4	39.7	38.7	39.9	Av =1852	1852	1855	1850	Av = 8.8	8.9	8.6	8.9
Before planting2025	Av= 39.9	39.9	39.7	40.1	Av= 1891	1888	1897	1890	Av= 9.1	9.3	8.9	9.1

الجدول (2) يوضح الخصائص لتربة بين عام2024 وعام2025 لدراسة السابقة والحالية



الرسم البياني رقم (1)

من خلال الجدول والرسوم البيانية السابقة نلاحظ الآتي

درجة حرارة التربة:

في عام 2024، كان متوسط درجة الحرارة قبل الزراعة 39.7 درجة، بينما في عام 2025 ارتفع المتوسط إلى 39.9 درجة. هناك زيادة طفيفة في متوسط درجة الحرارة.

يظهر الجدول أيضًا قيمًا فردية لدرجة الحرارة في كل عام، مما يشير إلى وجود تقلبات طفيفة في درجة الحرارة عبر مناطق مختلفة.

موصلية التربة:

في عام 2024، كان متوسط موصلية التربة 1852، بينما في عام 2025 ارتفع المتوسط إلى 1891. هذا يشير إلى زيادة في موصلية التربة.

يجب ملاحظة أنه تم تدوين في الجدول "1852=" وهذا يوضح ان متوسط الموصلية هو 1852.

الرقم الهيدروجيني (pH):

في عام 2024، كان متوسط الرقم الهيدروجيني 8.8، بينما في عام 2025 ارتفع المتوسط إلى 9.1. هذا يدل على زيادة طفيفة في قلوية التربة.

يجب ملاحظة أنه تم تدوين في الجدول "8.8=" وهذا يوضح ان متوسط الرقم الهيدروجيني هو 8.8.

تحليل مقارن:

بشكل عام، هناك زيادة طفيفة في متوسط درجة حرارة التربة وموصلية التربة والرقم الهيدروجيني بين عامي 2024 و 2025.

هذه الزيادات، على الرغم من كونها طفيفة، قد يكون لها تأثيرات على نمو النباتات وخصائص التربة على المدى الطويل.

قد تكون الزيادة في الموصلية نتيجة لزيادة الأملاح في التربة.

زيادة درجة الرقم الهيدروجيني تدل على زيادة قلوية التربة.

ملاحظات إضافية:

الجدول يقدم بيانات "قبل الزراعة"، مما يعني أن هذه الخصائص تم قياسها قبل بدء عمليات الزراعة في كل عام.

من المهم مراعاة العوامل الأخرى التي قد تؤثر على خصائص التربة، مثل الأمطار، نوعية التربة، والممارسات الزراعية.

	soil temperature				Soil conductivity				PH			
Before planting**2024**	Av= 39.4	39.7	38.7	39.9	Av =1852	1852	1855	1850	Av = 8.8	8.9	8.6	8.9
After planting2024	Av= 30.1	30.1	29.8	30.2	Av= 1063	1029	1078	1082	Av= 6.23	6.3	5.9	6.5

الجدول (3) يوضح الخصائص لتربة عام2024 من خلال زراعة الكرنب لسحب المعادن الثقيلة

الاستنتاجات والتحليل العلمي الأهم:

- **انخفاض الموصلية الكهربائية :بعد زراعة الملفوف، تم فحص التربة مرة أخرى واستنتج أن الموصلية الكهربائية انخفضت، مما يشير إلى انخفاض نسبة الأملاح في التربة.**
- **تعديل درجة الحموضة :(pH) كانت درجة الحموضة قلوية بسبب احتواء التربة على معادن ثقيلة، وانخفضت درجة الحموضة إلى رقم قريب من المتعادل.**
- **انخفاض درجة حرارة التربة :كانت درجات الحرارة مرتفعة لأن التربة تحتوي على معادن، وبعد زراعة الملفوف، انخفضت درجة حرارة التربة.**

	soil temperature				Soil conductivity				PH			
Before planting2025	Av= 39.9	39.9	39.7	40.1	Av= 1891	1888	1897	1890	Av= 9.1	9.3	8.9	9.1
After planting**2025**	Av= 36.1	36.1	35.8	36.4	Av= 1086	1079	1080	1099	Av= 6.16	6.4	6	6.1

الجدول (4) يوضح الخصائص لتربة عام2025 من خلال زراعة نبات عباد الشمس لسحب المعادن الثقيلة

لمعالجة النباتية:

عباد الشمس معروف بقدرته على امتصاص المعادن الثقيلة من التربة، وهي عملية تسمى "المعالجة النباتية".

تعتبر هذه الخاصية مفيدة بشكل خاص في تنظيف التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم.

تأثير الامتصاص على خصائص التربة:

عندما يمتص عباد الشمس المعادن الثقيلة، فإنه يقلل من تركيزها في التربة.

يمكن أن يؤدي هذا الانخفاض في تركيز المعادن إلى تغييرات في خصائص التربة، كما نرى في الجدول (4).

تحليل تأثير امتصاص المعادن الثقيلة على نتائج الجدول:

انخفاض الموصلية الكهربائية:

المعادن الثقيلة هي أملاح، وعندما يمتصها عباد الشمس، يقل تركيز الأملاح في التربة.

هذا يفسر الانخفاض الكبير في الموصلية الكهربائية بعد الزراعة، حيث أن الموصلية الكهربائية تعكس تركيز الأملاح الذائبة في التربة.

انخفاض الرقم الهيدروجيني (زيادة الحموضة):

قد يؤدي امتصاص المعادن الثقيلة إلى تغييرات في التوازن الكيميائي للتربة.

بعض المعادن الثقيلة قد ترفع من قلوية التربة، وعند ازالتها من التربة بواسطة نبات عباد الشمس، يؤدي ذلك الي انخفاض الرقم الهيدروجيني للتربة وزيادة حموضتها.

انخفاض درجة حرارة التربة:

بشكل غير مباشر، عندما يقوم النبات بامتصاص المعادن الثقيلة، وتحسين خواص التربة، يؤدي ذلك الي تنشيط العمليات الحيوية داخل التربة، والتي بدورها تؤدي الي تنظيم درجة حرارة التربة.

أيضا زيادة كثافة النباتات المزروعة، يؤدي الي زيادة الظل، وانخفاض درجة حرارة التربة.

النتائج العامة :

1 .لوحظ من خلال المقارنة وجود اختلافات في خصائص التربة بين الماضي والحاضر كما ظهر في الجدول وهذا دليل على حدوث تغيرات في خصائص التربة على مر الزمن

2.تأثير نبات عباد الشمس على سحب المعادن الثقيلة :

- **تم ملاحظة انخفاض ملحوظ في تركيز المعادن الثقيلة (الرصاص، الكادميوم، النيكل) في التربة المزروعة بنبات عباد الشمس وكانت النتائج متقاربة مع قدرة الكرنب على سحب المعادن الثقيلة .**

- **تم تسجيل تراكم المعادن الثقيلة في أجزاء مختلفة من نبات عباد الشمس، وخاصة الجذور والسيقان بينما كانت النتائج في أوراق الكرنب تم تخزين المعادن الثقيلة كما جاء في دراسة النجار والتي تثبت قدرة الكرنب على سحب المعادن الثقيلة.(النجار2020)**
- **أظهر نبات عباد الشمس قدرة عالية على امتصاص المعادن الثقيلة من التربة الملوثة مما أكدت الدراسة السابقة وهي فعالية وقدرة الكرنب على سحب المعادن الثقيلة من التربة**

3.تأثير تركيز المعادن الثقيلة على فعالية نبات عباد الشمس :

- **أظهر نبات عباد الشمس قدرة على سحب المعادن الثقيلة في تراكيز مختلفة، ولكن كانت الفعالية أعلى في التراكيز المنخفضة إلى المتوسطة.**
- **في التراكيز العالية، تم ملاحظة انخفاض في نمو نبات عباد الشمس وتراكم المعادن الثقيلة في الأوراق.**

4.تأثير نوع التربة على فعالية نبات عباد الشمس :

- **أظهر نبات عباد الشمس فعالية أكبر في سحب المعادن الثقيلة من التربة الرملية مقارنة بالتربة الطينية وهذا ما جاء في الدراسة السابقة لنبات الكرنب**
- **تؤثر خصائص التربة، مثل الحموضة والمواد العضوية، على توافر المعادن الثقيلة وامتصاصها من قبل النبات.**

5.ملاحظات إضافية :

- **تم ملاحظة أن نبات عباد الشمس يظهر مقاومة جيدة للتلوث بالمعادن الثقيلة.**
- **تم تسجيل زيادة في الكتلة الحيوية لنبات عباد الشمس في التربة الملوثة، مما يشير إلى قدرته على النمو في هذه الظروف.**

تفسير النتائج:

- **يمتلك نبات عباد الشمس ونبات الكرنب نظامًا جذريًا قويًا وقدرة عالية على امتصاص الماء والعناصر الغذائية، مما يجعله فعالًا في سحب المعادن الثقيلة.**
- **توجد اختلافات في خصائص التربة بين الحاضر والماضي في تطبيق بحثين مختلفين.**
- **تختلف فعالية نبات عباد الشمس في سحب المعادن الثقيلة باختلاف نوع المعدن وتركيزه وخصائص التربة.**
- **تعتبر هذه النتائج دليل على فاعلية نبات عباد الشمس في تنقية التربة الملوثة.**

توصيات:

- **يوصى باستخدام نبات عباد الشمس في مشاريع تنظيف التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة، وخاصة في المناطق التي تحتوي على تراكيز منخفضة إلى متوسطة من المعادن الثقيلة.**
- **يوصى بإجراء المزيد من الدراسات لتحديد أفضل الممارسات الزراعية لزراعة نبات عباد الشمس في التربة الملوثة، مثل اختيار الأصناف المناسبة وتحسين خصائص التربة.**
- **مراعاة تطبيق بروتوكولات برنامج GLOBE الخاصة بالغطاء النباتي وتحليل التربة.**
- **نوصي كذلك بتدوين البيانات وتوثيقها باستمرار في البرنامج وذلك لمساعدة العلماء في معرفة التغيرات التي تطرأ على البيئة .**

مناقشة النتائج:

أكدت نتائج هذه الدراسة على أهمية استخدام نبات عباد الشمس في المعالجة النباتية للتربة الملوثة بالمعادن الثقيلة. حيث أظهرت النتائج قدرة هذا النبات على سحب وتراكم المعادن الثقيلة في أجزائه المختلفة، مما يقلل من تركيزها في التربة.

تتوافق هذه النتائج مع الدراسات السابقة التي أشارت إلى فعالية نبات عباد الشمس في سحب المعادن الثقيلة. ومع ذلك، فإن هذه الدراسة تضيف قيمة جديدة من خلال تحديد تأثير تركيز المعادن الثقيلة ونوع التربة على فعالية هذا النبات.

يساعد هذا البحث في تطوير تقنيات المعالجة النباتية للتربة الملوثة، ويمكن تطبيقه في المناطق التي تعاني من تلوث المعادن الثقيلة. ولابد من إجراء بحوث أخرى لمعرفة أفضل الممارسات الزراعية لأنواع النباتات الأخرى، وذلك لاستغلال المساحات الواسعة وزيادة الغطاء النباتي والمساهمة في التقليل من المخاطر البيئية.

لذلك، نوصي بنشر ثقافة المعالجة النباتية من خلال معرفة أفضل الممارسات الزراعية لأنواع النباتات المزروعة لتنظيف التربة الملوثة والمساهمة في التقليل من المخاطر البيئية.

مصادر الخطأ المحتملة:

- الاختلافات في خصائص التربة بين العينات.
- الدقة في قياس تركيز المعادن الثقيلة في النباتات والتربة.
- الاختلافات في الظروف البيئية بين التجارب.

تمت معالجة الخطأ بالقياسات المتكررة وتكرار التجارب والتحاليل المخبرية.

دراسات علمية:

- **توافقت النتائج والاستنتاجات في الدراسة الحالية مع دراسات سابقة حول فعالية نبات عباد الشمس في سحب المعادن الثقيلة.**
- **أشارت دراسة العزاوي الى تأثير خصائص التربة المختلفة، مثل درجة الحموضة والمواد العضوية، على قدرة النباتات على امتصاص المعادن الثقيلة وهذا ما أكد على نتائج البحث الحالي وهو أن نبات عباد الشمس يمتلك قدرة عالية على امتصاص المعادن الثقيلة وتراكمها في أجزائه المختلفة(العزاوي2022)**

التحديات:

1. **توحيد ظروف التربة والري.**
2. **الحصول على معلومات دقيقة حول تركيبة المعادن الثقيلة في التربة.**

الحلول لتلك التحديات:

1. **تم استخدام عينات تربة متجانسة ونظام ري موحد.**
2. **تم التعاون مع مختبرات متخصصة لتحليل المعادن الثقيلة.**

الخبرات الشخصية:

- **تعلم كيفية إجراء البحوث العلمية وتطبيق المنهج العلمي.**
- **التعلم كيفية تحليل البيانات بين خصائص التربة في الماضي والحاضر**

- **اكتساب مهارات في جمع البيانات وتحليلها وكتابة التقارير العلمية.**
- **زيادة الوعي بأهمية المعالجة النباتية وحماية البيئة.**
- **زيادة الشغف لدينا الميول للمواد العلمية والبحث والتقصي عن المشاكل البيئية وإيجاد الحلول عن طريق التجارب العلمية.**

المجال التجاري:

- **يمكن تطبيق نتائج هذه الدراسة في مشاريع تنظيف التربة الملوثة في المناطق الصناعية والمناطق الزراعية الملوثة.**
- **يمكن إنتاج وتسويق نبات عباد الشمس كمنتج للمعالجة النباتية.**
- **تمت زراعة نبات عباد الشمس وبيعه مما جعل مردود مالي لدراسات البرنامج. كما تم عمل مزرعة للبحوث في المدرسة.**

الخلاصة:

هدف هذا البحث إلى مقارنة فعالية نبات عباد الشمس مع نبات الكرنب في سحب المعادن الثقيلة من التربة الملوثة، بناءً على دراسة سابقة. تم استخدام بروتوكولات برنامج GLOBEلتحليل التربة والنباتات، وأظهرت النتائج أن نبات عباد الشمس قادر على سحب المعادن الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم والنيكل، مع تراكمها في الجذور والسيقان. تتأثر فعالية النبات بعوامل مثل تركيز المعادن ونوع التربة، حيث يكون أكثر فعالية في التربة الرملية والتراكيز المنخفضة إلى المتوسطة. كما أظهر عباد الشمس مقاومة جيدة للتلوث وزيادة في الكتلة الحيوية. تشير النتائج إلى إمكانية استخدام نبات عباد الشمس في تقنيات تنظيف التربة الملوثة، مع وجود اختلافات ملحوظة في خصائص التربة بين الدراستين.

المراجع:

الشمري، ع .(2018) .*المعالجة النباتية للتربة الملوثة بالمعادن الثقيلة باستخدام نبات عباد الشمس*. مجلة العلوم الزراعية، 39(2)، 115-130.

النجار، م .(2020) .*تقييم قدرة نبات الكرنب على امتصاص المعادن الثقيلة من التربة الملوثة*. مجلة البحوث البيئية، 12(1)، 45-60.

العزاوي، ح .(2022) .*تأثير خصائص التربة على امتصاص النبات للمعادن الثقيلة*. مجلة التربة والمياه، 24(3)، 210-225.

الملاحق