

تقييم تأثير مخلفات البطاريات الجافة على نمو نباتي البصل *Allium cepa* والجرجير *Eruca Sativa* في منطقة وادي الشاطئ - ليبيا

أسماء محمد عبد الرحمن

قسم علوم البيئة / كلية البيئة والموارد الطبيعية - جامعة وادي الشاطئ / ليبيا
a.abdolrhman@wau.edu.ly

الملخص

خلال السنوات الماضية اقتنى معدل زيادة سكان العالم بالزيادة في استغلال وإنتجاج واستهلاك المصادر المعدنية في التربة، ومنها المعادن الثقيلة، ولذا هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثيرات مخلفات البطاريات الجافة على نمو نباتي البصل *Allium cepa* والجرجير *Eruca Sativa*، وذلك من خلال معرفة مدى استهلاك البطاريات في المنطقة وتقدير حجم المخلفات الناتجة، كما تضمنت جمع مخلفات البطاريات ومزجها بالتربة الزراعية بنسبة 0، 5، 10، 15% وزراعتها ببذور وشتلات النباتات المستهدفة، ومن ثم قياس تأثيرها على خصائص التربة والنباتات المزروعة. أظهرت النتائج أن حجم الاستهلاك السنوي من البطاريات في المنطقة يقدر بحوالي 60 جم للأسرة الواحدة. أظهرت النتائج أيضاً زيادة ارتفاع نباتات الجرجير وطول جذور نباتات البصل بزيادة تركيز المعاملة بالبطاريات، وبلغت الأطوال 7 سم في المعاملتين 5، 10% للجرجير و6 سم للمعاملة 5% للبصل، فيما انخفض ارتفاع نباتات البصل وجذور الجرجير بزيادة تركيز المعاملات. كما أدت المعاملة بالبطاريات إلى انخفاض درجة الحموضة إلى 7.8 و7.75 في وجود نباتي البصل والجرجير على التوالي، وزيادة كل من الإيسالية الكهربائية والسعنة التبادلية الكاتيونية والمادة العضوية إلى 2484 مليموز/سم و39.98 ملئ مكافئ/100 جم تربة و5.08% على التوالي. لذا أوصت هذه الدراسة إلى التوعية بشأن مخلفات البطاريات وتأثيرها على خصائص التربة ونمو النباتات، وإيجاد الطرق المناسبة لإعادة تدويرها وتأثيرها على زيادة تراكيز العناصر الثقيلة وعلى النشاط الميكروبي في التربة.

الكلمات الرئيسية: البصل؛ البطاريات الجافة؛ الجرجير؛ النمو؛ مخلفات.

Abstract

Over the past years, world's population increase has been accompanied by an increase in the production and consumption of mineral resources in soil. This study aimed to assess the effects of dry battery wastes on the growth of *Allium cepa* and *Eruca Sativa* plants, by estimating battery consumption in the region and the volume of such wastes. In addition, the seeds were planted into soil samples in which battery wastes were added by concentrations of 0, 5, 10, and 15%.

The results showed that the annual consumption of batteries in the region is about 60g per family. It was also noticed that increasing the concentration of battery treatment increased the height of arugula and the length of onion roots. However, the height of onion and roots of arugula decreased as treatment's concentration increased. The treatment with batteries also decreased the pH to 7.8 and 7.75 in onion and arugula respectively where as electrical conductivity, cation exchange capacity, and organic matter increased to 2484mmose/cm, 39.98meq/100g and 5.08%, respectively.

There searcher recommends raising the awareness about the effect of battery wastes, and finding appropriate ways to recycle such wastes.

المقدمة

خلال السنوات الماضية اقتنى معدل زيادة سكان العالم بالزيادة في استغلال وإنتاج واستهلاك المصادر المعدنية في التربة، وأدى ذلك إلى زيادة انتاج المخلفات ومنها المعادن الثقيلة، التي تلقى اهتماماً خاصاً (Appel and Ma, 2002; Chiwetalu *et al.*, 2020)، حيث هناك اهتمام عالمي بخصوص المساهمة العالمية وتدفق المعادن الثقيلة والمعادن في المحيط الحيوي (Chileshe *et al.*, 2020). بالرغم من وجودها في كل مكان طبيعياً في بيئة التربة (Jin *et al.*, 2019)، تنتج الكميات المفرطة من العناصر الثقيلة في التربة من نشاطات البشرية، مثل التعدين والصهر والطلاء والعمليات الصناعية الأخرى، ويمكن أن تكون ضارة ببيئة (Jamal *et al.*, 2018; Yu *et al.*, 2021). تنتقل هذه الملوثات من التربة إلى سطح الماء والمياه الجوفية وتمتص بواسطة النباتات، وتنقل إلى أكلات النباتات والإنسان، ولذا تؤثر على كامل الشبكة الغذائية (Chiwetalu *et al.*, 2020).

2020

تعتبر إعادة تدوير بطاريات الرصاص صناعة خطرة تتمو خالل إفريقيا، فمصانع بطاريات الرصاص في البلدان الإفريقية تواصل توسيعها، ويتوقع أن عدد وحجم مصانع إعادة تدوير بطاريات الرصاص تتمو لتلبية الطلب المتوقع، وهناك حاجة فورية لمعالجة التعرض المستمر في المجتمعات المحيطة،

وتتنظيم إجراءات إغلاق الموقع لضمان عدم ترك التلوث، الذي سيؤثر على الملايين من المجتمعات خلال إفريقيا (Gottesfeld *et al.*, 2018). أظهرت العديد من الدراسات منها Osibanjo (2009a; 2009b) و Ogundiran and Osibanjo (2009) في نيجيريا، وما أورده Adie and Gottesfeld *et al.* (2018) و دراسة de Araújo and do Nascimento (2010) في سبعة بلدان إفريقية وجود العناصر الثقيلة بتركيز كبيرة خصوصا الرصاص في الترب الملوثة بنفايات البطاريات، وهذه العناصر تتراكم في أجزاء المحاصيل النباتية كالذرة الصفراء كما ذكر Afolayan (2018)، وفي بعض النباتات المحلية، والجزر، الجزر والبصل والبطاطا كما أورد Tripathi and Stasinou *et al.* (2014) و Vincevica-Gaile *et al.* (2013) على Misra (2013) التوالي؛ ولذا تهدف هذه الدراسة إلى تقييم إمكانية نمو نباتي البصل والجرجير في بيئة التربة الملوثة بمخلفات البطاريات.

المواد وطرق العمل

- **منطقة الدراسة:** توجد منطقة الدراسة في الجنوب الغربي من ليبيا، وبمساحة تقدر حوالي 97,160 كم²، بين خط عرض 27.53.33 شمالاً وخط طول 14.28.33 شرقاً.

- المواد المستخدمة

- **جمع البيانات:** وزعت استبيانات على عينة عشوائية من سكان منطقة الشاطئ لمعرفة معدل استهلاك البطاريات الجافة وكانت الأسئلة كالتالي:

- عدد البطاريات المستهلكة خلال الشهر.

- أنواع الأجهزة المستخدمة للبطاريات.

- عدد أفراد الأسرة.

- جمع العينات

■ **البطاريات:** جمعت عينات البطاريات المستخدمة من الأشخاص والمنازل في منطقة وادي الشاطئ، وجهزت بإزالة الأغلفة الخارجية للحصول على المحتويات، ومن ثم حفظت حتى بداية إجراء التجارب.

■ **البذور:** جمعت عينات بذور النباتات من البصل *Allium cepa* والجرجير *Eruca Sativa*

من المزارع المحلية بالمنطقة.

- **الشتلات:** اشتريت شتلات البصل من الأسواق المحلية لمنطقة وادي الشاطئ.
- **التربة:** جمعت عينات التربة من مزرعة محلية بالمنطقة، وكانت خصائصها كما في الجدول (1).

جدول (1): خصائص التربة المستخدمة في التجربة.

القيمة	الخاصية
رمليه	النسجة
7.40	درجة الحموضة
7.96	الإيسالية الكهربائية (مليموز/سم)
33.32	السعة التبادلية (ملي مكافئ/100 جم تربة)
3.66	المادة العضوية (%)

- الطرق المستخدمة

تجهيز المعاملات: خلطة محتويات البطاريات مع التربة الزراعية بنس比 مختلفه 0، 5، 10، 15%، ثم عبئت في أكياس بلاستيكية سعة 3 كيلو لتكون جاهزة لعملية الزراعة.

زراعة النباتات: قسمت المعاملات المحتوية على التربة ومحتويات البطاريات إلى 3 مجموعات، كل واحدة منها احتوت على المعاملات الثلاثة 0، 5، 10، 15% بمعدل 3 مكررات لكل معاملة، زرعت المجموعة الأولى ببذور نبات الجرجير، وبذرت المجموعة الثانية ببذور نبات البصل، وزرعت المجموعة الثالثة بشتلات نبات البصل، ورويت جميع المعاملات حسب الحاجة في بداية التجربة، ثم حسب السعة الحقلية للتربة، وتتبع النمو لمدة 30 يوم.

الصفات الظاهرية للنباتات: قيست الصفات الظاهرية للنباتات المزروعة (البصل والجرجير) من ارتفاع النبات وطول المجموع الجذري بعد نهاية التجربة.

الخصائص الفيزيوكيميائية

درجة الحموضة pH: قيست درجة الحموضة لعينة التربة المشبعة (1:2) باستخدام جهاز قياس الأس الهيدروجيني (AQUACOMBO, HM3070) pH meter.

الإيصالية الكهربائية (Conductivity (ds / m, 25°C): قيست الإيصالية الكهربائية للتربيه حسب الطريقة المستخدمة من قبل Rump (1992) باستخدام جهاز الإيصالية Meter Conductivity (AQUACOMBO, HM3070).

الأملاح الذائبة الكلية T.D.S: قدر تركيز الأملاح الذائبة الكلية عن طريق قيم الإيصالية الكهربائية باستخدام المعادلة التالية:

$$T.D.S = E \cdot c_{25}^0 \times 0.064$$

السعة التبادلية الكاتيونية (CEC): قدرت السعة التبادلية الكاتيونية في التربة ومزيج التربة والبطاريات باستخدام طريقة Palomino and Rhoades (1977) من خلال عملية الطرد المركزي في وجود خلات الصوديوم والكحول الإيثيلي وخلات الأمونيوم، وأخذت قراءة الامتصاص لراش المستخلص الأخير للتربيه بجهاز Flam Photometer.

المادة العضوية: أخذت 5 جم من عينات التربة ومزيج التربة والبطاريات في جفنة حرق معلومة الوزن، ووضعت في فرن الترميد عند درجة حرارة 600°C، وحسبت النسبة المئوية للمادة العضوية حسب الطريقة الواردة من قبل A.O.A.C, (Association of Official Analysis Chemistry) (1990).

التحليل الإحصائي: أجري التحليل الإحصائي Analysis of ANOVA variation test بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة باستخدام برنامج GenStat 12th Edition عند مستوى احتمال (< 0.05).

النتائج والمناقشة

معدل استهلاك البطاريات في المنطقة

أظهرت النتائج أن معدل استهلاك الأشخاص للبطاريات الجافة في منطقة وادي الشاطئ يتراوح في المتوسط من 1-2 بطاريات كل شهر، أي بمعدل حوالي 12 بطارية في السنة، وذلك من أنواع مختلفة من البطاريات، والتي استخدمت في مجالات مختلفة من أجهزة التلفزيون وال ساعات وأجهزة التكييف وأجهزة قياس ضغط الدم والعاب الأطفال، فإذا كان وزن الواحدة منها يتراوح 6 جم بالنسبة لأنواع المتداولة بين الفئة التي شملتها الدراسة، أي ما مقداره في السنة 60 جم للأسرة الواحدة من البطاريات تلقى في التربة، وذلك بعد أن يبعث بها الأطفال وترمى عشوائيا في البيئة المحيطة كما

بيّنت نتائج الاستبيان، ويعتبر هذا المعدل من الاستهلاك كبير حيث إن كل ألف اسرة في المنطقة سترمي مخلفات بمقدار 60 كجم كل سنة، وستتضاعف هذه المعدلات سنويا في التربة، وأظهرت النتائج أيضا عدم وجود علاقة بين عدد أفراد الأسرة وعدد البطاريات المستهلكة.

أولاً: تأثير مخلفات البطاريات الجافة على الصفات الظاهرية للنباتات

1. ارتفاع النبات

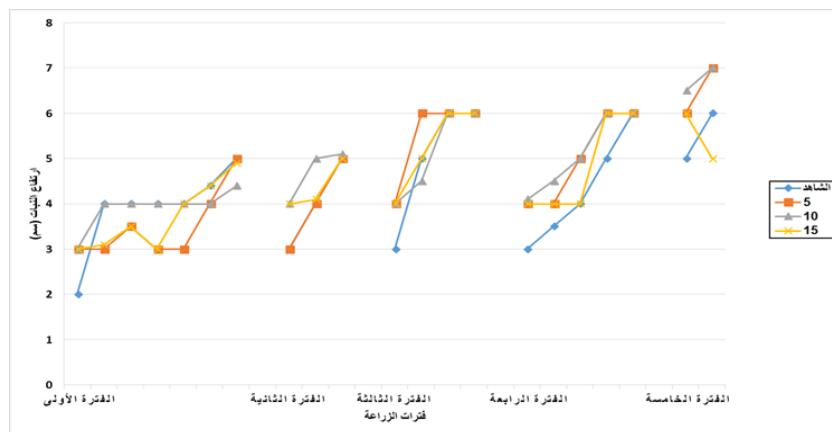
- الجرجير

أظهرت النتائج أن أقصى ارتفاع وصل إليه نبات الجرجير كان في معاملة الشاهد 5سم، والمعاملة 5%، ثم المعاملة 10%، بمقدار 4.4 و 4.9 سم على التوالي في فترة النمو الأولى، حيث نتيجة لموت النباتات زرعت المكررات على مدى خمس فترات نمو، وفي فترة النمو الثانية بلغت جميع المعاملات 5سم، ماعدا المعاملة 10% التي بلغت 5.1 سم، وخلال الفترة الثالثة والرابعة بلغ أقصى ارتفاع لجميع المعاملات 6سم، وزاد ارتفاع النبات في الفترة الخامسة إلى 7سم في المعاملتين 5، 10% كما في الشكل (1)، وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية لتأثير المعاملة بالبطاريات على ارتفاع نبات الجرجير خلال الفترات المدروسة ($pr.=0.434$)، فيما أظهرت الفترة الزمنية تأثير معنوي عالٍ جدا ($pr.=0.001$) حيث زاد ارتفاع النباتات مع زيادة الزمن.

هذه النتائج تدل على عدم تأثير الجرجير بالملوثات والعناصر الثقيلة التي تحتويها البطاريات، حيث لم تؤثر على ارتفاعه، وربما امتصت أو خزنت هذه العناصر في انسجته، ومن ثم ستشكل خطر على الإنسان والكائنات الحية الأخرى التي تستخدم هذا المصدر الغذائي، ويدل هذا الأمر على قدرة تحمل هذا النبات لوجود العناصر الثقيلة في التربة، كما ذكر *AM et al. (2021)* أن الجرجير يعتبر من النباتات الشرهة لامتصاص العناصر الثقيلة.

تتوافق نتائج هذه الدراسة مع ما ذكره *Stasinos et al. (2014)* في كون أن هذه العناصر يمكن أن تنتقل إلى الكائنات الحية، ولا تتوافق في كونها لم تؤثر على نمو نبات الجرجير، وتتوافق هذه النتائج أيضا مع *(Bae et al. 2016)* في كون أن هناك بعض أنواع النباتات تحمل إجهاد العناصر الثقيلة، ومع *(Chiwetalu et al. 2020)* في امتصاص نبات الذرة الصفراء (*Zea*-) *Maize* ونموه في الترب المحتوية على العناصر الثقيلة، كذلك تتوافق مع *(Mays (2020)*

Yáñez-Espinosa *et al.* في تحمل بذور وشتلات *Namaffistenophylla* للتراكيز العالية من العنصر الثقيلة في ترب النفايات. نتائج هذه الدراسة لا تتوافق مع Athbi *et al.* (2021) في انخفاض نمو *Zea mays* مع زيادة تركيز العناصر الثقيلة.

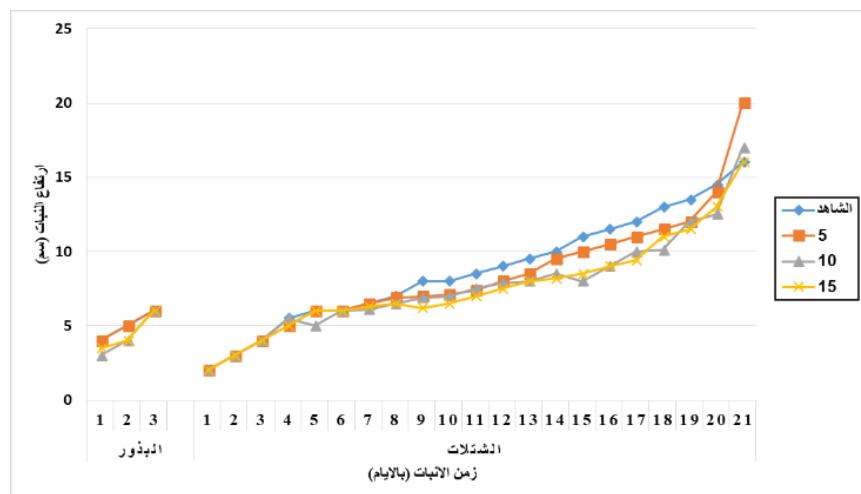


شكل (1): ارتفاع نباتات الجرجير (سم) في التربة المعاملة بمحتوى البطاريات الجافة.

- البصل:

تبين من خلال النتائج أن زراعة بذور البصل في الترب المعاملة بنسب مختلفة من المحتويات البطاريات الجافة لم تؤثر على ارتفاع نباتات البصل، حيث وصلت جميع المعاملات إلى ارتفاع 6 سم، وحينما استخدمت الشتلات وتتبع نموها 21 يوماً بلغ أقصى ارتفاع 20 سم في المعاملة 5% تليها المعاملة 10% بارتفاع 17 سم، ثم معاملة الشاهد و15% بطول 16 سم كما في الشكل (2).

أظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عالية جداً لتأثير نوع الزراعة (بذور، نبات) والمعاملة بالبطاريات والزمن ($pr.=<0.001$) على ارتفاع نباتات البصل، كما وجد تأثير معنوية لتأثير المعاملة مع الزمن ($pr.=0.006$) وعدم وجود تأثيرات معنوية لباقي العوامل المتبادل، وتتوافق نتائج هذه الدراسة مع Hirapure and Shanware (2019) و Athbi *et al.* (2021) و AM *et al.* (2019) في انخفاض نمو النباتات مع زيادة تركيز العناصر الثقيلة، ولا تتوافق مع نتائج Yáñez-Espinosa *et al.* (2020) و Chiwetalu *et al.* (2020) حيث إن البصل ليس من النباتات ذات التحمل العالي للنمو وامتصاص العناصر الثقيلة.



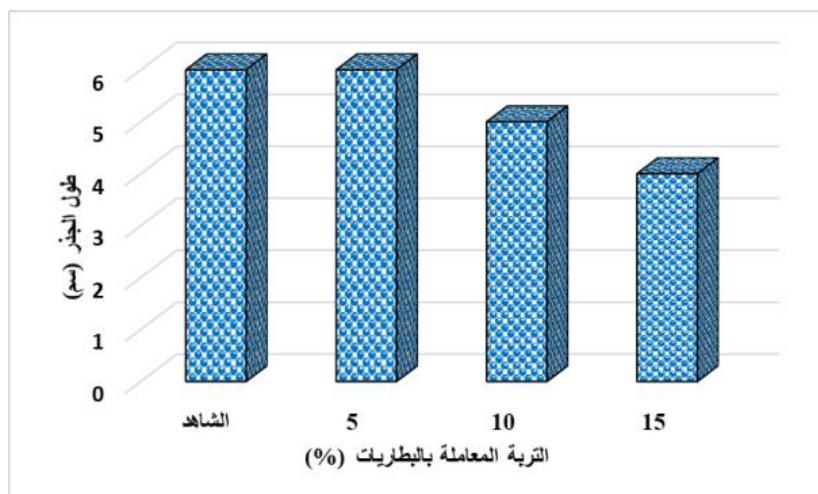
شكل (2): ارتفاع نبات البصل (سم) في التربة المعاملة بمحتوى البطاريات الجافة.

بصفة عامة من خلال النتائج السابقة لوحظ أن المعاملة 5% كانت أفضل ارتفاعا في كل من نبات الجرجير والبصل من جميع المعاملات بما في ذلك معاملة الشاهد.

2. طول الجذور

- الجرجير

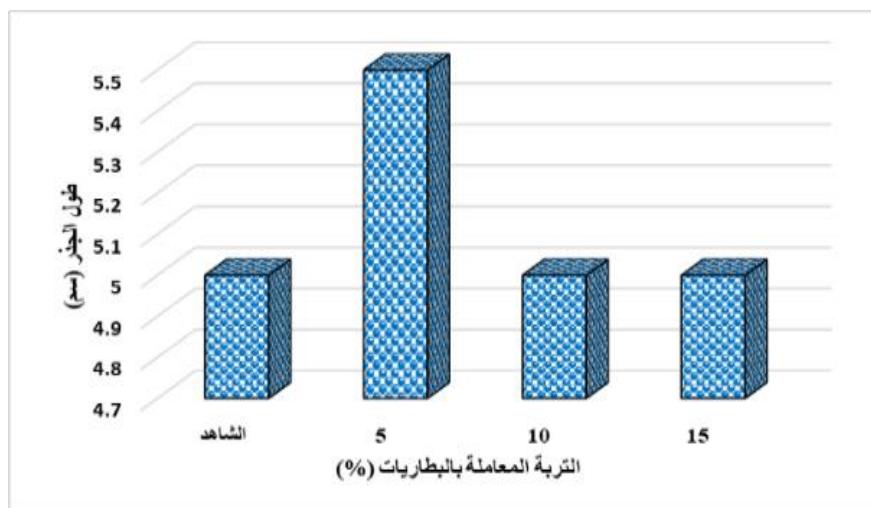
أظهرت النتائج انخفاض في طول جذور نبات الجرجير مع زيادة تركيز محتويات البطاريات الجافة في التربة، حيث وجدت أعلى الأطوال في معاملة الشاهد ومعاملة 5% (سم)، ثم المعاملة 15% بطول 5 و 4 سم على التوالي كما في الشكل (3). أشارت نتائج طول الجذور إلى تفوق المعاملة 5% على بقية المعاملات في طول جذور نبات الجرجير، مما يعزز النتائج السابقة في أن الجرجير لم يتأثر بوجود مخلفات البطاريات في التربة واحتمالية انتقال العناصر التي تحتويها في الشبكة الغذائية كبيراً جداً (Stasinou *et al.*, 2014; Bae *et al.*, 2016).



شكل (3): طول جذور نبات الجرجير (سم) في التربة المعاملة بمحتوى البطاريات الجافة.

- البصل

تبين من خلال النتائج الموضحة بالشكل (4) أن أطوال جذور نبات البصل تراوحت ما بين 5-5.5 سم، وأشارت نتائج طول الجذور تفوق المعاملة 5% على بقية المعاملات في طول جذور البصل بطول 5.5 سم، حيث تفوقت المعاملة 5% على معاملة الشاهد أيضاً، ونتائج هذه الدراسة لا تتوافق مع نتائج (Atta *et al.* (2021) في التأثيرات العكسية لتركيز العناصر الثقيلة على استطاله الجذور، مما يدل على احتمالية تراكم العناصر الثقيلة في الدرنات بدلاً من المجموع الخضري كما أظهرت نتائج Stasinou *et al.* (2014) Kirkillis *et al.* (2012) Bibi *et al.* (2021) وما ذكره Kirkillis *et al.* (2012) Stasinou *et al.* (2014) و (Atta *et al.* (2021) في التأثيرات العكسية لتركيز العناصر الثقيلة على استطاله الجذور، مما يدل على احتمالية تلوث المعادن الثقيلة لدرنات الغذاء وحدوث تلوث عابر كبير من شبكات الغذائية. من مجمل النتائج السابقة اتضح زيادة ارتفاع نبات الجرجير وطول جذور نبات البصل، وانخفاض ارتفاع نبات البصل وجذور الجرجير بزيادة تركيز مخلفات البطاريات في التربة، مما يدل على أن العناصر التي تحتويها البطاريات ربما قد خزنت في الأجزاء الخضرية للجرجير ودرنات البصل كما ذكر آنفاً.

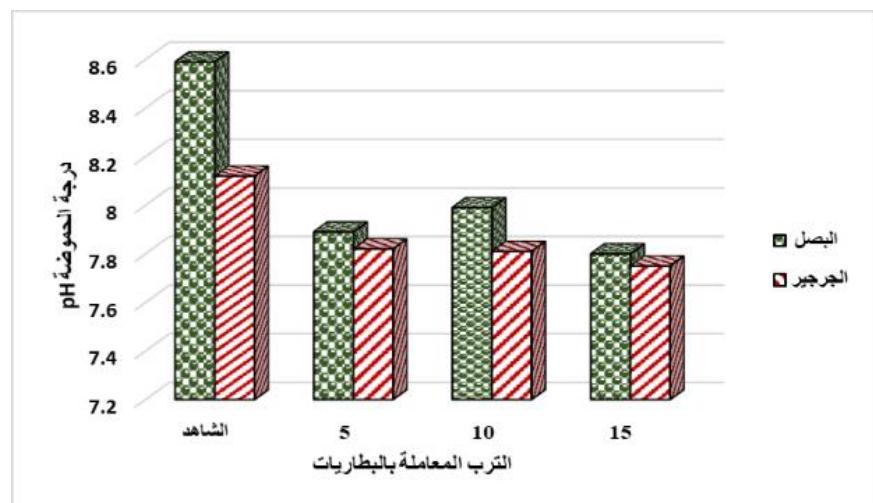


شكل (4): طول جذور نبات البصل (سم) في التربة المعاملة بمحتوى البطاريات الجافة

ثانياً: تأثير مخلفات البطاريات الجافة على الخصائص الفيزيوكيميائية للتربة

درجة الحموضة pH

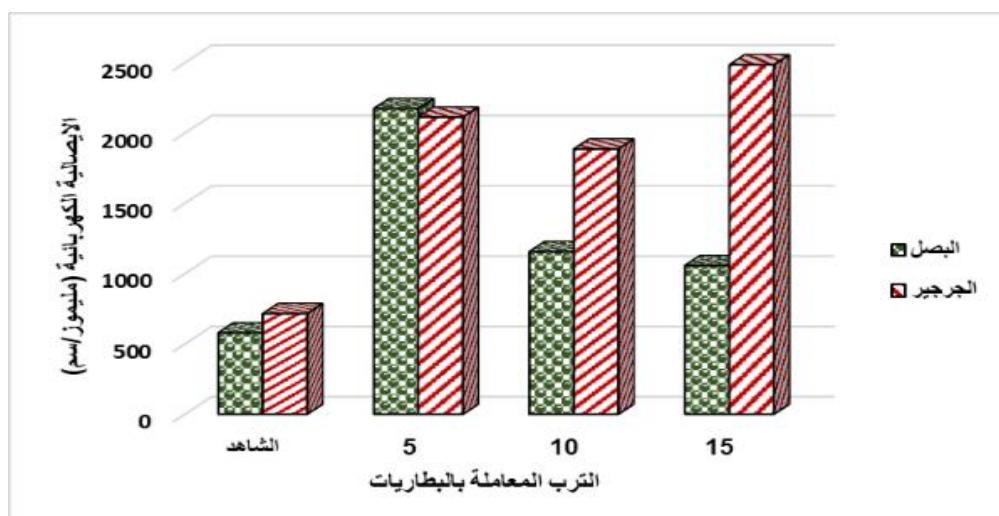
أظهرت النتائج انخفاض درجة حموضة التربة بصفة عامة عند معاملة التربة بمحتوى البطاريات، حيث كانت أكثر انخفاضا عند المعاملة 15% بمقدار 7.8 و 7.75 في وجود نباتي البصل والجرجير على التوالي كما هو موضح في الشكل (5)، مما يدل على أن إضافة محتوى البطاريات تؤدي إلى انخفاض حموضة التربة مع زيادة الكمية المضافة، وهذا الأمر يعمل على زيادة اتحادة العناصر الثقيلة بصفة ذاتية في محلول التربة كما ذكر de Souza and do Wasay *et al.* (2001) و Nascimento (2009) مما يجعلها متاحة بشكل أكبر لامتصاصها من قبل النباتات.



شكل (5): درجة حموضة التربة المعاملة بمحتوى البطاريات الجافة بعد زراعة نباتي البصل والجرجير.

الإيصالية الكهربائية

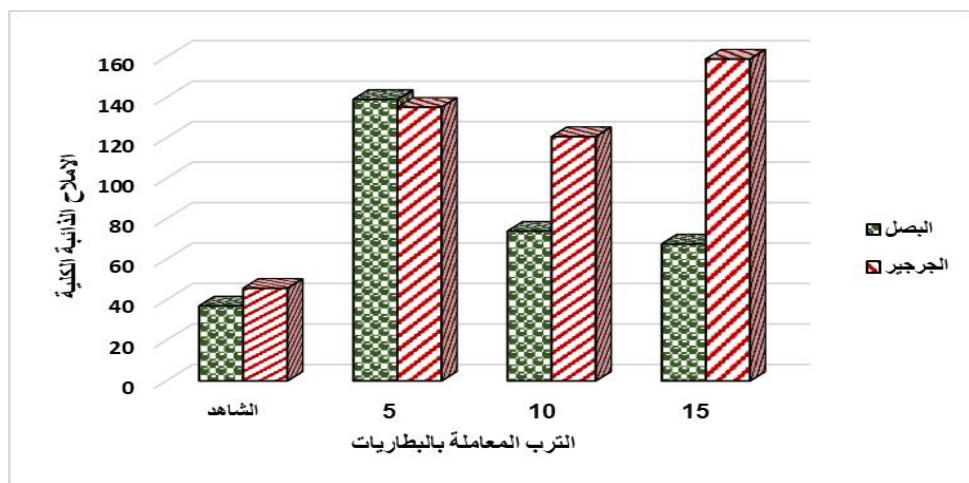
تبين من خلال النتائج الموضحة في الشكل (6) ارتفاع قيمة الإيصالية الكهربائية للتربة بعد إضافة محتوى البطاريات الجافة، حيث وجدت في معاملة شاهد البصل والجرجير 578.55 و 714.96 مليموز/سم على التوالي، ثم ارتفعت في جميع المعاملات بشكل كبير جداً، ووصل أعلى ارتفاع 2172.9 و 2484 مليموز/سم للمعاملات 15% جرجير و 5% بصل على التوالي.



شكل (6): الإيصالية الكهربائية (مليموز/سم) للتربة المعاملة بمحتوى البطاريات الجافة بعد زراعة نباتي البصل والجرجير.

الأملاح الذائبة الكلية

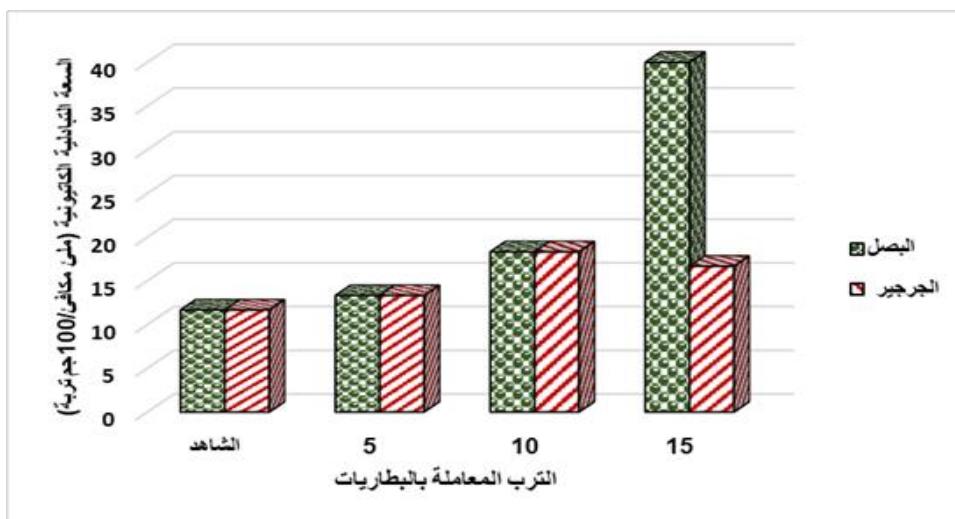
أوضحت النتائج الواردة في الشكل (7) ارتفاع كبير في تركيز الأملاح الذائبة الكلية عند إضافة محتوى البطاريات إلى التربة مقارنة بمعاملة الشاهد، حيث بلغت أعلى التراكيز 139.06 ملجم/كجم للمعاملة 5 للبصل و 158.976 ملجم/كجم للمعاملة 10 و 120.66 ملجم/كجم للمعاملة 15 و 135.16 ملجم/كجم للجرجير على التوالي.



شكل (7): تركيز الأملاح الذائبة الكلية (ملجم/كجم) للتربة المعاملة بمحتوى البطاريات الجافة بعد زراعة نباتي البصل والجرجير.

السعة التبادلية الكاتيونية

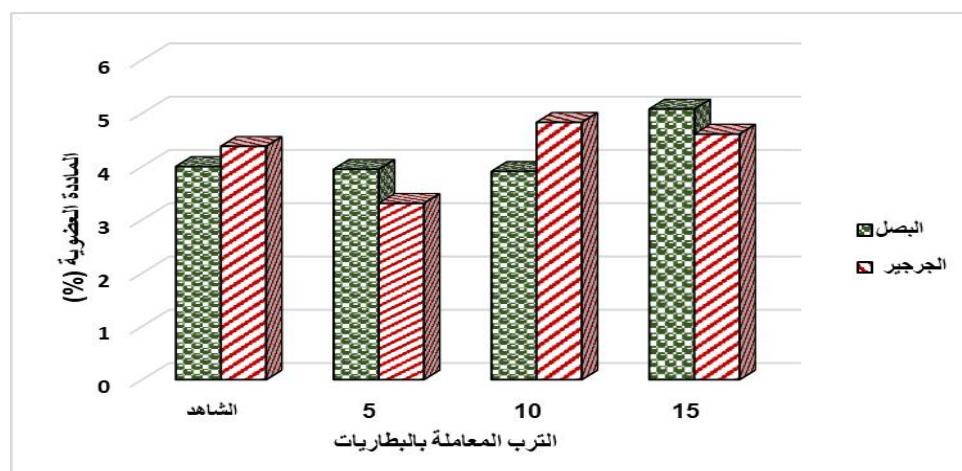
أظهرت النتائج زيادة كبيرة في السعة التبادلية الكاتيونية للتربة عند إضافة محتوى البطاريات إليها وفي وجود نباتي البصل والجرجير كما في الشكل (8)، حيث كانت في معاملة الشاهد 11.66 ملي مكافئ/100 جم تربة ووصلت في المعاملة 15% إلى 39.98، 16.66 ملي مكافئ/100 جم تربة في وجود نباتي البصل والجرجير على التوالي.



شكل (8): السعة التبادلية الكاتيونية (ملي مكافئ/100 جم تربة) للتربة المعاملة بمحتوى البطاريات الجافة بعد زراعة نباتي البصل والجرجير.

المادة العضوية

تبين من خلال النتائج الموضحة في الشكل (9) انخفاض نسبة المادة العضوية في التربة بعد إضافة مخلفات البطاريات وزراعة النباتات من 4، 4.38% لشاهد البصل والجرجير إلى 3.95، 3.31% عند المعاملة 5% للبصل والجرجير على التوالي، ثم ارتفعت النسبة في المعاملة 15% إلى 4.61، 5.08% لمعاملة البصل والجرجير على التوالي.



شكل (9): المادة العضوية (%) للتربة المعاملة بمحتوى البطاريات الجافة بعد زراعة نباتي البصل والجرجير.

بيّنت النتائج السابقة أن إضافة مخلفات البطاريات إلى التربة في ظل نمو نباتي الجرجير والبصل يؤدي إلى انخفاض حموضة التربة pH كما ذكر (Ogundiran and Osibanjo 2009a) كذلك تؤدي إلى زيادة كل من الإيصالية الكهربائية والأملاح الذائبة الكلية بنسبة تتراوح من ضعفين إلى ثلاثة ضعاف للبصل والجرجير. كما أدى إلى زيادة السعة التبادلية الكاتيونية والمادة العضوية بصفة عامة، ويعزى هذا الأمر إلى أن إضافة محتويات البطاريات إلى التربة تؤدي إلى زيادة تركيز العناصر الثقيلة كما ذكر (Marrugo- Kachout *et al.* 2012) (Ogundiran and Osibanjo 2009b) و (Negrete *et al.* 2017).

الخلاصة

أُجريت هذه الدراسة بهدف تقييم تأثيرات مخلفات البطاريات الجافة على نمو نباتي البصل *Alliumcepa* والجرجير *ErucaSativa*، وذلك من خلال معرفة مدى استهلاك البطاريات في المنطقة وتقدير حجم المخلفات، ومن ثم جمعت بذور أو شتلات النباتات المستهدفة ومخلفات البطاريات وعملت بالتربيه بنسبة 0، 5، 10، 15%. أظهرت النتائج أن حجم الاستهلاك السنوي من البطاريات في المنطقة يقدر بحوالي 60 جم للأسرة الواحدة، وهذا الحجم من الاستهلاك يعتبر كبيراً عند حساب عدد العائلات بالمنطقة ومعدل التراكم في التربة عبر الزمن، وأظهرت النتائج أيضاً زيادة ارتفاع نبات الجرجير وطول جذور نبات البصل بزيادة تركيز المعاملة بالبطاريات، فيما انخفض ارتفاع نبات البصل وجذور الجرجير بزيادة تركيز المعاملات، مما قد يدل على أن العناصر التي تحتويها مخلفات البطاريات قد خزنت في الأجزاء الخضرية للجرجير ودرنات البصل، وأدت المعاملة بالبطاريات إلى انخفاض درجة الحموضة وزيادة كل من الإيصالية الكهربائية والسعّة التبادلية الكاتيونية والمادة العضوية؛ لذا أوصت هذه الدراسة بضرورة التوعية بشأن مخلفات البطاريات وإيجاد الطرق المناسبة لإعادة تدويرها وإجراء المزيد من الدراسات حول تأثير مخلفات البطاريات على زيادة تركيز العناصر الثقيلة وتأثيرها على النشاط الميكروبي في التربة.

المراجع

- Adie, G. U., & Osibanjo, O. (2009). Assessment of soil-pollution by slag from an automobile battery manufacturing plant in Nigeria. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 3(9).
- Afolayan, A. O. (2018). Accumulation of heavy metals from battery waste in topsoil,

surface water, and garden grown maize at Omilende area, Olodo, Nigeria. *Global Challenges*, 2(3), 1700090.https://doi.org/10.1002/gch2.201700090.

- AM, A. E. A., Morsy, E. A., & Sorial, M. E. (2021). Physiological Studies On The Heavy Metals Resistance Mechanisms in Tomato Plants Growing Under Intercropping Conditions. *Menoufia Journal of Plant Production*, 6(6), 327-349.
- A.O.A.C (1990). Association of official Analysis chemistry.15 the ed, Washington D.C.Us.A.
- Appel, C., & Ma, L. (2002). Concentration, pH, and surface charge effects on cadmium and lead sorption in three tropical soils. *Journal of environmental quality*, 31(2), 581.doi: 10.2134/jeq2002.5810.
- Athbi, A. M., Manshad, S. Z., & Addai, Z. R. (2021). Effect of Some Heavy Metals on Germination and Growth of Zea mays L. *Journal of Education for Pure Science-University of Thi-Qar*, 11(1), 119-130.
- Atta, K., Pal, A. K., & Jana, K. (2021). Effects of salinity, drought and heavy metal stress during seed germination stage in ricebean [Vignaumbellata (Thunb.) Ohwi and Ohashi]. *Plant Physiology Reports*, 26(1), 109-115.
- Bae, J., Benoit, D. L., & Watson, A. K. (2016). Effect of heavy metals on seed germination and seedling growth of common ragweed and roadside ground cover legumes. *Environmental pollution*, 213, 112-118.
- Bibi, N., Shah, M. H., Khan, N., Mahmood, Q., Aldosari, A. A., and Abbasi, A. M. (2021). Analysis and health risk assessment of heavy metals in some onion varieties. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(10), 103364.
- Chileshe, M. N., Syampungani, S., Festin, E. S., Tigabu, M., Daneshvar, A., & Odén, P. C. (2020). Physico-chemical characteristics and heavy metal concentrations of copper mine wastes in Zambia: implications for pollution risk and restoration. *Journal of Forestry Research*, 31(4), 1283-1293. <https://doi.org/10.1007/s11676-019-00921-0>.
- Chiwetalu, U. J., Mbajorgu, C. C., & Ogbuagu, N. J. (2020). Remedial ability of maize (zea-mays) on lead contamination under potted condition and non-potted field soil condition. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 5(1), 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.jobab.2020.03.006>.
- de Araújo, J. D. C. T., & do Nascimento, C. W. A. (2010). Phytoextraction of lead from soil from a battery recycling site: the use of citric acid and NTA. *Water, Air, & Soil Pollution*, 211(1), 113-120. <https://doi.org/10.1007/s11270-009-0285-4>.
- de Souza Freitas, E. V., & do Nascimento, C. W. A. (2009). The use of NTA for lead phytoextraction from soil from a battery recycling site. *Journal of Hazardous materials*, 171(1-3), 833-837. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.06.069>.
- Gottesfeld, P., Were, F. H., Adogame, L., Gharbi, S., San, D., Nota, M. M., & Kuepouo, G. (2018). Soil contamination from lead battery manufacturing and recycling in seven African

countries. *Environmental research*, 161, 609-614. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.055>.

- Hirapure, P., & Shanware, A. Effects of Heavy Metals on Seed Germination and Early Seedling Growth of Marigold Plants Species.
- Jamal, A., Delavar, M. A., Naderi, A., Nourieh, N., Medi, B., & Mahvi, A. H. (2018). Distribution and health risk assessment of heavy metals in soil surrounding a lead and zinc smelting plant in Zanjan, Iran. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* 25 (4): 1018–1033. doi:10.1080/10807039.2018.1460191.
- Jin, Y., O'Connor, D., Ok, Y. S., Tsang, D. C., Liu, A., & Hou, D. (2019). Assessment of sources of heavy metals in soil and dust at children's playgrounds in Beijing using GIS and multivariate statistical analysis. *Environment international*, 124, 320-328. doi:10.1016/j.envint.2019.01.024.
- Kachout, S. S., Mansoura, A. B., Mechergui, R., Leclerc, J. C., Rejeb, M. N., & Ouerghi, Z. (2012). Accumulation of Cu, Pb, Ni and Zn in the halophyte plant Atriplex grown on polluted soil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(2), 336-342. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4581>.
- Kirkillis, C. G., Pasias, I. N., Miniadis-Meimargolou, S., Thomaidis, N. S., & Zabetakis, I. (2012). Concentration levels of trace elements in carrots, onions, and potatoes cultivated in Asopos region, Central Greece. *Analytical Letters*, 45(5-6), 551-562.
- Marrugo-Negrete, J., Pinedo-Hernández, J., & Díez, S. (2017). Assessment of heavy metal pollution, spatial distribution and origin in agricultural soils along the Sinú River Basin, Colombia. *Environmental research*, 154, 380-388.
- Ogundiran, M., & Osibanjo, O. (2009a). Effects of phosphate chemicals treatments on auto battery waste contaminated soil in Nigeria. *The Journal of Solid Waste Technology and Management*, 35(3), 181-190. <https://doi.org/10.5276/JSWTM.2009.181>.
- Ogundiran, M. B., & Osibanjo, O. (2009b). Mobility and speciation of heavy metals in soils impacted by hazardous waste. *Chemical Speciation & Bioavailability*, 21(2), 59-69. <https://doi.org/10.3184/095422909X449481>.
- Palemio . M. and Rhoades . J.D. (1977). Determining cation exchange capacity . A new procedure for calcareous and gypsiferous soil. *J. soil sci.* , 41 : 524 - 528 .
- Rump, K. (1992). Laboratory Manual for Examination of wastewater and soil. New York Basel Cambridge.
- Stasinou, S., Nasopoulou, C., Tsikrika, C., & Zabetakis, I. (2014). The bioaccumulation and physiological effects of heavy metals in carrots, onions, and potatoes and dietary implications for Cr and Ni: a review. *Journal of food science*, 79(5), R765-R780. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12433>.
- Tripathi, A., & Misra, D. R. (2013). Bioaccumulation of Pb, Ni and Zn in some plant species growing in and around a municipal waste dumpsite at Allahabad, India. *The*

Journal of Solid Waste Technology and Management, 39(1), 1-12.
<https://doi.org/10.5276/JSWTM.2013.1>.

- Vincenca-Gaile, Z., Klavins, M., Rudovica, V., & Viksna, A. (2013). Research review trends of food analysis in Latvia: major and trace element content. *Environmental geochemistry and health*, 35(5), 693-703.
- Wasay, S. A., Parker, W. J., & Van Geel, P. J. (2001). Contamination of a calcareous soil by battery industry wastes. II. Treatment. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 28(3), 349-354.
- Yáñez-Espinosa, L., Briones-Gallardo, R., Flores, J., & Álvarezdel Castillo, E. (2020). Effect of heavy metals on seed germination and seedling development of Namaaff. stenophylla collected on the slope of a mine tailing dump. *International Journal of Phytoremediation*, 22(14), 1448-1461.
- Yu, G., Chen, F., Zhang, H., & Wang, Z. (2021). Pollution and health risk assessment of heavy metals in soils of Guizhou, China. *Ecosystem Health and Sustainability*, 7(1), 1859948. <https://doi.org/10.1080/20964129.2020.1859948>.