مجلة جامعة بنغازي العلمية

http://journals.uob.edu.ly/sjuob

تقييم تأثير مخلفات البطاريات المنزلية الجافة على الإنبات وتطور بادرات نباتي البصل *Allium cepa* والجرجير *Eruca Sativa*

أسماء محمد عبد الرحمن [1] *، فردوس عبد الجليل فرج [1]، عبد السلام محمد المثناني [1]

1 قسم علوم البيئة /كلية البيئة والموارد الطبيعية – جامعة وادي الشاطئ-ليبيا .

تاريخ الاستلام: 05 / 03 / 2023 تاريخ القبول: 19 / 06 / 2023

الملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم إنبات بذور نباتي البصل *Allium cepa* والجرجير *Eruca sativa* في بيئة ملوثة بمخلفات البطاريات المنزلية الجافة، وذلك من خلال ري بذور النباتات المدروسة بتراكيز مختلفة من مستخلصات التربة ومخلفات البطاريات الشاهد (ماء مقطر)، 0 (مستخلص التربة)، 5، 10، 15%. أظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية لتأثير الري بمخلفات البطاريات على النسبة المئوية لانبات بذور الجرجير حيث وصلت جميع المعاملات إلى نسبة إنبات 100% منذ اليوم السابع للإنبات، فيما وجدت فروق معنوية عالية جداً عند مستوى 0.05% على إنبات بذور البصل، وكذلك أدت المعاملات إلى انخفاض نمو البادرات في المراحل الأولى للإنبات ثم زاد نموها في كلا النباتين بزيادة تراكيز المعاملات، حيث بلغت أعلى القيم للجذير 1.9، 13.9سم وللرويشة 37، 67سم لنباتي الجرجير والبصل على التوالي، مما يدل على قدرة نمو النباتين في بيئات ملوثة بمخلفات البطاريات وما تحتويها من عناصر ثقيلة، وإمكانية امتصاصها وانتقالها إلى الكائنات المستهلكة.

الكلمات المفتاحية: المخلفات، البطاريات المنزلية الجافة، الإنبات، البصل *Allium cepa* والجرجير *Eruca sativa* .

Abstract

This study aimed to evaluate the germination of seeds of onion *Allium cepa* and Arugula *Eruca Sativa* plants in an environment contaminated with dry household battery wastes, by irrigating the seeds of the studied plants with different concentrations of soil extracts and battery wastes, control (distilled water), 0 (soil extract), 5, 10, 15%. The results showed that there were no significant differences for the effect of irrigation with battery wastes on the percentage of germination of arugula seeds. Moreover, all treatments reached a percentage of 100% germination seventh day of growth, addition very high significant differences found at the level of 0.05% on the germination of onion seeds. The treatments also caused to decrease the growth of seedlings in the early stages of germination then their growth increased in both plants by increasing the concentrations of the treatments. The highest values were for the root 1.9, 13.9 cm and for the plume 37, 67 cm for the arugula and onion plants, respectively, which indicates the ability of the two plants to germination in environments contaminated with battery wastes and its content of heavy elements, and the possibility of absorption and transmission to the consumer organisms.

Keywords: Wastes, Dry Household Battery, Germination, Onion (*Allium Cepa*), Arugula (*Eruca Sativa*).

1. المقدمة:

يعتبر التواجد المتزايد للمعادن الثقيلة في الماء والتربة والمواد الغذائية ظاهر خطيرة حول العالم، فكل سنة تنخفض نوعية المصادر الفعالة للزراعة (التربة والماء) عن طريق التلوث الناتج من النشاطات البشرية [1]. أدت سرعة العمليات الصناعية والتمدن والإدارة السيئة للتدفق الصناعي إلى اندماج الملوثات في المصادر الطبيعية كالتربة والماء والهواء، وبالتالي التدهور لم يؤثر فقط على نوعية البيئة ولكن أيضا أثر على كل من النباتات والحيوانات [2].

يشكل تلوث الأرض تهديد للتنمية الزراعية والامن الغذائي في الدول النامية، واستهلاك منتجات المزارع من المناطق الملوثة يولد اخطار صحية لمختلف المستهلكين على طول السلسلة الغذائية [3]. أصبح تلوث السلسلة الغذائية أحد التهديدات الرئيسية للصحة البشرية، فنمو المجتمعات البشرية والتصنيع والتعمير والاستعمال المفرط للمواد الكيميائية الزراعية من بين الأسباب الرئيسية للتلوث بالمعادن الثقيلة في السلسلة الغذائية [4].

توجد العناصر الثقيلة طبيعيا في البيئة وتميل النشاطات مثل التعدين إلى زيادة مستويات السمية. التعدين ومعالجة الخامات المعدنية يمكن ان تكون مصدر مهم لتلوث البيئة، ومن ثم تؤثر على نوعية البيئة وخدمات النظام البيئي [5,6].

نفايات البطاريات أحد أكثر الأخطار المدمرة على البيئة وخصوصا التربة [7]، ونتيجة الاستهلاك الواسع للأجهزة الإلكترونية زاد الطلب على البطاريات وبمعدل نمو سنوي وصل إلى 8% خلال عام 2018، ويتوقع أن يصل ما بين 18 – 30% في سنة 2030. هناك نقص في لوائح تخزين والإدارة المناسبة للنفايات التي يؤدي إلى تراكمها في المكبات المفتوحة وتسرب المواد الخطرة في البيئة [8]. كما أن الأحجام الصغيرة والتراكيب المختلفة للبطاريات تسهم في القائها بطريقة غير سليمة وتجعل إعادة تدويرها صعبة [9].

في جميع أنواع البطاريات المنزلية الجافة توجد مستويات وتراكيز مختلفة من المعادن الثقيلة [10]، مثل المنغنيز والرصاص والكادميوم والليثيوم وغيرها من الملوثات التي تُعتبر على نطاق واسع ذات سمية بيئية عالية [11, 12]، كما اكدت العديد من الدراسات احتواء نفايات البطاريات على تراكيز مرتفعة من العناصر الثقيلة منها Adie and Osibanjo [13]; Ogundiran and Osibanjo [14,15]; de Araújo and do Nascimento [16]، ومن ثم انتقال هذه العناصر إلى التربة [17]. كما تناولت العديد من الدراسات تأثير بعض العناصر الثقيلة على انبات بذور العديد من النباتات منها [18] على انبات بذور البرسيم *Medicago Sativa*، و[19] Bae *et al.* على انبات بذور Ragweed ودراسة [20] Di Salvatore *et al.* لسمية المعادن الثقيلة على النباتات في موائع النفايات الخطرة، ودراسة [2] Hirapure and Shanware على انبات بذور نباتات Marigold، ودراسة [21] Yáñez-Espinosa *et al.* على انبات بذور *Namaffi stenophylla* المرتبط بالنفايات الخطرة، وأيضا دراسة [22] Atta *et al.* على مراحل انبات بذور Ricebean [*Vigna*

* للمراسلات إلى: أسماء محمد عبد الرحمن

البريد الإلكتروني: Is.abdolrhman@wau.edu.ly

©2023 جامعة بنغازي. جميع الحقوق محفوظة. الرقم الدولي/ الإلكتروني: 1637-2790، الورقي: 1629-2790. رقم الإيداع القانوني: 2018/154 دار الكتب الوطنية

umbellata (Thunb.) ohwi and *Ohashi*] و Athbi *et al.* [23] على نبات Zea mays، ولذا تهدف هذه الدراسة إلى تقييم إمكانية إنبات نباتي البصل والجرجير في بيئة ملوثة بمخلفات البطاريات الجافة المحتوية على العناصر الثقيلة، ومن ثم تأثيرها على عملية الإنبات وتطور البادرات.

2. المواد والطرق:

1.2. المواد المستخدمة:

- البطاريات المنزلية الجافة: جمعت عينات مخلفات البطاريات المنزلية الجافة من الاشخاص والمنازل في منطقة وادي الشاطئ، وجهزت بإزالة الأغلفة الخارجية للحصول على بودر (محتوياته كما في الجدول (1))، ومن ثم حفظت في قناني زجاجية حتى بداية إجراء التجارب.
- البذور: جمعت عينات بذور النباتات من البصل *Allium cepa* والجرجير *Eruca Sativa* من المزارع المحلية بالمنطقة.
- التربة: جمعت عينات التربة من مزرعة محلية بالمنطقة، وكانت خصائصها كما في الجدول (1).

جدول (1) خصائص التربة والبطاريات المستخدمة في التجربة

التربة		البطاريات المنزلية الجافة (%)	
النسجة	رملية	Zn	1.14
درجة الحموضة (pH)	7.40	Ti	0.853
الإيصالية الكهربائية (مليموز/سم)	7.96	Pb	0.143
السعة التبادلية (ملي مكافئ/100جم تربة)	33.32	Cu	0.047
المادة العضوية (%)	3.66	Ni	0.173

2.2. الطرق المستخدمة:

تحضير المستخلصات: أخذت وزنة معينة من التربة الزراعية الممزوجة بمخلفات البطاريات الجافة بنسب 0% (تربة فقط)، 5% (5 جم مسحوق بطاريات جافة و100جم تربة)، 10% (10 جم مسحوق بطاريات جافة و100جم تربة)، 15% (15 جم مسحوق بطاريات جافة و100جم تربة)، وحضرت منها المستخلصات المائية بنسبة 2:1 (5جم تربة و10مل ماء مقطر)، وذلك لإنبات البذور في ظروف مشابهة لمحلول التربة.

انبات البذور: وضعت كل عشرة بذور من نباتي الجرجير والبصل في اطباق بتري (90*15 مم) بواقع 3 مكررات لكل معاملة، ورويت بالمستخلصات سابقة التحضير (5مل) اضافة إلى معاملة الشاهد (التي رويت بالماء المقطر فقط)، وذلك لمدة 10 أيام حسب خلالها النسبة المئوية لإنبات البذور في جميع المعاملات، حيث اعتبر ظهور الجذير أو الرويشة أو كلاهما دليلا على حدوث انبات البذور.

$$\text{النسبة المئوية للإنبات} = \frac{\text{عدد البذور النامية}}{\text{العدد الكلي للبذور}} \times 100$$

نمو البادرات: قيس طول جذير ورويشة بذور الجرجير والبصل (سم) خلال فترة انبات البذور (10 أيام)، ودونت النتائج.

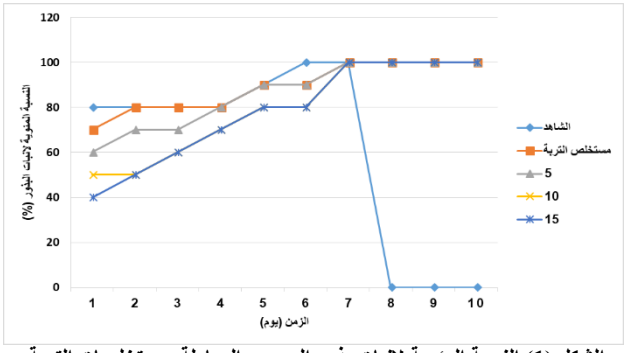
التحليل الإحصائي: أجري التحليل الإحصائي Analysis of variation test ANOVA لجميع النتائج المتحصل عليها باستخدام برنامج GenStat 12th Edition عند مستوى معنوية (Pr. < 0.05).

3. النتائج:

1.3. تأثير مخلفات البطاريات على إنبات البذور:

1.1.3. النسبة المئوية للإنبات الجرجير:

تبين من خلال النتائج الموضحة في الشكل (1) حدوث انبات لبذور نبات الجرجير من اليوم الأول حيث بلغت النسبة 80، 70، 60، 50، 40% للمعاملات الشاهد ومستخلص التربة، 5، 10، 15% من مستخلصات التربة ومخلفات البطاريات على التوالي، واستمر الإنبات حتى اليوم السابع حيث ماتت بذور نبات الشاهد، وبلغت نسبة انبات بقية المعاملات 100% حتى اليوم 10. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية لتأثير المعاملة بمخلفات البطاريات (pr.=0.127) والزمن (pr.=0.402) على النسبة المئوية لإنبات بذور الجرجير.

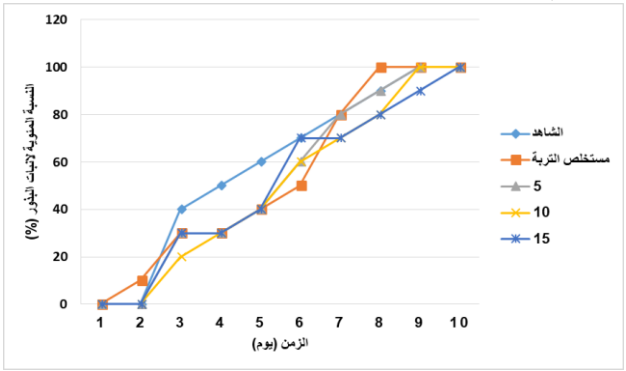


الشكل (1) النسبة المئوية لإنبات بذور الجرجير المعاملة بمستخلصات التربة ومخلفات البطاريات الجافة

2.1.3. النسبة المئوية للإنبات البصل:

أظهرت النتائج تأخر حدوث إنبات بذور البصل حتى اليوم الثالث في جميع المعاملات، ماعدا معاملة مستخلص التربة (10%)، وبعد حدوث الإنبات بلغت نسبة الإنبات في جميع المعاملات 100%، ولكن بصفة عامة كانت معاملة الشاهد أفضل المعاملات في عملية إنبات بذور البصل كما في الشكل (2).

تبين من خلال نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى 0.05 لتأثير المعاملة بمخلفات البطاريات (pr.=0.012) على النسبة المئوية لإنبات بذور البصل.



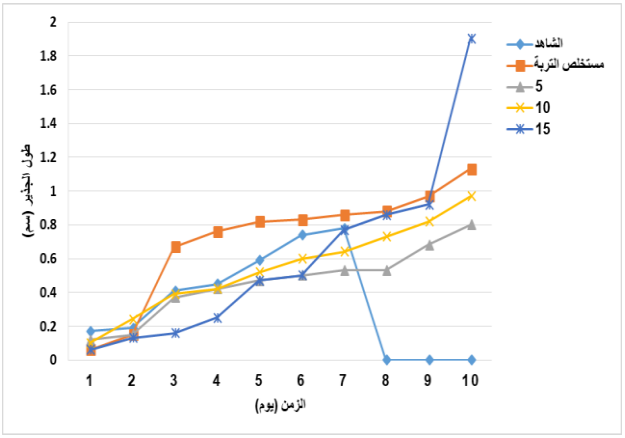
الشكل (2) النسبة المئوية لإنبات بذور البصل المعاملة بمستخلصات التربة ومخلفات البطاريات الجافة

2.3. تأثير مخلفات البطاريات على نمو البادرات:

1.2.3. طول الجذير بنبات الجرجير:

تبين من خلال النتائج أن تعريض بذور نبات الجرجير إلى تراكيز مختلفة من مستخلصات التربة ومخلفات البطاريات الجافة ادت إلى انخفاض في طول الجذير مقارنة بمعاملة الشاهد ومستخلص التربة، حيث بلغ طول الجذير في اليوم الأول للمعاملتين السابقتين 0.17، 0.06 سم على التوالي، فيما بلغ طول الجذير 0.12، 0.1، 0.06 سم للمعاملات 5، 10، 15% على التوالي. استمر هذا الفرق بين المعاملات حتى اليوم السابع للإنبات حيث ذبلت بذور الشاهد، واستمرت بقية المعاملات في الإنبات، حيث زاد طول الجذير بزيادة تراكيز مخلفات البطاريات كما في الشكل (3). أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية لتأثير المعاملة بمخلفات البطاريات (pr.=0.042) على طول جذير نبات الجرجير.

©2023 جامعة بنغازي. جميع الحقوق محفوظة. الرقم الدولي/ الإلكتروني: 2790-1637، الورقي: 2790-1629. رقم الإيداع القانوني: 2018/154 دار الكتب الوطنية

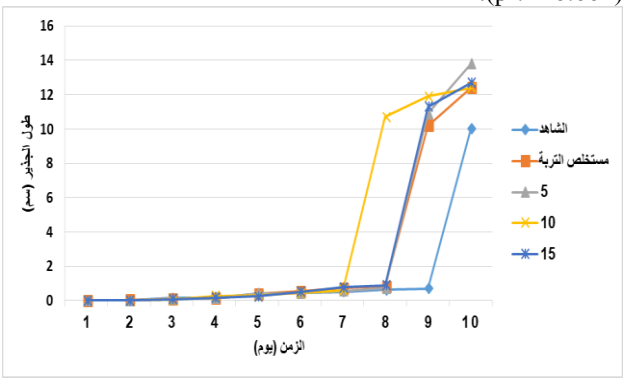


الشكل (3) طول جذير بذور الجرجير المعاملة بمستخلصات التربة ومخلفات البطاريات الجافة

2.2.3. طول الجذير بنبات البصل:

أظهرت النتائج الموضحة في الشكل (4) تأخر ظهور جذير بذور نبات البصل حتى اليوم الثاني في جميع المعاملات ماعدا مستخلصات التربة حيث ظهر بطول 0.02 سم. وكانت النتائج في اليوم الثالث الشاهد 0.14 سم ومستخلص التربة 0.09، و0.1، 0.06، 0.07 سم للمعاملات 5، 10، 15%، استمر هذا الفرق في اطوال الجذير حتى اليوم السابع التربة ثم زاد طول الجذير بزيادة تركيز مخلفات البطاريات.

تبين من خلال التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية لتأثير المعاملة بمخلفات البطاريات (pr.=0.0160) والزمن على زيادة طول جذير البصل (pr.=<0.001).

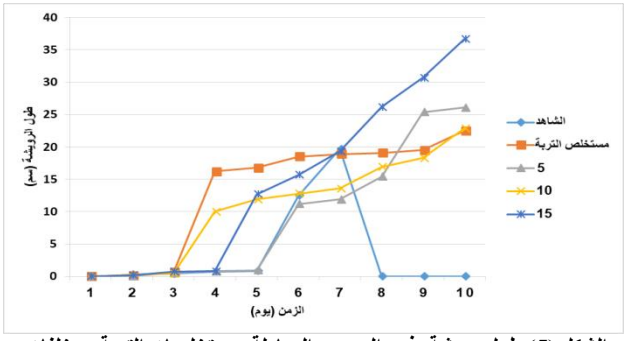


الشكل (4) طول جذير بذور البصل المعاملة بمستخلصات التربة ومخلفات البطاريات الجافة

3.3. طول الرويشة:

1.3.3. طول الرويشة بنبات الجرجير:

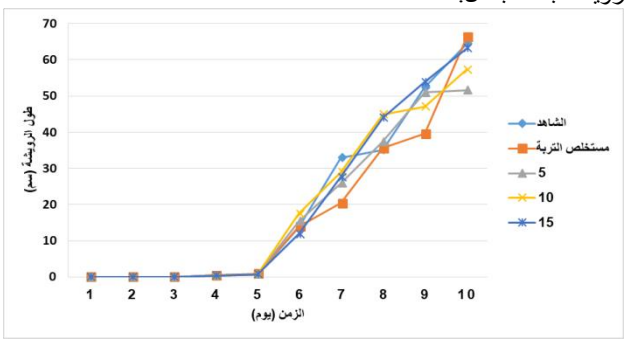
أشارت النتائج أن تعريض بذور نبات الجرجير إلى تراكيز مختلفة من مستخلصات التربة ومخلفات البطاريات الجافة ادى إلى انخفاض معدل طول الرويشة مقارنة بمعاملة الشاهد ومستخلص التربة كما في الشكل (5)، حيث بلغ طول الرويشة في اليوم الثاني 0.29، 0.14 سم على التوالي، فيما بلغ طول الرويشة 0.04، 0.26، 0.18 سم للتراكيز 5، 10، 15% على التوالي. استمر هذا الفرق في الأطوال حتى السابع للإنبات حيث ماتت بذور الشاهد، واستمرت بقية المعاملات في النمو، وزاد طول الجذير بزيادة تركيز مخلفات البطاريات حتى وصل إلى أعلى قيمة 36.7 سم للمعاملة 15%. تبين من خلال نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية جداً لتأثير المعاملة بمخلفات البطاريات والزمن على طول رويشة نبات الجرجير (pr.=0.004) (pr.=<0.001) على التوالي.



الشكل (5) طول رويشة بذور الجرجير المعاملة بمستخلصات التربة ومخلفات البطاريات الجافة

2.3.3. طول الرويشة بنبات البصل:

تبين من خلال النتائج تأخر ظهور رويشة نبات البصل إلى اليوم السادس، وأدت التراكيز المختلفة من مستخلصات التربة ومحتويات البطاريات الجافة إلى انخفاض طول الرويشة مقارنة بمعاملة الشاهد ومستخلص التربة، حيث وبلغ طول الرويشة في اليوم السادس 4.5 سم، فيما بلغ طول الرويشة 0.48، 0.31، 0.38 سم للمعاملات 5، 10، 15% على التوالي. كما أظهرت النتائج زيادة في طول الرويشة بزيادة تركيز مخلفات البطاريات (الشكل (6)). تبين من خلال التحليل الاحصائي عدم وجود تأثير معنوي للمعاملة بمخلفات البطاريات (pr.=0.398) على طول رويشة نبات البصل.



الشكل (6) طول رويشة بذور البصل المعاملة بمستخلصات التربة ومخلفات البطاريات الجافة

4. المناقشة:

تعتبر البذور مرحلة مهمة في دورة حياة النبات، وتتميز بوقاية عالية ضد الإجهادات الخارجية [2]، ويمكن أن تسبب المعادن الثقيلة اجهاد كبير يؤثر على فسيولوجيا النباتات [1]. أشارت النتائج بصفة عامة إلى انخفاض النسبة المئوية لإنبات الجرجير والبصل وطول الجذير والرويشة في بداية التجربة مع زيادة تركيز مستخلصات مخلفات البطاريات، ثم تفوقت هذه المؤشرات على معاملة الشاهد ومستخلص التربة في نهاية الإنبات حيث أعطت قيما أعلى بكثير من معاملة الشاهد، وهذا ما اكدته نتائج التحليل الاحصائي أيضا، نتائج هذه الدراسة تتوافق مع نتائج [2] في أن وجود العناصر الثقيلة في وسط النمو يؤدي الى انخفاض النسبة المئوية لإنبات البذور وزيادة زمن انبات البذور وكذلك تتوافق مع ما ذكره [18,19,20,21,22] في حدوث تأثيرات عكسية للنباتات النامية في البيئات المحتوية على العناصر الثقيلة فيما يتعلق بالنسبة المئوية للإنبات، وعزي هذا الأمر إلى عجز هذه البذور عن أخذ الماء ومن ثم استطالة جذورها وسرعة إنباتها. كما ذكر Atta *et al.* [22] أن هذه الاجهادات الغير حية (العناصر الثقيلة) تؤدي إلى ضعف ايضي وعدم توزان المغذيات التي ترتبط بقوة مع انتاج الكتلة الحية في النباتات. تتوافق نتائج هذه الدراسة كذلك مع نتائج دراسة Sorial [24] في انخفاض صفات النمو الخضري للنباتات المعرضة لمثل هذه الاجهادات و[23] Athbi *et al.* في انخفاض النسبة المئوية للإنبات وصفات النبات مع زيادة تراكيز العناصر الثقيلة، وذلك لان العناصر الثقيلة تؤدي إلى انخفاض

©2023 جامعة بنغازي. جميع الحقوق محفوظة. الرقم الدولي/ الإلكتروني: 2790-1637، الورقي: 2790-1629. رقم الإيداع القانوني: 2018/154 دار الكتب الوطنية

عملية البناء الضوئي ومنع نمو النباتات [25,26]. إن تغلب النباتات المدروسة (الجرجير والبصل) على وجود المخلفات في بيئة النمو وحدوث تحسن لطول الجذير والرويشة لكلا النباتين بعد اليوم السابع من الانبات، يعتبر مؤشر غير جيد بالنسبة للمنتجات النباتية التي يستهلكها الانسان، حيث أن استهلاك الخضار الملوثة بالعناصر الثقيلة عن طريق التلوث العابر Cross-Contamination يحمل خطراً كبيراً على البشر (خصوصاً الأطفال والنساء الحوامل) [1]. علاوة على ذلك يمكن ان يؤدي تناول المنتجات التي تحتوي على المعادن الثقيلة إلى زيادة حدوث أخطار السرطان [27,28]، وتعرض الأطفال لهذه المعادن يؤدي أيضا إلى تهديدات صحية مزمنة وغير مزمنة، وهذه التهديدات أكثر احتمالاً للحدوث عند البالغين [28]. وبالنسبة لهذا الجانب تتوافق نتائج هذه الدراسة مع [17] Aydinalp and Marinova حيث عملت بعض العناصر الثقيلة من الكادميوم والكروم والنحاس والنيكل والزنك على زيادة حجم شتلات النباتات بزيادة تراكيز العناصر المضافة لوسط نمو البرسيم. لذا توصي هذه الدراسة إلى إيجاد سبل للتخلص الأمان من البطاريات المنزلية الجافة بعيدا عن الأراضي الزراعية، لتجنب انتقال العناصر الثقيلة التي تحتويها إلى بعض أنواع النباتات القادرة على النمو في وجود العناصر الثقيلة، ومن ثم انتقال هذه العناصر إلى جسم الانسان عبر السلسلة الغذائية.

5. المراجع

1. Stasinos S, Nasopoulou C, Tsikrika C, Zabetakis I. 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, 2014, 79(5), R765-R780. https://doi.org/10.1111/1750-3841.12433.
2. Hirapure P, Shanware A. Effects of heavy metals on seed germination and early seedling growth of marigold plants species. Research Directions, ISSN No. 2321-5488. 2019.
3. Afolayan AO. Accumulation of heavy metals from battery waste in topsoil, surface water, and garden grown maize at Omilende area, Olodo, Nigeria. Global Challenges, 2018, 2(3), 1700090. https://doi.org/10.1002/gch2.201700090.
4. Bibi N, Shah MH, Khan N, Mahmood Q, Aldosari AA, Abbasi AM. Analysis and health risk assessment of heavy metals in some onion varieties. Arabian Journal of Chemistry, 2021, 14(10), 103364.
5. Zhuang P. McBride MB, Xia H, Li N, Li Z. Health risk from heavy metals via consumption of food crops in the vicinity of Dabaoshan mine, South China. Science of the total environment, 2009, 407(5): 1551-1561.
6. Chiwetalu UJ, Mbajiorgu CC, Ogbuagu NJ. Remedial ability of maize (zea-mays) on lead contamination under potted condition and non-potted field soil condition. Journal of Bioresources and Bioproducts, 2020, 5(1): 51-59. https://doi.org/10.1016/j.jobab.2020.03.006.
7. Xuemei H, Weihua G, Renqing W, Mengcheng W. Microbial communities in microcosm soils treated with battery waste. Progress in Natural Science, 2007, 17(8): 919-926.
8. Melchor-Martínez EM, Macias-Garbett R, Malacara-Becerra A, Iqbal HM, Sosa-Hernández JE, Parra-Saldívar R. Environmental impact of emerging contaminants from battery waste: A mini review. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, 2021, 3, 100104.
9. Wang X, Gaustad G, Babbitt CW, Bailey C, Ganter MJ, Landi BJ. Economic and environmental characterization of an evolving Li-ion battery waste stream. Journal of environmental management, 2014, 135: 126-134.
10. Panero S, Romoli C, Achilli M, Cardarelli E, Scrosati B. Impact of household batteries in landfills. Journal of Power Sources, 1995, 57(1-2): 9-12.
11. Kang DHP, Chen M, Ogunseitan OA. Potential environmental and human health impacts of rechargeable lithium batteries in electronic waste. Environmental science & technology, 2013, 47(10): 5495-5503.
12. Guo X, Song Y, Nan J. Flow evaluation of the leaching hazardous materials from spent nickel-cadmium batteries discarded in different water surroundings. Environmental Science and Pollution Research, 2018, 25: 5514-5520.
13. Adie GU, Osibanjo O. Assessment of soil-pollution by slag from an automobile battery manufacturing plant in Nigeria. African Journal of Environmental Science and Technology, 2009, 3(9).
14. Ogundiran M, Osibanjo O. Effects of phosphate chemicals treatments on auto battery waste contaminated soil in Nigeria. The Journal of Solid Waste Technology and Management, 2009, 35(3): 181-190. https://doi.org/10.5276/JSWTM.2009.181.
15. Ogundiran MB, Osibanjo O. Mobility and speciation of heavy metals in soils impacted by hazardous waste. Chemical Speciation & Bioavailability, 2009, 21(2): 59-69. https://doi.org/10.3184/095422909X449481.
16. de Araújo JDCT, do Nascimento CWA. Phytoextraction of lead from soil from a battery recycling site: the use of citric acid and NTA. Water, Air, & Soil Pollution, 2010, 211(1): 113-120. https://doi.org/10.1007/s11270-009-0285-4
17. Gottesfeld P, Were FH, Adogame L, Gharbi S, San D, Nota MM, Kuepouo G. Soil contamination from lead battery manufacturing and recycling in seven African countries. Environmental research, 2018, 161: 609-614. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.055.
18. Aydinalp C, Marinova S. The effects of heavy metals on seed germination and plant growth on alfalfa plant (Medicago sativa). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2009,15(4): 347-350.
19. Bae J, Benoit DL, Watson AK. Effect of heavy metals on seed germination and seedling growth of common ragweed and roadside ground cover legumes. Environmental pollution, 2016, 213: 112-118.

©2023 جامعة بنغازي. جميع الحقوق محفوظة. الرقم الدولي/ الإلكتروني: 1637-2790، الورقي: 1629-2790. رقم الإيداع القانوني: 2018/154 دار الكتب الوطنية

20. Di Salvatore M, Carafa AM, Carratù G. Assessment of heavy metals phytotoxicity using seed germination and root elongation tests: A comparison of two growth substrates. Chemosphere, 2008, 73(9): 1461-1464.

21. Yáñez-Espinosa L, Briones-Gallardo R, Flores J, Álvarez del Castillo E. Effect of heavy metals on seed germination and seedling development of Nama aff. stenophylla collected on the slope of a mine tailing dump. International Journal of Phytoremediation, 2020, 22(14): 1448-1461.

22. Atta K, Pal AK, Jana K. Effects of salinity, drought and heavy metal stress during seed germination stage in ricebean [Vigna umbellata (Thunb.) Ohwi and Ohashi]. Plant Physiology Reports, 2021, 26(1): 109-115.

23. Athbi AM, Manshad SZ, Addai ZR. Effect of Some Heavy Metals on Germination and Growth of Zea mays L. Journal of Education for Pure Science-University of Thi-Qar, 2021, 11(1): 119-130.

24. Sorial ME. Physiological Studies on Heavy Metals Resistance Mechanisms in Plant Growing Under Intercropping Conditions. Menoufia Journal of Plant Protection, 2021, 6(4): 9-10.

25. Simonin M, Richaume A. Impact of engineered nanoparticles on the activity, abundance, and diversity of soil microbial communities: a review. Environmental Science and Pollution Research, 2015, 22: 13710-13723.

26. Marslin G, Sheeba CJ, Franklin G. Nanoparticles alter secondary metabolism in plants via ROS burst. Frontiers in plant science, 2017, 8, 832.

27. Abdelhafez AA, Li J. Environmental monitoring of heavy metal status and human health risk assessment in the agricultural soils of the Jinxi River area, China. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 2015, 21(4): 952-971

28. Chen H, Teng Y, Lu S, Wang Y, Wang J. Contamination features and health risk of soil heavy metals in China. Science of the total environment, , , 143-153. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.01.025.

29. Tong S, Li H, Wang L, Tudi M, Yang L. Concentration, spatial distribution, contamination degree and human health risk assessment of heavy metals in urban soils across China between 2003 and 2019—A systematic review. International journal of environmental research and public health, 2020, 17(9), 3099. doi:10.3390/ijerph17093099.

©2023 جامعة بنغازي. جميع الحقوق محفوظة. الرقم الدولي/ الإلكتروني: 1637-2790، الورقي: 1629-2790. رقم الإيداع القانوني: 2018/154 دار الكتب الوطنية