

## تأثير استخدام كمبوست قمامة المدن في بعض الخواص الكيميائية للتربة ومحتواها من بعض العناصر الثقيلة في ظروف البيوت المحمية

د. صفاء قاسم\*

### ملخص

تم تنفيذ البحث في قرية الهدة - محافظة طرطوس في العام 2023، حيث تم جمع عينات تربة من بيوت محمية تسمد بكمبوست قمامة المدن (المنتج في معمل معالجة النفايات الصلبة في طرطوس)، لفترات زمنية مختلفة ( من سنتين وحتى 4 سنوات) على عمق 0-30سم ومعاملة تسميد معدني وأخرى شاهد بدون تسميد. بهدف دراسة تأثير استمرار إضافة كمبوست قمامة المدن في بعض الخواص الكيميائية للتربة والمحتوى من بعض العناصر الثقيلة (Cd,Cr,Pb). أظهرت النتائج أن استمرار إضافة كمبوست القمامة أثرت على مجمل الخواص الكيميائية للتربة بتناسب طردي مع مدة الإضافة، حيث أدت إضافة الكمبوست إلى انخفاض ظاهري في درجة تفاعل التربة، وارتفاع قيمة الناقلية الكهربائية للتربة، وازدياد نسبة المادة العضوية والسعة التبادلية الكاتيونية للتربة ومحتواها من العناصر (N,P,K). كما أدت إلى ارتفاع المحتوى الكلي للتربة من المعادن الثقيلة (Cd,Cr,Pb)، لكنها بقيت دون الحدود المسموح بها في التربة بحسب المواصفات القياسية السورية.

**كلمات مفتاحية:** البيوت المحمية، كمبوست قمامة المدن، خواص كيميائية، معادن ثقيلة.

\* قسم التربة واستصلاح الأراضي - كلية الهندسة الزراعية - جامعة حمص.

## The Effect of Using City Garbage Compost on Some Chemical Properties in The Soil and It,s Content of Some Heavy Metals in Green Houses

**\*Dr. Saffa'a Kassem**

### **Abstract**

This research was conducted in 2023c, at AL-Hada -Tartous Governorate, Samples of soils was taken from depth (0- 30)cm, from greenhouses was fertilized with city garbage compost(The compost of garbage was used in the solid waste treatment plant in Tartous) for different time periods(from 2 to 4 years).The objective of this research is study the effect of continuous addition of city garbage compost on some chemical properties in the soil and it,s content of heavy metals (Cd,Cr,Pb) .

The results showed that the continuous addition of city garbage compost affected the total chemical properties of the soil, in line with the time periods. The continuous addition of city garbage compost resulted in an apparent decrease in the pH of soil. The value of the electrical conductivity of soil, ratio of organic matter, cation exchange capacity , and soil content of fertilizer elements (N,P,K) increased with the continuous addition.

The addition of city garbage compost was a cause of high soil content of heavy metals (Cd,Cr,Pb) but it remained below the limits allowed in the soil according to Syrian standards.

**Key words:** Greenhouses, City garbage compost, chemical properties, Heavy metals.

---

\* Department of Soil and Lands Reclamation - Faculty of Agriculture Engineering –Homs-University.

### 1- المقدمة:

ازدادت أهمية إنتاج الخضروات في المحميات الزراعية لتلبية الطلب العالمي المتزايد على الغذاء، حيث يُحسّن هذا النظام كفاءة استخدام الأراضي وجودة المنتجات مع الحفاظ على الموارد الحيوية كالمياه والمغذيات[19]. ففي ظل التحديات العالمية كتغير المناخ وزيادة الطلب على الغذاء، تلعب زراعة البيوت المحمية دورًا حاسمًا في تعزيز الأمن الغذائي بشكل مستدام[28,31]. من خلال زيادة إنتاجية وحدة مساحة، وتحسين جودة المنتجات، وتمكين الإنتاج خارج الموسم مع الحد من مخاطر الظروف المناخية المعاكسة والآفات والأمراض[17]. أظهرت الدراسات أن الزراعة طويلة الأمد في البيوت المحمية غالبًا ما تؤدي إلى زيادة حموضة وملوحة التربة، واختلال توازن العناصر الغذائية[33]. كما أن الإفراط في استخدام الأسمدة والري دون غسل كافٍ قد يُسبب تراكم الأملاح الذائبة والنترات، مما يؤثر سلبيًا على بنية التربة من خلال تشتيت تجمعات التربة وتقليل نفاذيتها[25]. بالإضافة إلى ذلك، استنزاف المادة العضوية في التربة، مما يُقلل من استقرار التجمعات ويزيد من خطر الانضغاط [34]. وتشير الأبحاث التي أُجريت في الصين، حيث ينتشر إنتاج الخضراوات في البيوت المحمية، إلى أن الممارسات المستدامة، مثل المُحسنات العضوية، ودورة المحاصيل، والإدارة المُتكاملة للمغذيات، ضرورية للحفاظ على صحة التربة في أنظمة البيوت المحمية[20]. فبينما تعمل البيوت المحمية على تعزيز الإنتاجية، فإن الإدارة الدقيقة ضرورية لمنع تدهور التربة، الأمر الذي ولد آراء تنادي بالعودة إلى استخدام المواد الصديقة للبيئة في النظم الزراعية الحديثة لإنتاج نباتات خالية من المواد الكيميائية الزراعية مع المحافظة على البيئة وعلى صحة الإنسان[1]، يأتي في مقدمة هذه الآراء إدارة مخلفات قمامة المدن، المتوفرة بكميات كبيرة وأسعار منخفضة مقارنة مع المخلفات التقليدية، وأصبحت تشكل مشكلة بيئية كبيرة نتيجة رميها في العراء أو مدافن القمامة وبالتالي في الترب الزراعية والمجاري المائية[13].

يعد الكمبوست مادة عضوية ثابتة تنتج عن تخمير المخلفات العضوية تحت ظروف متحكم بها[30]. ينتج اعتباراً من أنواع مختلفة من المخلفات العضوية كبقايا الأنواع النباتية وبقايا

المطابخ وكنس الشوارع وما تطرحه أسواق الخضار ومعامل تصنيع الأغذية إلى جانب البقايا الحيوانية ومخلفات عصر الزيتون كالتفل وقمامة المدن [8,9].

إن إعادة تدوير القمامة واستعمال السماد العضوي الناتج عنها في الزراعة أصبح من الخيارات الشائعة في معظم الدول لما لها من فوائد اقتصادية عدا عن كونها طريقة آمنة للتخلص من النفايات الصلبة وحماية البيئة [16]. يعد كمبوست قمامة المدن مخصباً طبيعياً للتربة، وينتج عن التحلل البيولوجي للجزء العضوي من القمامة، ويتميز باحتوائه على مزيج من العناصر الغذائية [29].

وجد الباحثون أن استخدام كمبوست قمامة المدن أدى إلى تحسن ملحوظ في مواصفات التربة وخفض جيد في استهلاك مياه الري بنسبة 30% [6]، حيث يؤدي خلط التربة بالكمبوست إلى زيادة محتواها من الكربون العضوي [7,15]، وفي تجارب أخرى أدى استخدام كمبوست القمامة إلى ازدياد محتوى التربة من المادة العضوية بمقدار 7%، وسعة التبادل الكاتيوني 36%، وارتفع محتوى التربة من الأزوت الكلي والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم والصوديوم [5]. وأشارت الدراسات إلى توفر مستمر للفسفور القابل للإفادة في التربة بعد الاستخدام طويل المدى للمخلفات العضوية، بشكل عام، ومنها كمبوست القمامة المنزلية في التربة [24].

بيّنت الأبحاث أن استعمال كمبوست القمامة كسماد عضوي حقق زيادة في محتوى التربة من المادة العضوية بنحو 42%، إضافة إلى زيادة محتواها من البوتاسيوم الذائب والفسفور [2]. كما أن إضافة مستويات مرتفعة من كمبوست القمامة ذي المحتوى المنخفض من المعادن الثقيلة لم تؤد إلى تراكم المعادن الثقيلة في التربة بما يتجاوز الحد الآمن [4]، إلا أنه من الواجب عند استخدام القمامة لإنتاج السماد العضوي التأكد من الخواص الكيميائية للمخلفات لاسيما محتواها من المعادن الثقيلة ومراقبة تراكم هذه المواد في التربة عند الاستخدام طويل المدى [26].

لوحظ حصول زيادة كبيرة في محتوى التربة من المادة العضوية والأزوت الكلي والبوتاسيوم والفسفور عند معاملة التربة بمخلفات القمامة العضوية الصلبة، وتزداد هذه الفعالية عند خلط

الكمبوست بسماد اليوريا [18]. كما أدت إضافة كمبوست القمامة إلى تربة زرعت بنبات الذرة الصفراء والفاصولياء إلى زيادة معنوية في الإنتاج وحجم البذور، وكانت فترة النمو أقصر، وازداد محتوى التربة السطحية من مجمل العناصر المغذية [32].

أدت إضافة المخلفات العضوية ومنها كمبوست القمامة إلى انخفاض طفيف في درجة تفاعل التربة، كما ازدادت قيمة الناقلية الكهربائية للتربة، وارتفعت السعة التبادلية الكاتيونية، كذلك ازداد محتوى التربة من العناصر الغذائية (N,P,K)، كما ازداد محتوى التربة الكلي من المعادن الثقيلة، لكنها بقيت دون الحدود المسموح بها في التربة بحسب المعايير السورية [5,10].

## 2- أهداف البحث:

يطبق في البيوت المحمية زراعة محصول واحد مما يجهد الارض ويخفض من محتوى العناصر الغذائية مما يؤدي إلى انخفاض الإنتاجية، فمن أجل تعويض النقص الحاصل في العناصر الغذائية يتم إضافة كميات كبيرة من الأسمدة المعدنية والعضوية مما يسبب تلوث التربة وتدهورها وتلوث المياه.

إن إعادة تدوير القمامة واستعمال السماد العضوي الناتج عنها في الزراعة ذات فائدة مزدوجة، فهي توفر بديلاً اقتصادياً للأسمدة التقليدية وفي ذات الوقت تؤمن حلاً بيئياً لمشكلة التلوث. من هنا تأتي أهمية هذا البحث الذي يهدف إلى دراسة تأثير استمرار إضافة كمبوست قمامة المدن في ظروف الزراعة المحمية، في:

- بعض الخواص الكيميائية للتربة ومحتواها من العناصر المغذية (N,P,K).
- محتوى التربة من بعض العناصر الثقيلة (Cd,Cr,Pb).

## 3- مواد وطرائق البحث:

### 3-1- الموقع:

نفذت هذه الدراسة في قرية الهدة في مدينة طرطوس، تقع القرية في ريف الدريكيش بمحافظة طرطوس، جنوب سهل عكار وقرب الحدود اللبنانية، على خط طول 36.76 وخط عرض 34.53، على ارتفاع (360-645) م، تقع ضمن منطقة الاستقرار الأولى، تتميز بشتاء

تأثير استخدام كمبوست قمامة المدن في بعض الخواص الكيميائية للتربة ومحتواها من بعض العناصر الثقيلة في ظروف البيوت المحمية

ماطر معتدل الحرارة وصيف جاف ورطوبة جوية عالية في معظم أوقات السنة، ويبلغ المعدل السنوي للهطول 865 مم معظمها في أشهر كانون الأول والثاني وشباط. يبين الجدول رقم (1) و رقم (2): بعض الخصائص الأساسية للتربة قبل الزراعة

جدول (1) : بعض الخواص الفيزيائية للتربة قبل الزراعة:

القوام (Texture)	%			العمق (سم)
	Clay	Silt	Sand	
طيني	52	28	20	30-0

جدول (2): بعض الخواص الكيميائية والخصوبية للتربة قبل الزراعة

N %	K PPm	P ppm	كلس فعال %	CaCO <sub>3</sub> %	OM %	CEC meq/100gr	EC dS/m	PH
0.119	201.4	19.83	آثار	0.3	2.02	70.8	1.18	7.56

يلاحظ من الجدولين (1و2) أن تربة منطقة الدراسة ذات قوام طيني، ودرجة تفاعلها قريبة من التعادل وذات سعة تبادلية كاتيونية عالية جداً نتيجة غناها بمعادن الطين، وغير كلسية كونها فقيرة جداً بالكربونات والكلس الفعال، إضافة إلى المحتوى العالي من البوتاسيوم المتبادل والجيد من الفوسفور القابل للإفادة والمحتوى المتوسط من الأزوت الكلي.

### 3-2- أخذ العينات وتجهيزها:

تم أخذ عدة عينات ترابية من البيوت المحمية المزروعة بنبات الفليفلة في منطقة الدراسة، حيث يستخدم كمبوست القمامة في تسميد هذه البيوت وذلك لفترات زمنية مختلفة، كما أخذت عينات ترابية من بيوت محمية أضيف لها سماد معدني فقط، بالإضافة لشاهد غير مضاف له أي سماد، كما هو موضح بالجدول (3)، يعبر عن الخواص الأساسية للتربة في تلك المنطقة وذلك على عمق (30-0) سم.

الجدول (3) المعاملات المستخدمة في الدراسة

المعاملة	رمز المعاملة	مدة استخدام الكمبوست
شاهد	S0	غير مضاف كمبوست ولا سماد معدني
سماد معدني	M	سماد معدني فقط
كمبوست 2	S2	تربة مضاف لها لسنتين متتاليتين
كمبوست 3	S3	تربة مضاف لها لـ 3 سنوات متتالية
كمبوست 4	S4	تربة مضاف لها لـ 4 سنوات متتالية

تم الحصول على كمبوست القمامة المستخدم في تسميد البيوت المحمية من معمل معالجة النفايات الصلبة في منطقة الهدة في طرطوس. أضيف سماد كمبوست القمامة بمعدل  $2\text{ م}^3$  للبيت المحمي الواحد الذي مساحته  $200\text{ م}^2$ .  
يبين الجدولان (4 و 5) بعض الخواص الكيميائية لكمبوست القمامة المستخدم في التسميد ومحتواه من بعض المعادن الثقيلة.

الجدول (4)، المواصفات الكيميائية لكمبوست القمامة المستخدم:

K %	P %	N %	OC %	OM %	C/N	EC dS/m	pH
0.84	0.35	1.56	20.47	35.57	13/1	0.38	7.7

نلاحظ من الجدول أن كمبوست القمامة المستخدم حقق قيمة pH معتدلة (7.7). وتمتع الكمبوست بدرجة ملوحة منخفضة، أما نسبة C/N فقد كانت منخفضة وربما يعود هذا الانخفاض إلى فقد الكربون على شكل غاز  $\text{CO}_2$  مع بقاء الأزوت مرتبطاً بالمادة العضوية وكانت النسبة أقل من 20:1، كما يلاحظ أن نسبة الأزوت عالية جداً الفوسفور والبوتاسيوم كانت جيدة، إضافة لذلك نلاحظ أن نسبة المادة العضوية كانت عالية حيث بلغت 35.57%.

تأثير استخدام كمبوست قمامة المدن في بعض الخواص الكيميائية للتربة ومحتواها من بعض العناصر الثقيلة في ظروف البيوت المحمية

الجدول (5)، محتوى المعادن الثقيلة في الكمبوست المستخدم مقارنة مع المواصفة القياسية السورية 2003-2014 [3]:

Pb (ppm)	Cr (ppm)	Cd (ppm)	
11.31	19.81	2.73	كمبوست القمامة المستخدم
150	150	5	م ق س 2003-2014

نلاحظ من الجدول (5) أن محتوى الكمبوست من المعادن الثقيلة المدروسة (Pb -Cd -Cr) كان منخفضاً ولم تتجاوز قيمه الحدود المسموح بها مقارنة بالمواصفة القياسية السورية لكمبوست قمامة المدن [3].

### 3-3- التحاليل المنفذة:

تم أخذ عينات التربة وأجريت عليها التحاليل التالية [11]:

- التحليل الميكانيكي بطريقة الهيدرومتر [21].
- EC، pH باستخدام جهازي EC meter، pH meter.
- المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة ومعايرة الفائض بكبريتات الحديدوز [22].
- الآزوت الكلي بطريقة كداهل [23].
- الفوسفور القابل للإفادة باستخدام طريقة أولسن [27].
- K، باستخدام جهاز اللهب Flam photometer.
- السعة التبادلية الكاتيونية باستخدام أسيتات الأمونيوم [14].
- المعادن الثقيلة (Pb، Cr، Cd) بعد هضم العينات بالماء الملكي ثم التقدير باستخدام جهاز الامتصاص الذري.

### 3-4- الدراسة الإحصائية:

تم تحليل النتائج المتحصل عليها إحصائياً باستخدام برنامج الـ GenStat ، و حساب قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى دلالة قدره 5% .

#### 4- النتائج والمناقشة:

كان لاستمرار إضافة كمبوست قمامة المدن لفترات زمنية تأثير متباين على مجمل الخواص الكيميائية للتربة في البيوت المحمية المزروعة، كما تبين النتائج الآتية:

#### 4-1- درجة الحموضة والناقلية الكهربائية:

يبين الجدول (6) تأثير المعاملات المدروسة في درجة التفاعل والناقلية الكهربائية للتربة.

الجدول (6)، تغير قيم pH و EC في معاملات التربة: \*

المعاملة	pH	EC (dS/m)
S0 شاهد	7.56 <sup>a</sup>	1.17 <sup>e</sup>
M سماد معدني	7.49 <sup>ab</sup>	1.21 <sup>d</sup>
S2 كمبوست 2	7.54 <sup>a</sup>	1.31 <sup>c</sup>
S3 كمبوست 3	7.52 <sup>a</sup>	1.62 <sup>b</sup>
S4 كمبوست 4	7.51 <sup>a</sup>	1.83 <sup>a</sup>
LSD (0.05)	0.0064	0.0084

\* تشير الأحرف المتشابهة في كل عمود إلى أن الفروق بين الأرقام غير معنوية.

تبين النتائج في الجدول (6) أن استمرار إضافة كمبوست القمامة أدت إلى انخفاض رقم pH التربة ظاهرياً مقارنة بالشاهد والتسميد المعدني، ويزداد الانخفاض مع استمرار الاستخدام في السنوات اللاحقة، وكان الانخفاض الأكبر بالسنة الرابعة، ويعود سبب هذا الانخفاض إلى كون المادة العضوية تزيد من القدرة التنظيمية للتربة خاصة في الترب الفقيرة بالكربونات، إضافة إلى السعة التبادلية العالية أساساً للتربة التي تزيد مقاومة التربة للتغيرات الحادة الطارئة في رقم الحموضة وهذا يتفق مع عدة دراسات سابقة [5,10].

ارتفعت الناقلية الكهربائية للتربة ارتفاعاً معنوياً نتيجة استمرار إضافة كمبوست القمامة الجدول (6)، وكانت إضافة كمبوست القمامة في السنة الرابعة ذات أثر أكبر مقارنة مع الشاهد والسماد المعدني، وتتوافق هذه النتيجة مع دراسات تشير إلى أن إضافة كمبوست القمامة ترفع الناقلية الكهربائية للتربة [7].

تأثير استخدام كمبوست قمامة المدن في بعض الخواص الكيميائية للتربة ومحتواها من بعض العناصر الثقيلة في ظروف البيوت المحمية

#### 4-2- المادة العضوية والسعة التبادلية الكاتيونية:

الجدول (7)، يبين تأثير المعاملات المستخدمة في نسبة المادة العضوية والسعة التبادلية الكاتيونية في التربة

المعاملة	CEC (meq/100 gr)	OM %
S0 شاهد	70.8 <sup>e</sup>	1.92 <sup>c</sup>
M سماد معدني	72.3 <sup>d</sup>	1.91 <sup>c</sup>
S2 كمبوست 2	83.2 <sup>c</sup>	3.92 <sup>b</sup>
S3 كمبوست 3	88.5 <sup>b</sup>	4.82 <sup>ab</sup>
S4 كمبوست 4	91.9 <sup>a</sup>	5.64 <sup>a</sup>
LSD (0.05)	0.1031	1.021

\* تشير الأحرف المتشابهة في كل عمود إلى أن الفروق بين الأرقام غير معنوية. ازداد محتوى التربة من المادة العضوية نتيجة الاستخدام المتتالي لكمبوست القمامة وكانت الزيادة متناسبة طردياً مع استمرار الاستخدام، وحقت السنة الرابعة من الاستخدام الزيادة الأعلى في نسبة المادة العضوية مقارنة بالشاهد، مع عدم وجود فروق معنوية مع السنة الثالثة كما هو واضح في الجدول (7)، وهذا يتفق مع الدراسات السابقة التي تؤكد أن هذه الزيادة في نسبة المادة العضوية مؤقتة تتراجع مع الزمن بسبب تمعدن المادة العضوية، وبالتالي لا بد من إمداد التربة بالكمبوست بشكل مستمر للحفاظ على نسبة ملائمة من المادة العضوية في التربة [4,7]. يبين الجدول (7) ارتفاع السعة التبادلية الكاتيونية للتربة بتناسب طردي مع زيادة نسبة المادة العضوية نتيجة إضافة الكمبوست للتربة ويزيادة معنوية مقارنة مع الشاهد، وقد تفوقت معاملة استخدام كمبوست القمامة في السنة الرابعة الحمأة على بقية المعاملات بفارق معنوي بسبب إضافتها العالية من المادة العضوية، وتتوافق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه العديد من الدراسات [10]. حيث أدت زيادة نسبة المادة العضوية في التربة إلى ارتفاع واضح في السعة التبادلية الكاتيونية للتربة نتيجة الدور الكبير الذي يقدمه الدبال في التربة.

#### 4-3- العناصر الغذائية NPK:

الجدول (8)، يبين تأثير المعاملات المستخدمة في العناصر الغذائية N P K:

المعاملة	K (ppm)	P (ppm)	N %
S0 شاهد	200.3 <sup>e</sup>	19.59 <sup>e</sup>	0.124 <sup>e</sup>
M سماد معدني	234.6 <sup>c</sup>	26.86 <sup>a</sup>	0.182 <sup>a</sup>
S2 كمبوست 2	221.9 <sup>d</sup>	20.74 <sup>d</sup>	0.129 <sup>d</sup>
S3 كمبوست 3	238.7 <sup>b</sup>	20.81 <sup>c</sup>	0.137 <sup>c</sup>
S4 كمبوست 4	271.1 <sup>a</sup>	21.74 <sup>b</sup>	0.156 <sup>b</sup>
LSD (0.05)	0.0842	0.01031	0.001684

\* تشير الأحرف المتشابهة في كل عمود إلى أن الفروق بين الأرقام غير معنوية. أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (8) ارتفاعاً معنوياً في محتوى التربة من العناصر الغذائية (N,P,K) مقارنة بالشاهد، عند استخدام كمبوست القمامة في تسميد التربة، ويمكن تفسير هذه النتيجة بارتفاع محتوى كمبوست القمامة المضاف من هذه العناصر [7,10].

أدت إضافة كمبوست القمامة إلى ارتفاع محتوى التربة من الأزوت بشكل معنوي مقارنة بالشاهد الجدول(8)، حيث كان الارتفاع متناسباً طردياً مع مدة الإضافة، ولكن تفوقت معاملة التسميد المعدني على باقي المعاملات المدروسة، وقد يكون السبب هو طبيعة إضافة الأسمدة في البيوت المحمية.

يبين الجدول(8) ارتفاع تركيز الفوسفور المتاح في التربة بتناسب طردي مع استمرار استخدام كمبوست القمامة وزيادة معنوية مقارنة مع الشاهد، وقد تفوقت معاملة التسميد المعدني على بقية المعاملات بفارق معنوي بسبب محتواها العالي من الفوسفور مقارنة بالكمبوست المستخدم، وتتوافق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه العديد من الدراسات [4,5].

بدورها ارتفعت نسبة البوتاسيوم المتاح في التربة ارتفاعاً معنوياً نتيجة الإضافات المستمرة من كمبوست القمامة وكانت إضافة كمبوست القمامة في السنة الرابعة ذات أثر أكبر مقارنة مع الشاهد والتسميد المعدني، وتتوافق هذه النتيجة مع دراسات تشير إلى أن إضافة الكمبوست ترفع محتوى التربة من البوتاسيوم [5,10].

تأثير استخدام كمبوست قمامة المدن في بعض الخواص الكيميائية للتربة ومحتواها من بعض العناصر الثقيلة في ظروف البيوت المحمية

#### 4-4- المعادن الثقيلة:

الجدول (9)، يبين تأثير المعاملات المدروسة في محتوى المعادن الثقيلة في عينات التربة: \*

Pb ppm	Cr ppm	Cd ppm	المعاملة
0.55 <sup>d</sup>	1.06 <sup>c</sup>	0.003 <sup>c</sup>	S0 شاهد
0.56 <sup>d</sup>	1.06 <sup>c</sup>	0.005 <sup>c</sup>	M سماد معدني
1.69 <sup>c</sup>	1.27 <sup>b</sup>	0.091 <sup>b</sup>	S2 كمبوست 2
1.78 <sup>b</sup>	1.37 <sup>a</sup>	0.094 <sup>b</sup>	S3 كمبوست 3
1.84 <sup>a</sup>	1.41 <sup>a</sup>	0.130 <sup>a</sup>	S4 كمبوست 4
<b>0.03429</b>	<b>0.0928</b>	<b>0.00749</b>	<b>LSD (0.05)</b>
<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>م ق س 2002/2665</b>

\* تشير الأحرف المتشابهة في كل عمود إلى أن الفروق بين الأرقام غير معنوية. بينت النتائج أن إضافة الكمبوست سببت زيادة بسيطة في محتوى التربة من المعادن الثقيلة نتيجة لاحتواء هذه المخلفات على تراكيز أعلى من هذه المعادن مقارنة بالتربة، حيث تحتوي القمامة على الكثير من الملوثات كالبقايا الصناعية والبطاريات وغيرها من المخلفات التي تدخل المعادن الثقيلة في تركيبها والتي لم يتم التخلص منها نهائياً، ورغم هذا الارتفاع فقد بقيت تراكيز المعادن الثقيلة المدروسة في التربة أقل من الحدود المسموح بها في التربة حسب المعايير القياسية السورية [12]، وهذا ما بينته الأبحاث التي درست تراكم المعادن الثقيلة في التربة نتيجة استخدام كمبوست القمامة، مما قد يساعد على إمكانية استمرار استخدامه بشكل طويل الأمد دون الخوف من حدوث تلوث للتربة [7,10].

يلاحظ من الجدول (9) أن تركيز الكاديوم الكلي ارتفع من 0.003 إلى 0.130 ppm في السنة الرابعة من استمرار إضافته، كما ارتفع تركيز الكاديوم الكلي مع زيادة مدة الإضافة وكانت الزيادة معنوية مقارنة مع الشاهد وهذا يتفق مع نتائج الأبحاث [4,5].

ارتفع تركيز الكروم الكلي في معاملات التربة التي أضيف إليها كمبوست القمامة ارتفاعاً معنوياً مقارنة مع الشاهد، رغم هذا الارتفاع فقد بقي محتوى التربة من الكروم الكلي منخفضاً جداً مقارنة مع الحدود المسموح بها حسب المعايير السورية وهو يوافق ما تمّ التوصل إليه في عدة أبحاث [10].

يظهر الجدول (9) ارتفاع تركيز الرصاص الكلي في معاملات التربة التي أضيف إليها كمبوست القمامة ارتفاعاً معنوياً مقارنة مع الشاهد، فقد ارتفع تركيز الرصاص الكلي من 0.55 ppm في الشاهد إلى 1.84 ppm في السنة الرابعة من الإضافة، ورغم هذا الارتفاع فقد بقي محتوى التربة من الرصاص الكلي منخفضاً جداً مقارنة مع الحدود المسموح بها حسب المعايير السورية وهذه النتائج متفقة مع دراسات عدة [7,10].

#### 5- الاستنتاجات والمقترحات:

أدى استخدام كمبوست قمامة المدن إلى التأثير على مجمل الخواص الكيميائية المدروسة للتربة في البيوت المحمية، حيث تم التوصل إلى النتائج التالية:

1- انخفضت درجة تفاعل التربة ظاهرياً ولكنها بقيت قريبة للتبادل، وكان الانخفاض متناسب مع مدة الإضافة.

2- ارتفعت قيمة الناقلية الكهربائية ونسبة المادة العضوية والسعة التبادلية الكاتيونية في التربة ومحتوى التربة من العناصر الغذائية (N,P,K) ارتفاعاً معنوياً متناسب طردي مع مدة الإضافة نتيجة إمداد التربة بالمادة العضوية عند الإضافة المستمرة لكمبوست القمامة.

3- أدت إضافة كمبوست القمامة إلى ارتفاع محتوى التربة الكلي من المعادن الثقيلة، لكنها بقيت دون الحدود المسموح بها في التربة بحسب المواصفات القياسية السورية.

واستناداً إلى النتائج السابقة نقترح التالي:

1- إمكانية استخدام كمبوست القمامة كبديل اقتصادي للأسمدة التقليدية في تحسين الخصائص الكيميائية للتربة.

تأثير استخدام كمبوست قمامة المدن في بعض الخواص الكيميائية للتربة ومحتواها من بعض العناصر الثقيلة في ظروف البيوت المحمية

---

- 2- يجب إجراء الاختبارات الدورية لمواصفات كمبوست القمامة وخاصة المتعلقة بمحتواه من المعادن الثقيلة حتى لا ينتج عن استمرار استخدامه أي آثار سلبية.
- 3- إجراء المزيد من الأبحاث التي تتناول استخدام كمبوست القمامة في الزراعة المحمية، بظروف تربة ونباتات مختلفة.

6- المراجع:

6-1- المراجع العربية:

- 1) البلخي، أكرم. 2005. دراسة تفاعلات بعض المواد العضوية الطبيعية والمنتجة ومعقداتها وفعاليتها في تخصيب التربة وإنتاجية المحاصيل. أطروحة دكتوراه - كلية الزراعة، جامعة دمشق.
- 2) المغربي، نجيب. 2016. تأثير التسميد العضوي والمعدني على بعض خواص التربة ومحتوى نبات الذرة الرفيعة من بعض العناصر الغذائية. مجلة الإسكندرية للتبادل العلمي، 2016.
- 3) المواصفة القياسية السورية لكمبوست قمامة المدن، 2003-2014.
- 4) الناعمة، سهى. 2012. تأثير إضافة مستويات مختلفة من سماد كمبوست قمامة المدن في بعض الخصائص الكيميائية لترب من مناطق شرقي وغربي حمص. رسالة ماجستير في قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سوريا.
- 5) النقري، توفيق. 2020. تأثير إضافة كمبوست قمامة المدن وتقل الزيتون وحمأة الصرف الصحي في الخواص الخصوبية للتربة وإنتاجية نبات الذرة الصفراء في الغوطة الشرقية (قرية كفرين). أطروحة دكتوراه في قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سوريا.
- 6) بلدية، رياض وزحلان، رهام. 2015. دراسة تأثير بعض المحسنات العضوية ومستويات الري في إنتاجية التربة الطينية وبعض خواصها الفيزيائية. المجلة الأردنية للعلوم الزراعية، المجلد 11، العدد 1، ص (265 - 278).
- 7) حرفوش، شفق. 2023. دراسة تطبيقية عن تجربة المزارعين في استخدام كمبوست القمامة في طرطوس وترشيد استخدامه في إنتاج وتربية الباذنجان. مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الهندسية، المجلد 7، العدد 7.

- 8) حميد، محمود. 2005. إمكانية الحصول على منتجات صديقة للبيئة من مخلفات عصر الزيتون، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 21، العدد 2، الصفحات: 113 - 124.
- 9) دالي، يائل. 2011. إنتاج السماد العضوي (الكمبوست) بتخمير بعض المخلفات الزراعية المختلفة. رسالة ماجستير في قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة، كلية الزراعة، جامعة دمشق.
- 10) رمضان، علي. 2019. تأثير استخدام مستويات مختلفة من المخلفات العضوية (حمأة - كمبوست - سماد بلدي) في تحسين بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة الطينية في منطقة سهل عكار. أطروحة دكتوراه في قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سوريا.
- 11) عودة، محمود وشمشم، سمير. 2007. خصوبة التربة وتغذية النبات، الجزء العملي. كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سوريا.
- 12) هيئة المواصفات والمقاييس السورية. 2002. إعادة الاستخدام الآمن للحمأة الناتجة عن محطات المعالجة، المواصفة القياسية 2665، وزارة الصناعة، دمشق، سوريا.

2-6- المراجع الأجنبية:

- 13) Alvarenga, P., Farto, M., Mourinha, C. and Palma, P. **2016**. Beneficial Use of Dewatered and Composted Sewage Sludge as Soil Amendments: Behaviour of Metals in Soils and Their Uptake by Plants. Waste and Biomass Valorization, October 2016, Volume 7, Issue 5, pp 1189 - 1201.
- 14) Chapman, H. D. **1965**. Cation exchange. In: Methods of soil analysis, (Ed. Black, C. A.), America soil of Agronomy Monograph, 9(2): 891- 901.
- 15) Delibacak, S., Okur, B. and Ongun, A. R. **2009**. Effects of treated sewage sludge levels on temporal variation of some soil properties of a typic xerofluent soil in menmen plain. Western Anatolia. Turkey.
- 16) Di Giacomo, A., Wu, D. W. L., Lenkic, P., Fraser, B., Zhao, J. and Kingstone, A. **2017**. Convenience improves composting and recycling rates in high-density residential buildings. Journal of Environmental Planning and Management, Published online: 12 Apr 2017. Pages 1 – 23.
- 17) FAO. **2017**. Protected Cultivation: Strategies for Sustainable Intensification of Horticulture in Asia. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- 18) Geehan, S. L. Mc. **2012**. Impact of Waste Materials and Organic Amendments on Soil Properties and Vegetative Performance. Hindawi Publishing Corporation, Applied and Environmental Soil Science, Volume 2012, Article ID 907831, 11 pages. doi:10.1155/2012/907831.
- 19) Gruda, N. **2005**. Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. Critical Reviews in Plant Sciences, 24(3), 227–247. DOI: 10.1080/07352680591008628
- 20) Guo, L., Wu, G., Li, Y., Li, C., & Chen, F. **2016**. Sustainable greenhouse vegetable production through integrated management of soil, nutrients, and water: A review. Agricultural Sciences, 7(12), 1101–1110.

- 21) Gupta, P. K. **2000**. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios (India), Jodhpur, New Delhi, India. p.438
- 22) Jackson, M. L. **1958**. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- 23) Kjeldahl, J. **1883**: Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoff s in organischen Körpern. Z. Anal. Chem. 22: 366 – 382.
- 24) Lemming, C., Oberson, A., Magid, J., Bruun, S., Scheutz, C., Frossard, E. and Jensen, L. S. **2019**. Residual phosphorus availability after long-term soil application of organic waste. Agriculture, Ecosystems & Environment, Volumes 270 – 271, 1 February 2019, Pages 65 – 75.
- 25) Li, S., Li, T., Liang, W., & Zhang, X. **2020**. Greenhouse vegetable cultivation in China promotes soil salinization and acidification: Status, causes and management strategies. Soil and Tillage Research, 203, 104674.
- 26) Mashi, S. A., Yaro, A. and Yakubu, S. **2014**. Evaluation of chemical condition of municipal solid waste being used in soil fertility maintenance in Zaria, Nigeria. European Scientific Journal, February 2014 edition vol. 10, No. 5 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857 - 7431.
- 27) Olsen, R. S., Cole, C. V., Watanabe, F. S. and Dean, L. A. **1954**. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular No. 939.
- 28) Savvas, D., & Gruda, N. **2018**. Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry – a review. European Journal of Horticultural Science, 83(5), 280–293.
- 29) Schoenherr, J. I. **2008**. Landfill research – A subject research at Zittau peat natural products research institute. Oral presentation, scientific meeting on soil development, University of Paraha.

- 30) Tiquia, S. M., Wan, J. H. C. and Tam, N. F. Y. **2002**. Microbial population dynamics and enzyme activities during composting. *Compost sci. util.* 10, 150 – 161.
- 31) Tzortzakis, N., & Economakis, C. **2021**. Protected cultivation of vegetables under changing climate conditions: A review. *European Journal of Horticultural Science*, 86(2), 97–109. DOI: 10.17660/eJHS.2021/86.2.5
- 32) Van Haute, J. **2014**. Evaluation of the effects of compost on soil properties performance and yield of Maize and beans in Kenya. Master thesis in Life Sciences: Agricultural and Horticulture (Tropical Plant Production), Faculty of Bioscience Engineering, University of Ghent, Netherlands.
- 33) Zhang, S., Li, Q., Zhang, X., Wei, K., & Chen, L. **2017**. Effects of long-term intensive greenhouse vegetable cultivation on soil physical properties and their relationships with soil organic carbon. *Soil and Tillage Research*, 166, 18–25.
- 34) Zhao, X., Zhang, M., Zhang, H., & Li, Y. **2019**. Effects of greenhouse vegetable production on soil physical and chemical properties in Eastern China. *Pedosphere*, 29(4), 570–579.

تأثير استخدام كمبوست قمامة المدن في بعض الخواص الكيميائية للتربة ومحتواها من بعض العناصر الثقيلة في ظروف البيوت المحمية

---