# تأثير حمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدن في محتوى التربة ومحصول القمح شام3 من الكروم والكادميوم والرصاص (pb ,Cd ,Cr)

**أكرم محمد البلخي***

**الملخص**

نُفذت هذه الدراسة خلال العام 2018/2017 في تجربة أصص لتربة كلسية مزروعة بالقمح في كلية الزراعة بأبي جرش، لمعرفة تأثير حمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدن في محتوى التربة ونبات القمح شام3 من العناصر الثقيلة (Cr وCdو pb ). استخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاثة مكررات لكل معاملة وتم توصيف التربة وحمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة مدينة دمشق كيميائياً وخصوبياً ومحتواها من العناصر الثقيلة (Cr وCd و pb ).

أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين معاملة حمأة الصرف الصحي بالمعدل الثاني مقارنة بكومبوست قمامة مدينة دمشق والشاهد في محتوى التربة من Cr وCd و pb (المتاحة والكلية) حيث بلغت كمية كل من Cr وCd و pb المتاحة في التربة في معاملة حمأة الصرف الصحي بالمعدل الثاني (2.75 و0.45 و 5.14 ) مغ/كغ وبالترتيب السابق ذاته، وبلغت الكمية الكلية لهذه العناصر (19.10 و1.69 و60.11) مغ/كغ في كل من Cr، Cd وpb على الترتيب.

أظهرت معاملة حمأة الصرف الصحي بالمعدل الثاني فروقاً معنوية في محتوى القش والحبوب منCr ، Cd وpb مقارنة بالشاهد والمعاملات الأخرى حيث بلغت كمية Cr، Cd

* أستاذ مساعد، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

و pb في الحبوب (0.71 و0.35 و0.84 ) مغ/كغ بينما كانت في القش (4.15 و1.49 و 6.14) مغ/كغ، وتراكما لعنصر الكادميوم Cd زائداً عن الحد المسموح به.

**الكلمات المفتاحية:** حمأة الصرف الصحي، كومبوست قمامة المدينة، ، العناصر الثقيلة، القمح.

# Effect of sewage sludge and city waste compost on content of soil and wheat (sham3)of Cr,Cd, pb.

**Akram Mohammed Al Balkhi** *


## Abstract

This study was carried out in 2017/2018 in pot experiment of calcareous soil planted with wheat at the Faculty of Agriculture in Aby Jarash, in order to study effect of sewage sludge and city waste compost on content of soil and wheat (sham 3) of Cr, Cd and pb.

Randomly Complete Block design has been used with three replicates for each treatment then the soil was characterized by determining their physical and chemical properties, as well as sewage sludge and city waste compost by identifying some of its chemical and fertility properties and the content of Cr, Cd and pb.

The results showed that there were significant differences between the sewage sludge treatment(2) compared to city waste compost treatment and blank in content of soil of Cr, Cd and pb (available and total), so the available quantities of Cr, Cd and pb in soil in sewage sludge treatment(2) were (2.75, 0.45, 5.14) mg/kg respectively. and the total quantities of Cr, Cd and pb were (19.10, 1.69, 60.11) mg/kg respectively. Sewage sludge treatment(2) showed significant differences in the content of Straw and grains of Cr, Cd and pb compared to blank and other treatments, so the Cr, Cd and pb quantities in grains were were (0.71, 0.35, 0.84) mg/kg respectively. And in straw were (4.15, 1.49, 6.15) mg/kg respectively, and accumulation of Cd .


**Keywords**: sewage sludge, city waste compost, heavy metals, wheat.

*Assistant Prof Dr., Faculty of Agriculture, Damascus Univ.

**مقدمة:**

تعد « الحمأة» من أهم المنتجات الثانوية الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي، كما يعد كومبوست قمامة المدينة من الأسمدة العضوية الناتجة عن التخمر الهوائي للمخلفات العضوية لقمامة المدن، ونتيجة لتزايد عدد السكان أخذت هذه المخلفات في الزيادة عاماً إثر آخر واستعمالها من قبل المزارعين كأسمدة عضوية في الزراعة نظراً لتوفرها ورخصها مقارنة بالأسمدة الكيميائية ولتأثيراتها الملحوظة في زيادة المحصول على الرغم من الأخطار المحتملة على الصحة العامة والبيئة.

أشارت دراسات عدَة حول أهمية استعمال مخلفات حمأة الصرف الصحي المعالجة وكومبوست قمامة المدن في الزراعة، فقد أشار كل من الشاطر (1998) و عودة (2002.)، أن حمأة الصرف تعد مصدراً هاماً للآزوت في التربة حيث أن 40% من الآزوت المستهلك من قبل الانسان من خلال تناوله للمواد الغذائية ينتقل إلى حمأة الصرف الصحي. وذكر Salomons و Förstner، (1995) أنه نتيجة للاستخدام المكثف والمتزايد والعشوائي لمخلفات الصرف الصحي، فإن تراكيز المعادن الثقيلة في التربة تصل إلى مستويات عالية وتعتبر سامة للنباتات وأحياء التربة. وأشار الشاطر (1998) إلى أن حمأة الصرف الصحي تعتبر مصدراً مهماً للمادة العضوية و العناصر المغذية للنبات، لكنها تحتوي على بعض المعادن الثقيلة التي قد تشكل عائقا في الاستخدام الزراعي الواسع لها. وبين Shermati و Verma (2010) أن إضافة حمأة الصرف الصحي لتربتين بمعدل 0 ، 10 ، 30 طن/هكتار مرة واحدة كل أربع سنوات ولمدة 16 سنة لم يرفع محتوى التربة من المعادن الثقيلة وكانت أقل من الحدود المسموح بها عدا النحاس الذي ازداد بصورة ضئيلة وأن محتوى الآزوت الكلي بقي ثابتاً بينما ازداد محتوى الكربون العضوي بمعدل 5–16%. أما فيما يتعلق بكومبوست قمامة المدن، فقد أشار Brown وآخرون (2003) إلى أن إضافة كومبوست قمامة المدن إلى التربة عشوائياً يساهم في زيادة تراكيز العناصر الثقيلة في التربة. وأشار كل من الشاطر والبلخي (2017 ) في دراسة حول تأثير معاملات التسميد في تراكيز

المعادن الثقيلة في التربة والسلق، إلى تفوق معاملة كومبوست قمامة المدن معنوياً في محتوى نبات السلق من الحديد، الزنك، المنغنيز والنحاس على معاملات الشاهد والتسميد المعدني والتسميد المختلط (50% تسميد عضوي + 50% تسميد معدني)، كما أن تراكيز الرصاص، الكادميوم والكروم في السلق لم تتجاوز التراكيز المناسبة لتراكيز العناصر الثقيلة في النبات.

وأشار البلخي (2018) في تجربة لدراسة معدل الاستفادة من الآزوت من حمأة الصرف الصحي مقارنة بكومبوست قمامة مدينة دمشق إلى تفوق حمأة الصرف الصحي في تمعدن الآزوت على كومبوست قمامة مدينة دمشق حيث بلغت نسبة معامل الاستفادة في كل من حمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة مدينة دمشق 60.50 %و 51.51 %على الترتيب.

**مبررات البحث**

تعد الترب السورية عموماً فقيرة بالمادة العضوية، وإن اقتراح مصدراً رخيصاً ومتوفراً لتعويض النقص من خلال حمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدن و بالتالي تحسين الإنتاج كماً و نوعاً يعد أمراً بالغ الأهمية، حيث كانت هذه الدراسة لتوصيف هذه المخلفات ومعرفة الأثر التراكمي للعناصر الثقيلة في التربة والنبات.

**هدف البحث:**

يهدف البحث إلى دراسة تأثير إضافة حمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدن إلى تربة كلسية مزروعة بالقمح شام3، والأثر التراكمي للعناصر الثقيلة في التربة والقش والحبوب.

**مواد البحث وطرائقه:**

**مواد البحث:**

1 . التربة: اختيرت تربة مزرعة كلية الزراعة بأبي جرش وهي تربة كلسية. الجدول(1).

2- حمأة الصرف الصحي: أخذت من محطة معالجة حمأة الصرف الصحي في مدينة حمص وجرى تخميرها مدة ثلاثة أشهر. وجرى إضافتهما بمعدل 20 طن/هكتار.الجدولان (2).

3- كومبوست مخلفات المدينة: أخذ من معمل معالجة قمامة مدينة دمشق في منطقة الجارونية جنوب دمشق.الجدولان (2).

4- يوريا46%N بمعدل 100كغ N/هكتار سوبر فوسفات ثلاثي46% P2O5 بمعدل 80 كغ P2O5/هكتار، سلفات بوتاسيوم 50% بمعدل 80 كغ K2O/ هكتار.

5- أصص بلاستيكية تتسع لـ 2 كغ تربة.

**طرائق البحث:**

1- توصيف فيزياكيميائي وخصوبي للتربة وحمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدينة:

أولاً: التحاليل الفيزيائية والكيميائية للتربة، وشملت: التركيب الميكانيكي، الكثافة الظاهرية، الكثافة الحقيقية، الـpH، الناقلية الكهربائية للأملاح، المادة العضوية بطريقة الأكسدة بديكرومات البوتاسيوم، كربونات الكلسيوم الكلية بجهاز الكالسميتر، الآزوت الكلي بطريقة كلداهل، الفسفور القابل للإفادة حسب جوريه هيبيرت، والبوتاسيوم المتبادل بطريقة أستيات الأمونيوم.

ثانياً: التحاليل الكيميائية والخصوبية لحمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدينة، وشملت: الـpH والـ EC في مستخلص5:1، المادة العضوية بالترميد، الكربون العضوي بالأكسدة بديكرومات البوتاسيوم، الآزوت الكلي بطريقة كلداهل والفسفور الكلي بالترميد ثم القياس بجهاز المطيافية الضوئية و البوتاسيوم الكلي بالترميد ثم القياس بجهاز التحليل باللهب، إضافة لتحديد محتوى حمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدينة من العناصر الثقيلة من خلال الهضم الجاف بالترميد، وإذابتها بحمض الآزوت ومن ثم القياس على جهاز الامتصاص الذري، ومن الضروري الإشارة إلى استخدام الطرائق المذكورة في

Jones وآخرون(2001) والشاطر وآخرون(2009) والزعبي وآخرون (2013) للقيام بمختلف التحاليل والاختبارات على التربة والأسمدة العضوية.

ثالثاً: تقدير محتوى التربة والنبات من الثقيلة Cr و Cd و pb: تم تقدير الشكل المتاح من العناصر الصغرى والثقيلة في التربة عن طريق استخلاصها بDTPA والقياس على جهاز الامتصاص الذري، بينما تقدير الشكل الكلي من هذه العناصر في التربة والنبات من خلال الهضم الجاف بالترميد، وإذابتها بحمض الآزوت ومن ثم القياس على جهاز الامتصاص الذري.

رابعاً: تجربة الأصص:

استخدمت أصص بارتفاع 15 سم وبقطر متوسط 20 سم ويتسع كل منها إلى 2 كغ. وأضيف إلى الأصص حمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدينة حسب محتواها من الآزوت الكلي ومعامل الاستفادة من الآزوت (البلخي،2017) على أساس وزن هكتار من التربة كثافتها 1.10 غ/سم3 ولعمق 15 سم يساوي 1650 طن، وفي معاملات أخرى تمت الإضافة بضعف معامل الاستفادة من الآزوت. وزرع في كل أصيص 0.24 غ بذار قمح شام3 أي 7 بذور لكل أصيص بمعدل 200 كغ بذار/هكتار، و بعد الإنبات تم تخفيفها إلى 5 نباتات في كل أصيص. وكانت تروى الأصص المغلقة الثقوب بالماء المقطر عندما كانت تصل رطوبة التربة إلى 80 % من السعة الحقلية وذلك بوزن الأصص قبل كل رية للوصول إلى الوزن السابق عند الزراعة وبعد الرية الأولى، واستغرقت فترة الزراعة ثلاثة أشهر وبعد الحصاد أخذت النباتات وجرى تجفيفها وقدر محتواها من Cr و Cd و pb.

وكانت المعاملات على النحو التالي: 1- شاهد (تربة فقط) 2- حمأة صرف صحي( 1) (حسب معامل الاستفادة من الازوت) 3-حمأة صرف صحي(2) (ضعف معامل الاستفادة من الآزوت) 4- كومبوست قمامة مدينة دمشق(1) (حسب معامل الاستفادة من الآزوت) 5- كومبوست قمامة مدينة دمشق(2) (ضعف معامل الاستفادة من الآزوت).

يبين الجدول (1) الصفات الفيزيائية والكيميائية والخصوبية للتربة، ويظهر من خلال هذا الجدول أن التربة المدروسة تتميز بقوام لومي طيني و وذات كثافة ظاهرية منخفضة ومسامية جيدة، كما تتميز بـpH مائل للقلوية 8.10 وغير مالحة حيث بلغت الناقلية الكهربائية للأملاح 0.45 dS/m. إضافة لمحتواها المرتفع من كربونات الكلسيوم (50%)، كما تتميز التربة بمحتوى جيد من المادة العضوية(2.8%) ويعود ذلك إلى الإضافات السنوية من المخلفات العضوية إلى التربة. تميزت التربة بمحتوى متوسط من الآزوت الكلي حيث بلغت نسبته 0.14% وكذلك بمحتوى من الفسفور المتاح بلغ 170 مغ/كغ ويعتبر هذ التركيز من الفسفور متوسطاً حسب المستويات الخصوبية لطريقه جوريه هيبيرت: منخفض جداً أقل من 100 مغ/كغ، منخفض بين 100-140 ، متوسط 140-180، كاف بين 180-225، عالي بين 225- 300 ، عالي جداً بين 300 – 400 و زائد > 400 . ( Fulton وآخرون، 2010). بينما بلغ تركيز البوتاسيوم المتاح 250 مغ/كغ، ويعتبر هذ التركيز من البوتاسيوم المتاح متوسطاً حسب المستويات الخصوبية لطريقه أسيتات الأمونيوم: منخفض جداً أقل من 75 مغ/كغ، منخفض بين 75-150، متوسط 150-250، عالي بين 250-400، عالي جداً بين 400 – 500 و زائد > 500 .( FAO, 2007). كما يظهر الجدول ذاته محتواً طبيعياً من Cr و Cd و pb المتاحة والكلية في التربة.

ويبين الجدول (2) الصفات الكيميائية والخصوبية لحمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدينة ومحتواهما من العناصر الصغرى والعناصر الثقيلة، حيث تتميز حمأة الصرف بـ pH خفيف الحموضة (6.6 ) بينما كان الـ pH مائلاً إلى القلوية في كومبوست قمامة المدينة، وكانت C/N منخفضة في الحمأة (13.76) مقارنة بالكومبوست حيث بلغت (18). كما يبين الجدول ذاته محتواً طبيعاً من Cr و Cd و pb في حمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدينة المستعملتين في الدراسة وضمن الحدود المسموح بها وفق المواصفة القياسية السورية رقم 2665 لعام 2002.

**الجدول (1) الصفات الفيزيا-كيميائية للتربة المدروسة**

| التربة | التحليل الميكانيكي (%) | | | القوام | pH | EC | كربونات كلية | مادة عضوية | N كلي | $P_2O_5$ قابل للإفادة جوريه هيبيرت | $K_2O$ متاح | العناصر الثقيلة مغ/كغ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | الكلي | | | المتاح | | |
| | طين | سلت | رمل | | (2.5:1) | dS/m | % | % | % | PPM | PPM | Cr | Cd | Pb | Cr | Cd | Pb |
| تربة مزرعة الكلية (أبي جرش) | 39.25 | 30.95 | 29.80 | لومي طيني | 8.10 | 0.45 | 50.00 | 2.20 | 0.14 | 170 | 250 | 4.60 | 0.37 | 6.28 | 0.60 | 0.04 | 2.10 |

**الجدول (2) الصفات الكيميائية والخصوبية لحمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدينة**

| السماد العضوي | pH معلق (5:1) | EC مستخلص (10:1) dS/m | مادة عضوية | C | N | C/N | Cr | Cd | Pb |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | % | | | | مغ/كغ | | |
| حمأة الصرف الصحي | 6.60 | 1.91 | 49.8 | 28.90 | 19 | 13.76 | 19 | 4 | 112 |
| كومبوست قمامة المدينة | 8.1 | 3.50 | 41.60 | 24.19 | 1.34 | 18 | 16 | 3 | 112 |
| الحدود القصوى المسموح بها لمحتوى العناصر الثقيلة للحمأة والكومبوست على التوالي في المواصفة القياسية السورية 2002 و 2014) | | | | | | | 20 | 800 | 1000 |
| | | | | | | | 5 | 150 | 150 |

## النتائج والمناقشة:

### 1- محتوى التربة من العناصر الثقيلة (Cr، Cd وpb ) المتاحة والكلية بعد الحصاد (مغ/كغ):

يبين الجدول (3) محتوى التربة من العناصر الثقيلة (Cr، Cd وpb ) المتاحة والكلية بعد الحصاد، ويتبين من الجدول السابق أن كمية كل من Cr، Cd وpb الكلية في التربة في المعاملات بعد الحصاد تراوحت بين أقل قيمة في معاملة الشاهد (3.77 و0.18 و 5.11) مغ/كغ للعناصر الثلاثة وبالترتيب السابق نفسه، وأعلى قيمة في معاملة حمأة الصرف الصحي(2)، حيث بلغت (19.10 و1.69 و60.11) مغ/كغ في كل من Cr، Cd وpb على الترتيب وبالترتيب. كما يلاحظ من الجدول السابق وجود فروق معنوية بين المعاملات كافة مقارنة بالشاهد. ويمكن أن يعزى ارتفاع محتوى معاملة حمأة الصرف الصحي (2) بهذه العناصر الثقيلة إلى مصدر المخلفات التي شكلت هذه الحمأة والتي غالباً ما تكون في معظمها مخلفات صناعية حاوية على هذه العناصر.

ولا بد من الإشارة إلى أن كمية الكروم والكادميوم والرصاص الكلية في التربة بعد الحصاد كانت ضمن الحدود الطبيعية ولم تتجاوز الحدود المسموح بها حسب منظمة الصحة العالمية WHO،(1986) والتي تراوحت بين 10 – 150 مغ/كغ للكروم و 0.35 –3 مغ/كغ للكادميوم و2–200 مغ/كغ للرصاص.

وتتفق هذه النتائج مع ما ذكره Adriaon (1986) والشاطر،( 1998) و Gandhimathi وآخرون، 2012.

أما بالنسبة للشكل المتاح من العناصر الثقيلة (Cr و Cd وpb ) في التربة بعد الحصاد، يتبين من الجدول السابق أن كمية كل من Cr و Cd وpb المتاحة في التربة في المعاملات بعد الحصاد تراوحت بين أقل قيمة في معاملة الشاهد (0.34 و0.02 و1.43 ) مغ/كغ للعناصر الثلاثة وبالترتيب السابق نفسه، وأعلى قيمة في معاملة حمأة الصرف

الصحي(2) حيث بلغت في كل من Cr، Cd وpb المتاحة (2.75 و0.45 و 5.14 ) مغ/كغ وبالترتيب السابق نفسه، كما يلاحظ من الجدول السابق وجود فروق معنوية بين المعاملات كافة مقارنة بالشاهد. ومن الواضح أن قيمة Cd المتاحة لم تتجاوز القيم المسموح بها 0.7 مغ/كغ حسب Nunes وآخرون( 2014)، وبالنسبة للكروم المتاح فقد تجاوزت قيمته في المعاملة المضاف إليها حمأة الصرف الصحي بالمعدل الثاني والتي تبلغ 2 مغ/كغ حسب Massas وآخرون (2009 ). أما بالنسبة للرصاص المتاح فقد تجاوزت قيمته في المعاملة المضاف إليها حمأة الصرف الصحي بالمعدل الثاني وكومبوست قمامة المدن بالمعدل الثاني والتي تبلغ 3 مغ/كغ حسب Kabata و Pendias (1995).

| المعاملات | مغ/كغ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Cr** | | Cd | | **Pb** | |
| | متاح | **كلي** | متاح | **كلي** | متاح | **كلي** |
| **شاهد** | 0.34 c | 3.77 d | 0.02 c | 0.18 c | 1.43 d | 5.11 c |
| **حمأة الصرف الصحي)(1)** | 1. 97b | 15.11b | 0.22 b | 1.47 b | 2. 91 c | 46.01b |
| **حمأة الصرف الصحي (2)** | 2.75 a | 19.10a | 0.45 a | 1. 6 9 a | 5.14 a | 60.11 a |
| **كومبوست قمامة المدينة (1)** | 1.43 b | 6.00 c | 0.11 b | 1.32 b | 2.03 c | 42.00 b |
| **(كومبوست قمامة المدينة 2)** | 1.71 b | 8.00 c | 0.15 b | 1.45 b | 3.52 b | 48.14b |
| **LSD** | 0.70 | 3.73 | 0. 19 | 0.20 | 1.41 | 12.11 |

**جدول (3 ) محتوى التربة من العناصر الثقيلة (Cr، Cd وpb ) المتاحة والكلية بعد الحصاد:**

**2- محتوى النبات (القش والحبوب) من Cr، Cd وpb بعد الحصاد (مغ/كغ):**

يبين الجدول (4) محتوى نبات القمح (القش والحبوب) من Cr و Cd وpb ، ويلاحظ من الجدول السابق أن كمية Cr و Cd وpb تراوحت في القش بين أقل قيمة في معاملة الشاهد (1.11 و0.58 و 1.31) مغ/كغ للعناصر الثلاثة وبالترتيب السابق نفسه، وأعلى قيمة في معاملة حمأة الصرف الصحي(2)، حيث بلغت في كل من Cr و Cd و pb(4.15 و1.49 و 6.14) مغ/كغ للعناصر الثلاثة وبالترتيب السابق نفسه. أما بالنسبة لمحتوى الحبوب فقد كان المحتوى عموماً أقل مما هو عليه في القش، وبلغت في معاملة الشاهد في كل من Cr و Cd وpb (0.71 و0.35 و0.84 ) مغ/كغ للعناصر الثلاثة وبالترتيب السابق نفسه، وبلغت أعلى قيم في الحبوب في معاملة حمأة الصرف الصحي(2) حيث بلغت (2.52 و0.81 و3.55 ) مغ/كغ في كل من Cr و Cd وpb على الترتيب. وكانت الفروق معنوية في محتوى القش والحبوب من هذه العناصر في معاملات الأسمدة العضوية مقارنة بالشاهد. كما يتضح من الجدول نفسه تفوق معاملة الحمأة بالمعدل الثاني معنوياً في محتواها من العناصر الثقيلة المذكورة على المعاملات الأخرى خاصة كومبوست قمامة المدن بمعدليه الأول والثاني، ويمكن أن يعود ذلك إلى إرتفاع محتوى حمأة الصرف الصحي من العناصر الثقيلة وطبيعة مصدر هذه المخلفات والتي تدخل مخلفات الصناعات في مكوناتها مقارنة بكومبوست المدن والذي غالباً يعود في مصدره إلى مخلفات المنازل والتي تكون في معظمها عبارة عن خضار ومخلفات غذائية.

ولا بد من الإشارة إلى أن قيم كل من Cr و Pb الكلية في النبات سواء القش والحبوب لم تتجاوز القيم المسموح بها حسب Adriaon (1986) والتي تتراوح بين 1-5 مغ/كغ للكروم وللرصاص 0.1-30 مغ/كغ. أما بالنسبة للكادميوم في القش فقد تجاوزت قيمته في

معاملة حمأة الصرف الصحي بالمعدل الثاني والتي بلغت 1.49 مغ/كغ، بينما كانت بين 0.05-1.2 مغ/كغ حسب (Adriaon (1986).

**الخلاصة:**

مما تقدم يمكن الاستنتاج، أن قيم العناصر الثقيلة: الكروم والكادميوم والرصاص في التربة والنبات كانت ضمن الحدود المسموح بها في معظم المعاملات، إلا أن قيم الرصاص المتاح في التربة المضاف إليها حمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدن بالمعدل الثاني قد تجاوزت القيم المسموح بها، وكذلك تجاوز الكادميوم في القش الحدود المسموح بها في معاملة حمأة الصرف الصحي بالمعدل الثاني. كما يجب الإنتباه عند استعمال هذه الأسمدة غير التقليدية (الحمأة وكمبوست قمامة المدن) إضافتها بكميات مدروسة وإجراء تحاليل لمحتواها من Cr و Cd و pb قبل الإضافة.

| المعاملات | القش | | | الحبوب | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | مغ/كغ | | | | | |
| | Cr | Cd | pb | Cr | Cd | pb |
| شاهد | 1.11d | 0.58 d | 1.31 d | 0.71c | 0.35d | 0. 84 c |
| حمأة الصرف الصحي)(1) | 3.72 b | 1.14 b | 4.27 b | 2.12 b | 0. 62b | 1.57 b |
| حمأة الصرف الصحي (2) | 4. 95 a | 1. 49 a | 6.14 a | 2.52 a | 0.81 a | 3.55 a |
| كومبوست قمامة المدينة (1) | 2.43 c | 0.74 c | 3.20 c | 1.11 b | 0.43 c | 1.54 b |
| (كومبوست قمامة المدينة2) | 3.71 b | 1.05 b | 4.81 b | 1. 91ab | 0.57bc | 1.74 b |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.77 | 0.15 | 1.25 | 1.51 | 0.24 | 1.20 | **LSD** |

**جدول (4 ) محتوى نبات القمح (القش والحبوب) من العناصر الثقيلة (Cr و Cd وpb ):**

**المراجع:**


– البلخي، أكرم. 2018. تقدير معامل الاستفادة الظاهري للآزوت من حمأة الصرف الصحي وكومبوست قمامة المدن المضافين لتربة كلسية مزروعة بالقمح (شام 3). مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. العدد2. 27–42.

– الشاطر، محمد سعيد. 1998. أثر إضافة المخلفات المدنية على تطور المعادن الثقيلة في التربة. مجلة الخليج العربي للأبحاث العلمية. 16(3): 421–642.

– الشاطر، محمد سعيد و أكرم البلخي وميساء الكبرا. 2009. خصوبة التربة والتسميد (الجزء العملي). جامعة دمشق.

الزعبي، محمد منهل و أنس الحصني وحسان درغام. (2013). طرائق تحليل التربة والنبات والمياه والأسمدة. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وزارة الزراعة.

– المواصفة القياسية السورية. 2002 . اعادة الاستخدام الآمن للحمأة الناتجة عن محطات المعالجة رقم 2665.

– المواصفة القياسية السورية لكومبوست قمامة المدن. 2014.

– عودة محمود 2002. أثر الحمأة الناتجة عن محطة معالجة مدينة حمص في نمو نبات الذرة الصفراء و امتصاصه لبعض العناصر. المؤتمر الدولي الثاني للزراعة العضوية. الجزء الأول . 280–290.

Adriano. D. C. 1986. Trace elements in the Terrestrial Environment. Seiten, Springer- Verlag. Berlin Heidelberg. P 533. New York.

Brown. S., R. L. Chaney, J. G. Hallfrisch and Q. XUE. 2003.

Effect of Biosolids Processing on Lead Bioavailability in an Urban Soil. Journal of Environ. Qual. 32: 100-108.

Gandhimathi. A and T. Meenambal. 2012. Analysis of heavy metal for soil in Coimbatore by using ANN model. European Journal of Scientific Research. 68(4) : 462-474.

Jones. J .B. 2001, Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis, CRC Press, Boca Raton.London.

Kabata Pendias, A.1995. Agricultural problems related to excessive trace metal contents of soil . In: Heavy metals (problems and solutions).W.Salmons,U. Forstner and P.Mader. Springer Verlage: Berlin, Germany.3-18.

Massas, I.; Ehaliotis, C.; Gerontidis, S.; Sarris, E. **2009.**

Elevated heavy metal concentrations in top soils of an Aegean island town (Greece): Total and 116.

Nunes. J. R, J. R. Miras, A. L. Piñeiro, L. Loures, C. Gil, J. Coelho and A. Loures.

2014. Concentrations of Available Heavy Metals in Mediterranean Agricultural

Soils and their Relation with Some Soil Selected Properties: A Case Study in Typical Mediterranean Soils. *Sustainability*, *6*: 9124-9138 .

Salmons. W. and U. Forstner. 1995. Heavy metals problem and solutions. ISBN3- 530- 58508. Springer-Verlag Berlin Heidelerg. New york.

Sherameti. I. and A. Varma. 2010. Soil heavy metals. Springer-Verlag Berlin Heidelerg.

WHO.1986. World Health Organization, Ottawa charter for health promotion, Geneva.

The Adelaide recommendations on healthy public policy:25-53.