مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (34) العدد (5) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (34) No. (5) 2012

تأثير إضافة حمأة الصرف الصحي على التربة الكلسية من الأزوت الكلي والفوسفور المتاح وعلى الإنتاج الحبي لنبات الذرة البيضاء في منطقة المخرم (شرق محافظة حمص)

الدكتورة سوسن عبد الله هيفا*
الدكتور عبد الإله العبدو**
أسامه أحمد خنسه***

(تاريخ الإيداع 27 / 5 / 2012. قبل للنشر في 17 / 9 / 2012)

□ ملخّص □

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير إضافة مستويات مختلفة من حمأة الصرف الصحي على محتوى التربة الكلسية من الآزوت الكلي والفوسفور المتاح وعلى الإنتاج الحبي لنبات الذرة البيضاء في منطقة المخرم (شرق محافظة حمص). نفذت التجربة في حقل تربة كلسية في قرية أبو العلايا من منطقة المخرم، فقد تمت دراسة تأثير إضافة معدلات مختلفة من حمأة الصرف الصحي Sewage Sludge (66 & 44- 22 – 11) طن/ هكتار.أشارت النتائج إلى زيادة واضحة في التربة من الأزوت الكلي والفوسفور المتاح، وهذا يبين أهمية إضافة الحمأة إلى التربة الكلسية مما يساهم في إغناء التربة من هذين العنصرين، أيضاً أشارت النتائج إلى زيادة واضحة في إنتاجية نبات الذرة البيضاء مع ازدياد المستوى المضاف من الحمأة.

الكلمات المفتاحية: الازوت حمأة ، تربة كلسية ، نبات الذرة البيضاء ، الكلي ،الفوسفور المتاح.

* أستاذ – قسم علوم التربة والمياه بكلية الزراعة – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.
** أستاذ – قسم التربة واستصلاح الأراضي بكلية الزراعة–جامعة البعث– حمص– سورية.
*** طالب دراسات عليا (دكتوراه) – قسم علوم التربة والمياه بكلية الزراعة – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (34) العدد (5) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (34) No. (5) 2012

The effect of applying sewage sludge on Total Nitrogen and Available Phosphorus in the calcareous soil and on productivity of the Sorghum plant grain in the AL-mukharam region (east of Homsecity)

Dr.SawsanHayfa[*]
Dr. Abd- AlalahAlabdo[**]
Osama Ahmad Khansah[***]

(Received 27 / 5 / 2012. Accepted 17 / 9 /2012)

□ ABSTRACT □

The objective of this research was to study the effect of applying different levels of sewage sludge on Total Nitrogen and Available Phosphorus in the calcareous soil and the productivity of the Sorghumplantgrain in the AL-mukharam region*(east of Homs* governorate*)*

Experiment was carried out in a calcareous soil field in the village of Abu Alallaya in the AL-mukharam region, where the effect of adding different rates of Sewage Sludge (11 - 22 -44 - & 66 tons / ha) had been examined.

The results showed a significant increase in Total Nitrogen and Available Phosphorus of thesoil, and this shows the importance of adding Sludge to the calcareous soil, which in turn improves the soil content of those two elements. The results also showed that there is a significant increase in the productivity of the Sorghumplant when the added level of sludge increases.

Keywords: sludge- calcareous soil- Sorghumplant- Total Nitrogen- Available Phosphorus

[*]**Professor ,Department of Soil and Water Science ,Faculty o*f* Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Professor, Department of Soil and Land Reclamation, Faculty of Agriculture, Al Baath University, Homs, Syria.**
[***]**Postgraduate student, Department of Soil and Water Science, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia , Syria.**

مقدمة:

أصبحت مشكلة المخلفات الصلبة مشكلة عالمية سواء في الدول المتقدمة صناعياً أو الدول النامية ، وأخذت هذه الدول على عاتقها إيجاد الحلول الكفيلة بحل هذه المشكلة عن طريق التعاون مع خبراء حماية البيئة والاقتصاديين والساسة، وتتمثل في ضرورة التخلص الآمن من هذه المخلفات وكيفية الاستفادة منها (السلمان ,2009؛ الفايز، 2003؛ أبو شريحة ،2004).

تعد الحمأة من أهم المنتجات الثانوية الناتجة من معالجة مياه الصرف الصحي، وتقدر كميتها، في العالم، بـ 25–40 كغ / شخص/ سنة (Kofoed, 1983)، ولا تتضمن هذه الكمية الحمأة الناتجة من مياه الصرف الصناعي، وقد بلغت كمية الحمأة المنتجة سنويا، في دول أوروبا الغربية نحو 7.3 مليون طن مادة جافة (Mathews 1999)، وتزيد عن 6.9 مليون طن مادة جافة في الولايات المتحدة الأمريكية (Epstein, 2003)، وقد تصل في سوريا في نهاية هذا العقد إلي 200 ألف طن/ سنه من الحمأة الجافة (هيئة الطاقة الذرية،2007)، وتشكل عملية التخلص من الحمأة المتراكمة في محطات المعالجة بطريقة الرمي بالعراء، أحد المشاكل البيئية الحالية، في حين يعتبر استخدامها في الاستعمال الزراعي أحد الحلول الأساسية، ومن المفضل أن يتم ذلك وفقاً لشروط محددة وقيود صارمة تحددها كل دولة، ومما يجدر الإشارة إليه أن الحمأة الناتجة عن مياه الصرف المنزلية تمثل أقل من 2% من النفايات المستخدمة في الزراعة في حين تمثل المخلفات الحيوانية 94% منها (اللاذقاني،2006).

عرفت الحمأة في المواصفة القياسية السورية رقم2665 لعام 2002 على أنها الناتج النهائي المترسب عن عمليات معالجة مياه الصرف الصحي.

وقد وجد من خلال تجربة للباحث (Denis,2008) أن حمأة الصرف المعاد تدويرها والمستخدمة في زراعة المحاصيل ، تتميز بفوائد عدة كتأمين كميات وافرة من المادة العضوية بما تحتويه من عناصر مغذية من أهمها الفوسفور والأزوت، في حين أنّ إضافة كميات كبيرة من هذه الحمأة يزيد من محتوى الترب من المعادن الثقيلة وخاصة الكادميوم.

كما بينت دراسات العلماء (Larcheveque *et al.*,2006) أن إضافة معدلين من حمأة الصرف الصحي المخمرة (50 ، 100) طن/هـ، أدت لتحسين عدد من خصائص التربة الزراعية وانعكس هذا بشكل إيجابي على نمو النباتات وتطورها ، كما أدى إلى تحسين واضح في خصوبة التربة، وذلك من خلال زيادة محتواها من عناصر البوتاسيوم والمغنيزيوم والفوسفور.

توصل الباحثان (Cuevas and Walter،2004) إلى أنه لم يسبب استخدام كومبوست حمأة الصرف الصحي لتربة مزروعة بنبات الذرة الصفراء أي زيادة معنوية في محتوى النباتات بالمعادن الثقيلة (Cu, Zn, Ni, Cd, Pb, Cr) ، إذ كان محتوى النباتات المزروعة أدنى من عتبة الإجهاد على الحيوانات، وكان هناك انتقال محدود للمعادن الثقيلة من التربة إلى النباتات.

كما أظهرت نتائج التجربة الحقلية التي نفذت في محطة بحوث الكماري بمدينة حلب (جزدان وآخرون، 2006) وأخرى في محطة بحوث كتيان بإدلب (أرسلان وآخرون، 2006) أن إضافة الحمأة للتربة بمعدلات مختلفة تراوحت بين 6–15 طن/هـ أدى إلى زيادة معنوية في إنتاجية بعض المحاصيل المزروعة في التربة المضافة إليها الحمأة، إذ بلغت نسبة الزيادة 15% للقطن و36 و16% لحبوب وقش القمح على الترتيب، و47% لحبوب الذرة الصفراء مقارنة مع الشاهد في حين بلغت هذه الزيادة في إنتاجية تلك المحاصيل 2% للقطن و16% للقمح من الحب و10%

للقمح من القش و36% للذرة الصفراء مقارنة مع معاملة التسميد الكيميائي، وارتفع محتوى التربة من المعادن الثقيلة (Pb, Ni, Cr, Cd) في المعاملة التي أضيف إليها 15 طن حمأة/هـ مقارنة مع الشاهد، إلا أن تركيزها كان ضمن الحدود المسموح بها في التربة، كما ظهر في المعاملة نفسها ارتفاع طفيف وغير معنوي في محتوى الأجزاء النباتية من المعادن الثقيلة مقارنة مع الشاهد، أي أن تراكيزها بقيت ضمن حدود المحتوى الطبيعي لهذه المحاصيل وبعيدة جداً عن الحدود العليا التي تعتبر سامة وضارة بصحة الإنسان.

أهمية البحث وأهدافه:

تتصف معظم ترب محافظة حمص المستثمرة في الزراعة، والمنتظر استصلاحها بأنها كلسية، سيئة في بعض خصائصها الفيزيائية والكيميائية، وبافتقارها إلى المادة العضوية، والعديد من العناصر الغذائية وخاصة عنصري الفوسفور والآزوت، لذلك فإن إضافة الحمأة إلى هذه الترب الكلسية يعتبر من طرائق استصلاحها، نظراً لاحتواء الحمأة على نسبة مرتفعة من المادة العضوية، التي تحسّن الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة مثل الكثافة الظاهرية، الكثافة الحقيقية، بناء التربة ومقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.

ونظراً لقلة الدراسات المحلية حول تأثير استخدام الحمأة في الزراعة، خاصة في الترب الكلسية في محافظة حمص، فقد تم اختيار تربة كلسية في هذا البحث واستخدام نبات الذرة البيضاء (محصول منتشر في المنطقة) كدليل أو مؤشر لدراسة مدى تأثير إضافة الحمأة في أغناء التربة بالأزوت والفوسفور وتأثيرها على الإنتاج الحبي لمحصول الذرة البيضاء.

طرائق البحث ومواده:

منطقة الدراسة: أجريت التجربة في قرية أبو العلايا في منطقة المخرم شرقي محافظة حمص حوالي 75 كم ،معدل أمطارها 200–250 ملم/سنة.

تم تحليل التربة بعد جمعها على شكل عينة مركبة من القطع التجريبية المخصصة، ومن المستويات المحددة للحمأة، ، فقد جمع حوالي5 كغ تربة من كل مكرر، ومن الأعماق المدروسة (0–25) سم، (25–50) سم، واستبعدت الحصى والجذور والبقايا النباتية ومن ثم تم تجفيف العينات هوائياً، ونخلت التربة المأخوذة بمنخل أبعاد ثقوبه /2mm/، ووضعت في أوعية مرفقة بجميع المعلومات الخاصة المتعلقة بها.

أجريت التحاليل المخبرية على عينات التربة المدروسة، قبل وبعد إضافة الحمأة إليها:

تم التحليل الميكانيكي وفق طريقة الهيدرومتر، أما الكثافة الحقيقية فتم قياسها بدورق الكثافة (بكنومتر)، في حين قدرت الكثافة الظاهرية حقلياً بطريقة الاسطوانة الحجمية، وقدرت المسامية الكلية(porosity) باستخدام القانون التالي :

المسامية الكلية % = {(الكثافة الحقيقية – الكثافة الظاهرية) / الكثافة الحقيقية} × 100

وتم قياس الناقلية الكهربائية (EC) في مستخلص مائي للتربة (1:1) بوساطة جهاز الناقلية الكهربائية Conductivity meter. أما درجة pH التربة فتم قياسه في معلق مائي للتربة (1:1) باستخدام جهاز قياس الـ (pH meter) (Mclean,1982)، وقدرت

المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة بديكرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة (Walkly and Black , 1943)، وقدرت الكربونات الكلية بالطريقة الحجمية، أما الآزوت الكلي فتم تقديره بطريقة كلداهل الموصوفة من قبل (Buresh et al.,1982; Bremner and Mulvaney,1982)، وقدر الفوسفور المتاح بطريقة أولسن (Olsen et al. , 1954).

ويبين الجدول رقم (1) نتائج بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية التي أجريت للتربة المدروسة قبل إضافة الحمأة إليها.

الجدول رقم (1): يبين بعض نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة قبل إضافة الحمأة إليها

المواصفة		Studied Soil	
		سم 25-0العمق	سم50-25العمق
pH (H2O)		8.25	8.14
EC µS/cm		315	335
OM %		1.05	0.96
CaCo3%		30.4	24.6
Mechanical Analysis	Sand %	39	38
	Silt %	37	39
	Clay %	24	23
القوام		لومية	
الكثافة الظاهرية g/cm3		1.39	
الكثافة الحقيقية g/cm3		2.75	
المسامية الكلية %		49.5	

يظهر التحليل الميكانيكي لعينة التربة المدروسة بأنها تربة لومية ، وتظهر درجة pH التربة بأنها تميل إلى القاعدية، وتعتبر هذه القيم طبيعية لمثل هذه الترب إذ إن درجة الـ pH التربة في الأفق العلوي على سبيل المثال كان 8.25.

أما بالنسبة لقيمة الناقلية الكهربائية (E.C) فكانت منخفضة نسبيا في الأعماق المدروسة، إذ إن قيمة الـ ECللتربة كان 335 µS/cm في الأفق السفلي ، في حين تبين نتائج تحليل التربة أن النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم كانت مرتفعة، إذ كانت على سبيل المثال في الأفق العلوي 30,4، وهذا يعود إلى أن التربة ناتجة عن أصل صخور كلسية، أما بالنسبة للكثافة الحقيقية فقد بلغت 2,75 غ/سم3، والكثافة الظاهرية 1,39 غ/سم3، وقد يعود ذلك إلى انخفاض في محتوى التربة من المادة العضوية، وبلغت المسامية الكلية 49.5% . كما تُظهر نتائج تحليل المادة

العضوية للتربة المدروسة انخفاض نسبتها المئوية، فقد كانت في الأفق العلوي 1,05 % ، ويعتبر هذا سبباً في اختيار مثل هذا النوع من الأتربة للدراسة وذلك لمعرفة أثر إضافة الحمأة الغنية بالمادة العضوية على تحسين خواص التربة، لاسيما أن الحمأة تحتوي على 50% تقريباً مادة عضوية. يبين الجدول رقم (2) نتائج تحليل الأزوت الكلي والفوسفور المتاح للتربة المدروسة قبل إضافة الحمأة إليها.

الجدول رقم (2): نتائج تقدير الفوسفور المتاح والآزوت الكلي للتربة المدروسة قبل إضافة الحمأة

العمق المدروس	Nt%*	Available P(ppm)**
0-25 سم	0.054	10.6
25-50سم	0.048	7.7

*– المحتوى الكلي للازوت **– الفوسفور المتاح

الحمأة: استخدم في هذا البحث حمأة جافة إنتاج عام /2010/ من محطة الدوير لمعالجة الصرف الصحي بحمص ومأخوذة من المكب الموجود في منطقة الفرقلس.

ويبين الجدول رقم (3) التحليل الفيزيائي والكيميائي للحمأة المستخدمة في هذا البحث والتي تم تحليلها في محطة الدوير لمعالجة الصرف الصحي في حمص

الجدول رقم (3): بعض المواصفات الفيزيائية والكيميائية للحمأة المستخدمة

C%	26.30
N%	3.15
Pt%	0.85
K%	0.15
OM%	47.50
EC µS/cm	780
pH (1:1)	7.1
CaCO3%	7.65
الكثافة الحقيقية غ/سم^3	1.65
الكثافة الظاهرية غ/سم^3	0.82

* Pt : P الكلي

يتبين لنا من الجدول رقم (3) مدى إمكانية الاستفادة من الحمأة في الزراعة من حيث غناها بالمادة العضوية (47.50 %) والآزوت والفوسفور والبوتاسيوم (3.15، 0.85 ،0.15) % على الترتيب.

تم اختيار نبات الذرة البيضاء (موسم صيفي) وذلك لملاءمة زراعة الذرة البيضاء في الظروف البيئية قليلة الأمطار نسبياً، وتم اختيار صنف من الذرة هو الذرة البيضاء الرفيعة وكان مستوى الحمأة المستخدمة :

– الشاهد : بدون أي إضافة.
– المستوى الأول : أضيفت الحمأة بمستوى 11 طن/هـ .

- المستوى الثاني: أضيفت الحمأة بمستوى 22 طن/هـ .
- المستوى الثالث: أضيفت الحمأة بمستوى 44 طن/هـ .
- المستوى الرابع: أضيفت الحمأة بمستوى 66 طن/هـ

وتم تجهيز أربعة مكررات من كل معاملة

الزراعة : جهّزت التربة المعدّة للزراعة وزرعت بمحصول الذرة البيضاء الرفيعة، وتمت الزراعة في حفر على خطوط ، المسافة بين الخط والآخر 60 سم وبين الجور 20 سم، وكانت أبعاد القطع التجريبية 8 × 4 م .

وكان عدد القطع التجريبية للذرة (5×4=20) قطعة تجريبية ، ومعدل البذار (20) كغ/ هـ وتم تصميم التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة، وتم تحليل النتائج التي تم الحصول عليها إحصائيا باستخدام تحليل التباين (ANOVA).

زرعت التربة بتاريخ 2011/4/17 بعد إضافة الحمأة إلى القطع التجريبية ولمرة واحدة فقط بالكميات المناسبة وفقا للمستويات المقترحة ، إذ تم توزيعها على كامل سطح القطعة التجريبية .

النتائج والمناقشة :

نلاحظ أن هناك تأثير للحمأة المستخدمة في التجربة على التربة المدروسة وذلك عند مقارنة نتائج تحليل التربة قبل وبعد الإضافة كما هو واضح في الجدولين رقم (1، 4).

الجدول (4): يبين نتائج تحليل بعض الخواص الفيزيائية للتربة المدروسة بعد إضافة الحمأة إليها

المواصفة		عمق التربة			
		العمق0-25		العمق 25-50	
		(ب.الإضافة)	(ق.الإضافة)	(ب.الإضافة)	(ق.الإضافة)
الكلس الفعال%		6.6	*6.4*	10.7	*10.8*
قوام التربة	Sand %	37	*39*	38	*38*
	Silt %	35	*37*	35	*39*
	Clay %	28	*24*	27	*23*

نوع التربة	لومية	لومية
الكثافة الظاهرية* غ/سم^3	1.21	1.39
الكثافة الحقيقية غ/سم^3	2.45	2.75
المسامية الكلية %	50.6	49.5

ب.الإضافة= بعد الإضافة ق.الإضافة= قبل الإضافة

أظهرت النتائج أن إضافة الحمأة للتربة أدت إلى زيادة معنوية في محتواها الآزوتي كما هو موضح في الجدول رقم (5) .

الجدول رقم /5 /: يبين محتوى التربة من الآزوت الكلي بعد إضافة الحمأة

العمق المدروس	Nt%					
	الشاهد 0طن/ هـ	مستوى1 11طن/ هـ	مستوى2 22 طن/ هـ	مستوى3 44طن/ هـ	مستوى4 66طن/ هـ	L.SD (0.05)
0-25 سم	0.054^{a}	0.061^{ab}	0.069^{ab}	0.081^{b}	0.153^{c}	0.027
25-50سم	0.048^{a}	0.054^{a}	0.060^{ab}	0.071^{b}	0.095^{c}	0.013

فمن خلال الجدول السابق نلاحظ ارتفاع النسبة المئوية للآزوت الكلي في الأفق العلوي من (0,054)%عند الشاهد إلى (0,153)% عند المستوى الرابع من الإضافة، كما ارتفعت النسبة المئوية في الأفق السفلي من (0,048)%عند الشاهد إلى (0,095)% عند المستوى الرابع من الإضافة، ويعزى ذلك إلى ارتفاع محتوى الحمأة المضافة من الآزوت الكلي من جهة ونسبة تحلل المادة العضوية عند خلطها بالتربة المدروسة خلال فترة الري المحددة من جهة أخرى، وهذا يشير إلى أهمية إضافة الحمأة للترب المتوسطة القاعدية وذلك من خلال إغناء محتواها من الأزوت الكلي، وهذا يتفق مع دراسة الباحثين(العودات والبشير ،2007).

أما بالنسبة لمحتوى التربة من الفوسفور المتاح في الأعماق المدروسة بعد إضافة الحمأة إليها، فقد أظهرت النتائج المبينة في ا الجدول رقم (6) وجود فروقات معنوية واضحة في تركيز الفوسفور المتاح بزيادة الحمأة المضافة.

الجدول /6/: يبين محتوى التربة من الفوسفور المتاح بعد إضافة الحمأة

العمق المدروس	Available P(ppm) الفوسفور المتاح					
	الشاهد 0طن/ هـ	مستوى1 11طن/ هـ	مستوى2 22طن/ هـ	مستوى3 44طن/ هـ	مستوى4 66طن/ هـ	L.SD (0.05)
0-25 سم	10.6^{a}	13.1^{b}	19.4^{c}	26^{d}	37.1^{e}	0.65
25-50 سم	7.7^{ab}	7.4^{a}	8.1^{b}	10.9^{c}	11.8^{d}	0.48

يبين من خلال هذا الجدول وجود فروقات معنوية في تركيز الفوسفور المتاح عند إضافة الحمأة للتربة المدروسة، وبزيادة المستوى المستخدم من الحمأة إذ سجلت فروقات معنوية مقارنة مع الشاهد عند معظم مستويات إضافة الحمأة، فقد ارتفع تركيز الفوسفور المتاح في الأفق العلوي من (10,6) ppm عند الشاهد إلى (37,1) ppm عند المستوى الرابع من الإضافة، وارتفع التركيز في الأفق السفلي من (7,7) ppm عند الشاهد إلى (11,8) ppm عند المستوى الرابع من الإضافة، ويعزى ذلك إلى ارتفاع تركيز محتوى الحمأة المدروسة من الفوسفور الكلي، وهذه النتائج تعطينا دليلاً واضحاً على إمكانية استخدام الحمأة والاستفادة منها في رفع تركيز الفوسفور المتاح في التربة خاصة في ظل محدودية كمية الأسمدة الفوسفاتية في العالم من جهة، وارتفاع أسعارها المستمر من جهة أخرى وهذا يتفق مع دراسة الباحثين (Shober and Sims,2003).كما يظهر الجدول رقم /7/ تأثير إضافة معدلات مختلفة من الحمأة في كمية الإنتاج الحبي من الذرة البيضاء (كغ/هـ) في التربة المدروسة.

الجدول رقم /7/: تأثير إضافة معدلات مختلفة من الحمأة في كمية الإنتاج الحبي من الذرة البيضاء (كغ/هـ)

مستوى الإضافة طن/ هكتار		كمية الإنتاج الحبي (كغ/هـ)
0		2166[a]
مستوى 1	11	2356[b]
مستوى 2	22	2598[c]
مستوى 3	44	2860[c]
مستوى 4	66	3252[d]
L.SD (0.05)		69.5[e]

يظهر الجدول رقم /7/ وجود فروقات معنوية في كمية الإنتاج الحبي من الذرة البيضاء (كغ/هـ) بين جميع المعاملات بعد إضافة الحمأة إلى التربة المدروسة، وهذا دليل على زيادة كمية الإنتاج الحبي من الذرة البيضاء ، بزيادة معدل الحمأة المضافة وخصوصا في المستوى الرابع، الذي تفوق على باقي المعاملات ، فقد بلغت كمية الإنتاج الحبي3252 كغ/هـ ، عند إضافة 66 طن/هـ من الحمأة، وهذا ما أكدته نتائج دراسة الباحثين (Christine *et al* , 2001 ;Darren *et al*.,2002).

الاستنتاجات والتوصيات:

1- كان محتوى التربة الكلسية المدروسة من الأزوت الكلي والفوسفور المتاح منخفضا قبل إضافة الحمأة.

2- ارتفاع محتوى التربة الكلسية المدروسة بشكل معنوي من الآزوت الكلي والفوسفور المتاح بعد إضافة مستويات مختلفة من الحمأة، مقارنة بمحتواها من هذه العناصر قبل الإضافة.

3- زيادة معنوية في كمية الإنتاج الحبي من الذرة البيضاء (كغ/هـ) مع زيادة إضافة الحمأة إلى التربة.

4- نقترح إضافة معدلات عالية من الحمأة، كي يتم تحديد المستوى الحرج من الحمأة المضافة ، وأيضا زراعتها بأنواع مختلفة من النباتات وتحت ظل ظروف مناخية مختلفة بهدف مقارنة أفضل للنتائج المتحصل عليها .

المراجع:

1- أبو شريحة ،نبيل إسماعيل: إدارة النفايات المنزلية الصلبة في المناطق الريفية، الأردن، منشورات المؤتمر العربي الثالث للإدارة البيئية، الاتجاهات الحديثة في إدارة المخلفات الملوثة للبيئة، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، جامعة الدول العربية، القاهرة، 2004 .

2- أرسلان أويديس، الزعبي محمد منهل، الجيلاني عبد الجواد، عصفور زياد، عطري مازن، جزدان عمر: تأثير حمأة الصرف الصحي على تراكم المعادن الثقيلة في التربة والنبات وعلى إنتاجية بعض المحاصيل في كتيان ، إدلب. أسبوع العلم السادس والأربعين، التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي، 27-30 تشرين الثاني، جامعة تشرين ، 2006

3- السلمان عبد الله،: نفايات المنازل والمصانع والمستشفيات.. كوارث بيئية أم ثروة اقتصادية، مجلة التطوع العربي العدد279،32-39، 2009 .

4- العودات محمد، البشير محفوظ : الحمأة (خصائصها وإمكانية استعمالها الآمن في الزراعة) هيئة الطاقة الذرية، سوريا، 2007 .

5- الفايز خالد: المعالجة البيولوجية للنفايات الصلبة المنزلية(إنتاج الدبال)، منشورات وزارة البيئة الأردنية، 2003 .

6- اللاذقاني عدنان: دراسة وتحديد مواصفات الحمأة الصالحة للاستخدام في التسميد الحيوي. مؤتمر التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي، أسبوع العلم 46، 27-30 تشرين الثاني، جامعة تشرين ، 2006 .

7- جزدان عمر، أرسلان أويديس ، الجيلاني عبد الجواد: تأثير حمأة الصرف الصحي في إنتاجية المحاصيل وتراكم المعادن الثقيلة في التربة والنبات في الكماري ، حلب. أسبوع العلم السادس والأربعين، التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي، 27-30 تشرين الثاني ، جامعة تشرين، 2006 .

8- هيئة الطاقة الذرية السورية :إمكانية استعمال الحمأة في الزراعة، سوريا، 2007

9- هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية: المواصفة رقم 2665 تاريخ 10/28 /2002 الصادرة عن السيد وزير الصناعة، إعادة الاستخدام الآمن للحمأة الناتجة عن محطات المعالجة، سوريا، 2002 .

10- BREMNER, J. M., MULVANEY, C. S. *Nitrogen total*. P. 595-624. *In* A. L. Page (ed.) *Methods of soil analysis***,** No. 9, Part 2.

Chemical and microbiological properties. 2nd *ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA,*1982.

11- BURESH, R. J., AUSTIN, E. R., CRASWELLl, E. T. *Analytical methods in N-15 research. Fert*, , Res. 3:37-62. 1982

12- CHRISTINE, P., EASSON, D. L., PICTON, J. R., LOVE, S. C. P.*Agronomic value of alkaline – stabilized sewage biosolids for spring barley. Agronomy Journal*, 93:144-151. 2001

13- CUEVAS,G; WALTER,I. *Heavy metals in maize (Zea mays) grown in a soil amended with sewage sludge compost-Revista-Internacional-de-Contaminacion-Ambiental*. 20(2): 59-68. 2004

14- DARREN, L. B., SANDER, A. D. H., GASSMAN, K. G. *Biosolids as nitrogen source for irrigated maize and rainfed sorghum. Soil Sci. Soc. Of America Journal*, 66:531-543. ,2002

15- DENIS, B. *Cadmium in soils and cereal grains after Sewage Sludge application on French soils*. INRA, UR0272,*Science du sol , centre de recherché d Orleans, BP 20619, 45166 Olivet codex , France*,2008.

16- EPSTEIN, E.*Land application of sewage sludge and biosolids. Lewis publishers, CRC Press Company. Washington*, D.C,2003.

17-KOFOED,A.*Optimum use of sludge in Agriculture. In: Utilisation of sewage sludge on land: Rates of Application and long – term Effects of metals. Proceedings of a seminar held in Upsala, June 7-9,* 1983 *.D. Reidel Publishing compang. Dordrecht.*

18- LARCHEVEGUE M.; BALDY, V.; MONTES, N.; FEMANDEZ, C.; BONIN, G. And BALLINI, C.*Short-term effects of sewage-Sludge compost on a degraded mediterranean soil. Soil Sci. Soc. Am. J,*2006. *70:1178-1188.*

19- MATHEWS, P. *Sewage sludge treatment and biosolids management in Europe, Sewage sludge treatment and disposal in Spain, IQPC, Ltd., England; Madrid, Spain*,1999.

20- MCLEAN, E. O.*Soil pH and lime requirement, In A. L. Page (ed.) Methods of soil analysis, Part 2: Chemical and microbiological properties. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA*,1982. *199-224.*

21- OLSEN, S.R., C.V. COLE, F.S.WATANAABLE, and L.A. DEAM. *Esstimation of available Phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate . U.S.Dep. Agric. Ciric. 939, USA*,1954.

22-SHOBER A. L.; SIMS,J. T. *Phosphorus Restrictions for Land Application of Biosolids: Current Status and Future Trends. J. Environ,*2003. *Qual32: 1955-1964.*

23- WALKLEY , A , and C.A. BLACK.*An examination of the degtjareff method for determination soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method . soil Sci*,1943. *37: 29-38*