

دراسة بعض خصائص كومبوست القمامة الناتج عن مركز وادي الهدة لمعالجة المخلفات الصلبة في طرطوس

حسن علاء الدين⁽¹⁾ وسوسن هيفا⁽²⁾ وإبراهيم نيسافي⁽¹⁾ وشفق حرفوش^{(1)*}

(1). قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(2). قسم التربة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(* للمراسلة: م. شفق حرفوش. البريد الإلكتروني: Shafakhar@hotmail.com.)

تاريخ القبول: 2018/07/23

تاريخ الاستلام: 2018/04/29

الملخص

تم إجراء البحث في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية خلال الفترة من 2016/11/2 ولغاية 2016/12/2، بهدف دراسة بعض خصائص كومبوست القمامة الناتجة عن تخمير المواد العضوية في مركز وادي الهدة لمعالجة المخلفات الصلبة في طرطوس، وذلك بإجراء تجربتين للتعرف على التغيرات الحاصلة في خصائصه. التجربة الأولى بعد استخدامه في الزراعة، أو بمرور الزمن بعد تخزينه مدة عام بثلاثة مكررات من الكومبوست لكل معاملة. والثانية لراشح الكومبوست بعد تعرضه للغسل ثمان مرات وبثلاث مكررات لكل راشح. أظهرت النتائج أن المحتوى جيد من المادة العضوية في الحالات الثلاث للكومبوست (جديد، ومزروع به، ومخزن)، مع ملاحظة انخفاض نسبة المادة العضوية بشكل معنوي بعد الاستخدام بالزراعة، ونسبة $C/N = 13/1$ والمحتوى جيد من العناصر الغذائية الأساسية الكبرى، وكانت نسب العناصر الثقيلة ضمن الحدود المسموح بها، دون وجود فروق معنوية بين الحالات الثلاث، ولكن تبين أن الملوحة تنخفض بعد الاستخدام بالزراعة، وترتفع بعد التخزين بشكل معنوي، بينما تنخفض قيمة الـ pH بفروقات غير معنوية بعد التخزين والاستخدام في الزراعة، وأن ازدياد عدد مرات الغسل ينتج عنه ارتفاع معنوي في قيمة الـ pH وانخفاض معنوي في قيمة الملوحة، واستقرار نسبي في المحتوى من العناصر الغذائية والثقيلة.

الكلمات المفتاحية: الكومبوست، الملوحة، الحموضة، العناصر الثقيلة، المادة العضوية.

المقدمة:

تشكل بقايا القمامة المنزلية مصدراً عضوياً هاماً للأوساط الزراعية، وخاصة بعد التطور الكبير في صناعة تدوير المخلفات، رغم مشاكلها الصحية والملوثات المرضية التي يمكن أن تحملها، وتقدر النفايات المنزلية (Municipal Solid Waste) MSW التي تنتج في الدول النامية بحوالي (0.35-1) كغ/شخص/اليوم (شاهين، 1996). وأهم ما تتميز به هو احتوائها على قسم كبير من النفايات العضوية التي قد تصل إلى 90% من إجمالي حجمها الكلي، بالإضافة إلى نسب ضئيلة من المواد غير القابلة للتدوير كالزجاج والمعادن، وهذا

ناتج بالدرجة الأولى عن تحضير الطعام من الخضار الطازجة وليس من المعلبات (Chahin and Awad, 2001؛ أصفري، 2001)، ويعتبر المحتوى العضوي المرتفع في النفايات ميزة هامة؛ لأنه يشكل المادة الخام الأساسية لعملية التخمير الحيوي Composting، أي إنتاج السماد العضوي المخمر الغني بالمواد الدبالية تحت تأثير الكائنات الحية وتعرف هذه المنتجات بالكمبوست. هذه المواصفات تسمح باستخدام الكومبوست في الزراعة كسماد عضوي يخلط في التربة أو كطبقة تغطية سطحية mulch، أو كوسط زراعي Substrate يزرع عليه في المشاتل.

وعليه فقد أوصى العديد من الباحثين (الزعيبي والبليحي، 2007؛ Garcia-Gomez et al., 2002؛ Garcia et al., 2009) بتخمير المواد العضوية من مخلفات المدن ومخلفات الصناعة العضوية، ومخلفات الزراعة الحقلية، والغابات والمساحات الخضراء كطريقة للتخلص الاقتصادي منها وكطريقة لتخفيف أثرها السلبي في البيئة.

إن الوسط الزراعي هام جداً لنجاح عملية الإكثار؛ لذلك من الضروري البحث عن أفضل الأوساط المتوفرة أو إيجاد الأوساط الجديدة بخلطها ومعالجتها لخلق أوساطاً زراعية تحقق أعلى نسبة من الأمان والإنبات والنمو في المشاتل. وبما أن التكلفة العالية في المشتل، تأتي من ثمن الوسط الزراعي المناسب للإكثار والإنتاج، ومن كلفة الخدمة مع الزمن، ومن إضافة المحسنات السمادية، فإنه لا بد من البحث عن مواد أولية صالحة لتكون أوساطاً زراعية وقابلة للتحسين، وتكون رخيصة الثمن ومتوفرة ومناسبة وغير كيميائية المصدر (الأسو، 2014)؛ أي طبيعية مثل قمامة المدن القابلة للتحسين بالتخمير أو بالإضافات الضرورية.

وتعتبر عملية إنتاج الكومبوست (Composting) من المخلفات الصلبة لقمامة المدن معالجة بيولوجية هوائية (دالي وآخرون، 2010؛ عثمان، 2007) يتراوح محتواها الرطوبي بين 30-50 %، وتعطي منتجات شبه خالية من الجراثيم الخطرة، وبيوض الطفيليات، بسبب ارتفاع الحرارة أثناء التخمير إلى أكثر من 60 درجة مئوية، التي تؤدي إلى قتلها وتفكيك موادها السامة، مما يجعلها آمنة بيئياً وصحياً ويجعلها أكثر قبولاً للاستعمال الفوري في الزراعة بأشكال مختلفة (Rhyner, 1995؛ Omer et al., 2006)، أو للتخزين لوقت الحاجة إليها دون مشاكل بيئية.

ستتم دراسة خصائص كومبوست قمامة وادي الهدة لتحديد درجة الأمان صحياً على المنتج، من خلال تأكيد خلوه من أو المعادن الثقيلة الضارة بصحة الإنسان. وتتجلى أهمية البحث في دراسة خصائص كومبوست القمامة للتعرف على التغيرات الحاصلة على خصائصه بعد الغسل أو بمرور الزمن، لدرء الأخطار البيئية والصحية والاقتصادية عن المزارعين ويهدف البحث إلى دراسة بعض خصائص الكومبوست الكيميائية بعد الغسل بالماء عدة مرات. ومراقبة التغيرات الحاصلة في بعض خصائص الكومبوست الكيميائية بمرور الزمن أو بعد استخدامه بالزراعة.

مواد البحث وطرائقه:

تم القيام بتجربتين للتعرف على تغيرات خصائص الكومبوست: التجربة الأولى بعد التخزين وبعد استخدامه في الزراعة، والتجربة الثانية بعد الغسل لمدة شهر، وذلك في الفترة مابين 2016/11/2 و2016/12/2 في مخابر البحوث الزراعية في طرطوس ودمشق.

تحضير الكومبوست:

بالنسبة للتجربة الأولى:

- عينات الكومبوست الجديد: تم الحصول عليها بعد اكتمال نضجها، وذلك بتخميرها لمدة شهرين وهي مدة كافية لاكتمال النضج، حسب شاهين (1996) الذي بين أن المدة الكافية لاكتمال النضج هي أربعة أسابيع، وذلك من أماكن متفرقة من كومة الكومبوست الناتجة عن تخمير النفايات العضوية وتم وضعها في أربعة أكياس من البولي إيثيلين.

- عينات الكومبوست القديم: أخذت من الكومبوست الذي تم تخزينه منذ عام قى أكياس من النايلون تحضيراً للبدء بهذه التجربة.

- عينات الكومبوست القديم بعد استخدامه في الزراعة وإنبات البذور: تم الحصول عليها من المشتل الزراعي بعد استخدام الكومبوست في تجارب الإنبات لمدة شهرين.

بالنسبة للتجربة الثانية: تم الحصول على عينات الكومبوست بعد اكتمال نضجها من أماكن متفرقة من نفس كومة الكومبوست السابقة التي أخذت منها عينات الكومبوست الجديدة في التجربة الأولى.

خطوات العمل:

إن الهدف من هذه التجارب معرفة التغيرات الحاصلة على خصائص الكومبوست، حيث تم أخذ العينات بشكل عشوائي دون الاعتماد على برنامج إحصائي محدد، فبالنسبة للتجربة الأولى:

وضعت كمية كافية من كل من العينات الثلاث من الكومبوست (الجديد والقديم والمستخدم في الزراعة) في أكياس صغيرة من النايلون بمعدل ثلاث مكررات لكل نوع من عينات الكومبوست ونقلت إلى المخابر المختصة في البحوث الزراعية لإجراء التحاليل المخبرية اللازمة عليها لمعرفة تغيرات درجة الحموضة والملوحة والمحتوى من N, P, K والعناصر الثقيلة والكربون العضوي والمادة العضوية.

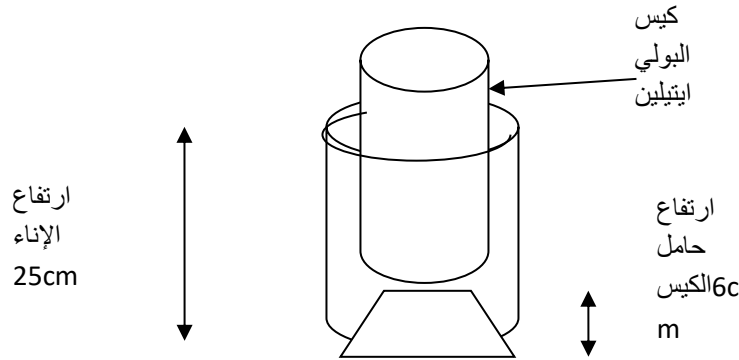
وبالنسبة للتجربة الثانية:

- تم وضع الكومبوست المشبع بالماء في أربع أكياس من البولي إيثيلين (الشكل 1).



الشكل 1. مكررات الكومبوست الأربعة في أكياس من البولي إيثيلين

- وضع كل كيس ضمن إناء بارتفاع 25/ سم يحتوي على حامل للكيس يرفعه عن قاع الإناء ارتفاع 6/سم (الشكل 2).



الشكل 2. مخطط مبسط يبين ارتفاع الإناء وحامل كيس البولي إيثيلين

- تم صب /200/ مل من الماء على كل كيس، وجمعت المياه الراشحة في قعر الإناء حيث تم أخذ /100/ مل كعينة أولى لقياس درجة الحموضة pH والملوحة EC والمحتوى من N, P, K وبعض العناصر الثقيلة.
- تم تكرار هذا العمل ثمان مرات بفواصل أربعة أيام بين مواعيد إضافة الماء ولمدة شهر ليتم الحصول على الراشح الناتج عن ثمان ريات.
- جمع الراشح الناتج عن كل رية بثلاثة مكررات في عبوات معقمة من البلاستيك ووضعت في البراد حتى انتهاء التجربة.
- تم إجراء التحاليل على الراشح الناتج في مخبر الهيئة العامة للبحوث الزراعية لمعرفة تغيرات درجة الحموضة، والملوحة بالملييموس/سم، والمحتوى من N, P, K والعناصر الثقيلة.

التحاليل والقياسات:

تم دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات الكومبوست المستخدمة في التجربة.

الخصائص الفيزيائية:

لمعرفة الخصائص الفيزيائية للوسط المدروس تم تسجيل الموصفات الخارجية كاللون والرائحة والملمس وتم حساب المحتوى من الزجاج وتم كذلك تحديد رطوبة الوسط الزراعي (%) حسب المعادلة التالية:

$$\text{الرطوبة \% وزناً} = \frac{\text{وزن الوسط الرطب (قبل التجفيف) (غ) - وزن الوسط بعد التجفيف (غ)}}{100 \times \text{وزن الوسط بعد التجفيف (غ)}}$$

الخصائص الكيميائية:

تم تقدير قيمة الـ pH باستخدام جهاز (pH meter) وذلك باعتماد مستخلص (1: 5) (وزناً:حجماً)، وتم قياس الملوحة (EC) باستخدام جهاز Conductivity Meter (عودة وشمشم، 2007)، وبالنسبة للمحتوى من المادة العضوية والكربون العضوي فقد تم قياسها كنسبة مئوية بطريقة الترميد على درجة حرارة (550) م لمدة (4) ساعات والفاقد بالوزن هو المادة العضوية ويوزن عادةً (4) غ، أما الكربون

فقد تم حسابه على أساس الكربون العضوي بتقسيم وزن المادة العضوية على العامل الثابت (2) (Schlichting and Blume, 1966) وتم حساب المحتوى من العناصر الغذائية وفقاً للطرائق المخبرية المبينة في الجدول (1).

الجدول 1. طرائق قياس العناصر المعدنية في الأوساط والنباتات.

الطريقة	العنصر المعدني
(كداهل) تعتمد الاستخلاص بكلوريد البوتاسيوم KCl والقراءة على شاشة الجهاز skalar (Richards, 1962)	N آزوت كلي % و P القابل للامتصاص %
الاستخلاص بأسيئات الأمونيوم والقراءة على جهاز فلام فوتومتر (Flam photometer ELE- Intertest BV) حسب (Richards., 1962)	K القابل للامتصاص ppm
بطريقة المعاملة بالفرسينات EDTA حسب (Johnson and Ulrich, 1959)	Mg المتبادل m eq/100g soil
جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrophotometer Mod. 210 VGP) حسب (Hesse, 1971; Mortved, et al., 1972)	Fe القابل للامتصاص p.p.m (Cu, Mn, Zn) القابل للامتصاص p.p.m p.p.m. (Pb, Cd, Ni, Cr)

التحليل الإحصائي:

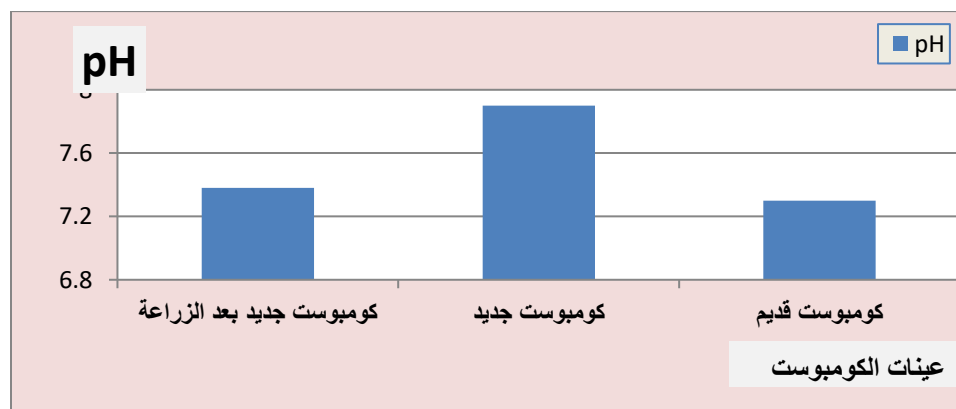
تم استخدام تحليل التباين ONE WAY ANOVA لمقارنة الخصائص الفيزيائية والكيميائية بين عينات الكومبوست الثلاث ولمعرفة معنوية الفروقات في هذه الخصائص بعد غسل الكومبوست ثمان مرات.

النتائج والمناقشة:

أولاً: نتائج التجربة الأولى (تحليل عينات الكومبوست الثلاث):

1- الحموضة (pH):

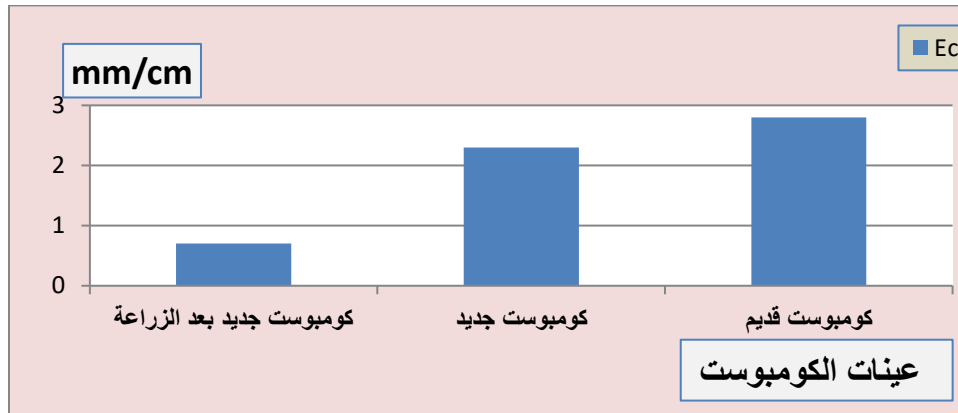
أظهرت نتائج دراسة نسبة الحموضة في المعاملات الثلاث ارتفاع واستقرار في قيمة الـ pH وتم عرض النتائج في الشكل (3). وتم دراسة الفروقات في نسبة الحموضة في الأوساط الثلاثة. حيث بينت النتائج انخفاض معنوي في قيم الـ pH (7.9) في معاملة الكومبوست الجديد بعد الزراعة عن قيم الـ pH في معاملة الكومبوست الجديد وانخفضت في معاملة الكومبوست القديم (7.3) مقارنة مع الكومبوست الجديد وكانت الفروق معنوية، وتخفض قيم الـ pH في الكومبوست بشكل معنوي بعد تخزينه أو استخدامه في الزراعة وذلك بسبب تحلل الكربوهيدرات والدهون الذي يؤدي إلى إنتاج الأحماض العضوية مما يقلل من الرقم الهيدروجيني ولكن يبقى في المجال المعتدل والمقبول وهو [6-7.5] (Atalia et al., 2015)، وهذا يتوافق مع العديد من الدراسات (Gabreal, 2010؛ Jackson et al., 2004).



الشكل 3. تغيرات قيمة الحموضة في عينات الكومبوست الثلاث

EC-2 (الناقلية الكهربائية) (m mhos/cm):

أظهرت نتائج دراسة الناقلية الكهربائية في الكومبوست بحالاته الثلاث ارتفاع قيمة الملوحة في الكومبوست الجديد وانخفاضها بعد التعرض للغسل والاستخدام بالزراعة وارتفاعها بالتخزين وبمرور الزمن (الشكل 4). يلاحظ ارتفاع واضح للملوحة في الكومبوست الجديد وانخفاضها بشكل معنوي بعد استخدام الكومبوست في الزراعة وارتفاعها بشكل معنوي بالتخزين لأنه وإجراء التحليل الإحصائي تبين وجود فروقات معنوية عالية في قيم الملوحة في الكومبوست بعد تخزينه أو استخدامه في الزراعة إلا أنه يبقى ضمن الحدود المسموحة (2.5 ميلي مhos/سم) حسب (المواصفات القياسية، 2010) حيث ينصح بغسله قبل الاستخدام.

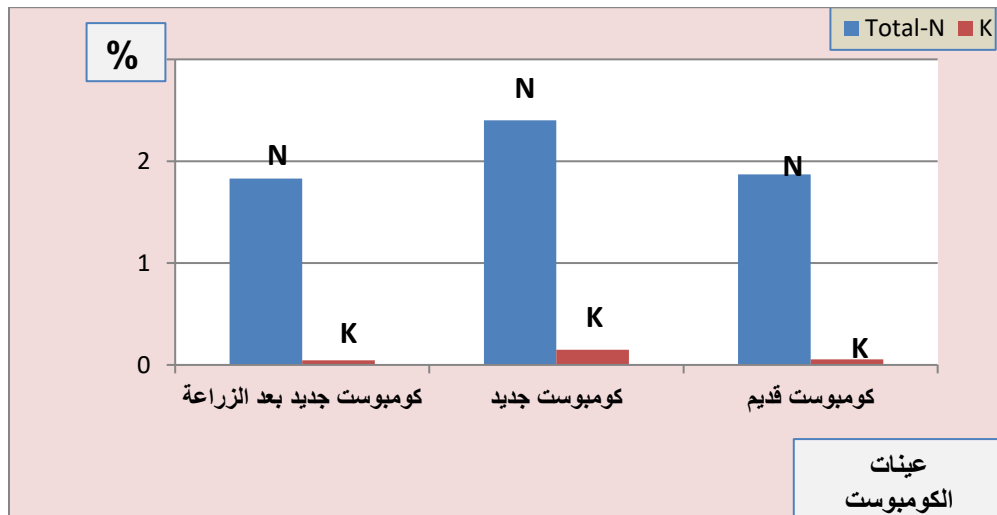


الشكل 4. تغيرات قيمة الملوحة في عينات الكومبوست الثلاث

3-المحتوى من بعض العناصر الغذائية:

3-1-المحتوى من الآزوت الكلي والبوتاسيوم:

يلاحظ من الشكل (5) انخفاض طفيف في المحتوى من الآزوت والبوتاسيوم في الكومبوست بعد تخزينه واستخدامه في الزراعة وهو انخفاض معنوي بالنسبة للبوتاسيوم فبعد إجراء التحليل الإحصائي One Oay Anova تبين أن $\text{sig}=0.00$ وهي أصغر من 0.05 وبالتالي يوجد فروق معنوية عالية في المحتوى من البوتاسيوم بين الكومبوست الجديد والقديم والمزروع به حيث تكون نسبته عالية عندما يكون جديد وتنخفض بشكل معنوي عند استخدامه بالزراعة وتخزينه أما بالنسبة للمحتوى من الآزوت فإن الآزوت قابل للغسل وغير قابل للتخزين (علاء الدين، 1997) ووجوده في الكومبوست خاضع لنسبة الرطوبة المتغيرة بتغير ظروف التخزين فقد كانت قيمة $\text{sig}=0.13$ وهي أكبر من 0.05 وبالتالي الفروق هنا غير معنوية ومحتوى الكومبوست من الآزوت لا يتغير معنوياً في حال استخدامه في الزراعة أو تعرضه للتخزين ويمكن تعليل انخفاض نسبة الآزوت بعد التخزين أنه في بداية التخزين يخضع الآزوت لتثبيت حيوي من قبل الكائنات الحية المتواجدة طالما نسبة الرطوبة كافية لذلك وعندما تنخفض نسبة الرطوبة تتوقف هذه العملية وفي التحاليل المخبرية لا يمكن كشف الآزوت المحتجز المثبت من قبل الكائنات الحية. (علاء الدين، 1997).



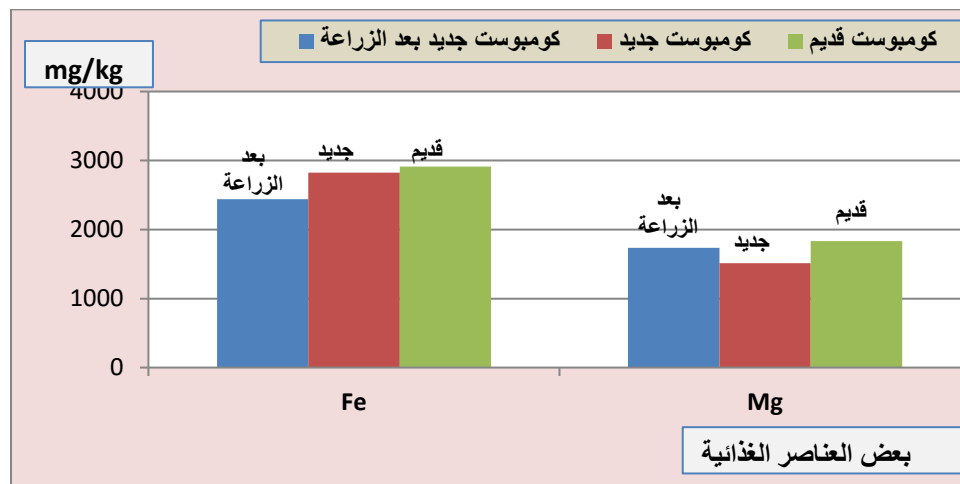
الشكل 5. تغيرات المحتوى من الأزوت والبوتاسيوم في عينات الكومبوست الثلاث

3-2- المحتوى من الفوسفور:

نتج عن التحاليل أن محتوى الكومبوست من الفوسفور هو (0.005 مغ/كغ) أي أنه بالآثار ولوحظ انخفاض طفيف في المحتوى من الفوسفور في الكومبوست بعد تخزينه واستخدامه في الزراعة وبعد إجراء التحليل الإحصائي تبين أن $\text{sig}=0.1$ وهي أكبر من 0.05 وبالتالي لا يوجد فروق معنوية عالية في المحتوى من الفوسفور حيث انخفض المحتوى بشكل غير معنوي بعد استخدامه في الزراعة أو تعرضه للتخزين.

3-3- المحتوى من المغنيزيوم والحديد:

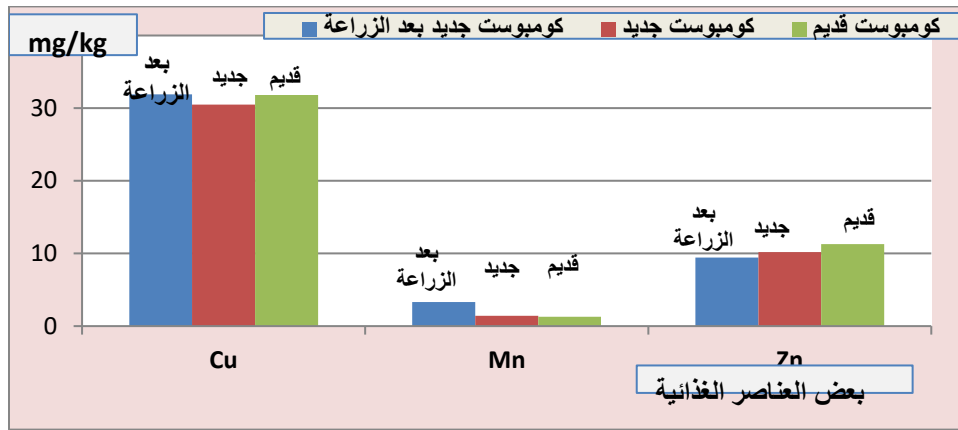
يبين الشكل (6) تغيرات محتوى الكومبوست من الحديد والمغنيزيوم بعد تخزينه واستخدامه في الزراعة، ويلاحظ زيادة غير معنوية في محتوى الكومبوست من والمغنيزيوم في معاملي الكومبوست بعد تخزينه واستخدامه في الزراعة وهذا ما أكدته Leogrande *et al* (2016) ، وبالنسبة للحديد لوحظ زيادة في معاملة الكومبوست بعد التخزين ونقصانه بعد الاستخدام بالزراعة وهذه التغيرات غير معنوية لأنه وبإجراء التحليل الإحصائي تبين أن $\text{sig} = 0.52$ بالنسبة للحديد و $= 0.09$ بالنسبة للمغنيزيوم وهي أكبر من 0.05 وبالتالي الفروقات هنا غير معنوية.



الشكل 6. تغيرات المحتوى من الحديد والمغنيزيوم في عينات الكومبوست الثلاث

3-4- المحتوي من النحاس والزنك والمنغنيز:

يبين الشكل (7) محتوى الكومبوست بحالاته الثلاث (جديد وقديم وبعد استخدامه بالزراعة) من النحاس والزنك والمنغنيز حيث يتضح استقرار في نسب هذه العناصر ولا يوجد فروقات واضحة بمحتواه منها بعد تخزينه أو استخدامه بالزراعة. ويبين الشكل (7) ارتفاع بسيط في المحتوى من النحاس والزنك بعد استخدامه في الزراعة وهذه التغيرات غير معنوية لأنه وبإجراء التحليل الإحصائي تبين أن $\text{sig} = 1.28$ بالنسبة للنحاس و $\text{sig} = 0.69$ بالنسبة للزنك وهي أكبر من 0.05 وبالتالي الفروقات غير معنوية. أما بالنسبة للمنغنيز يلاحظ ارتفاع طفيف في المحتوى من المنغنيز بعد تخزين الكومبوست و بإجراء التحليل الإحصائي One Way Anova تبين أن $\text{sig} = 0.01$ وهي أصغر من 0.05 وبالتالي يوجد فروق معنوية في المحتوى من المنغنيز حيث يزيد محتوى الكومبوست من المنغنيز بشكل معنوي بعد تخزينه و استخدامه في الزراعة ويمكن أن نرجع ذلك إلى تغيرات في نضج الكومبوست (Garcia et al., 2009).



الشكل 7. تغيرات المحتوى من الزنك والمنغنيز والنحاس في عينات الكومبوست الثلاث

4- المحتوي من بعض العناصر الثقيلة:

من الجدول (2) يلاحظ ازدياد بفروقات معنوية طفيفة في الكاديوم بعد تخزينه و استخدامه في الزراعة وبعد غسله لأن $\text{sig} = 0.013$ وهي أصغر من 0.05 إلا أنه مازال ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية السورية (0.م.ق.س) 2010/3556 وهي (0.5). ولوحظ ازدياد طفيف في محتوى الكومبوست من (Cr, pb) بعد تخزينه واستخدامه في الزراعة وكلها ضمن الحدود المسموح بها في م.ق.س 2010/3556 حيث لوحظ ازدياد بفروقات معنوية قليلة جداً في قيمة الرصاص بعد تخزينه واستخدامه في الزراعة لأن $\text{sig} = 0.045$ وهي أصغر من 0.05 إلا أنه مازال ضمن الحدود المسموح بها ولا تشكل عبء على زراعة الخضار للمستهلكين وللعاملين ضمن المجال (Gopinathan and Thirumurthy, 2012).

الجدول 2. محتوى عينات الكومبوست من بعض العناصر الثقيلة

العناصر الثقيلة	الحدود المسموح بها حسب م.ق.س	كوميوست جديد بعد الزراعة	كوميوست مخزن	كوميوست جديد
Cr	0.5 مغ/كغ	0.7	0.2	0.23
Cd	50 مغ/كغ	13.1	11.3	10.3
Pb	50 مغ/كغ	26.8	19.3	19.2

5- المحتوي من الكربون العضوي والمادة العضوية:

يلاحظ من الجدول (3) ارتفاع واضح لنسبة المادة العضوية والكربون العضوي في الكومبوست بحالاته الثلاث وهذا طبيعي؛ لأن مكونات القمامة معظمها فضلات عضوية نباتية سيلولوزية المصدر (Garcia, et al, 2009). كما أنه ينخفض بشكل معنوي بمرور

الزمن وبعد الاستخدام بالزراعة لأن الكائنات الدقيقة الميكروبية تتغذى عليها وهذه الفروقات معنوية لأته و بإجراء التحليل الإحصائي تبين أن $\text{sig}=0.00$ بالنسبة لكل من الكربون والمادة العضوية وهي أصغر من 0.05 وبالتالي يوجد فروق معنوية في المحتوى من C بين الكومبوست الجديد والمخزن والمستخدم في الزراعة.

الجدول 3. نسبة الكربون العضوي والمادة العضوية ونسبة C/N في عينات الكومبوست الثلاث

OM%	%C	% N	C/N	عينات الكومبوست الثلاث
.5205	26.25.	1.91	13.22	كومبوست جديد بعد الزراعة
.945	27.45	1.87	14.76	كومبوست قديم
64..2	32.1	2.5	12.84	كومبوست جديد

6-نسبة الكربون للأزوت C/N:

من الجدول (3) يلاحظ أن نسبة C/N عند الكومبوست هي (13/1) وهي نسبة جيدة وأعلى من المجال الجيد للنمو وانتشار الجذور وهو [30/1-20/1] (Atalia et al, 2015)، ولا يوجد فروق معنوية في قيمة هذه النسبة في الكومبوست بحالاته الثلاث المدروسة وهي قيمة جيدة لنمو الجذور وانتشارها حسب علاء الدين وأمين (1998) حيث يمكن القول أن النسبة C/N هي دليل نضج واستقرار الكومبوست معاً.

ثانياً: نتائج التجربة الثانية (تحليل الراشح الناتج عن غسل الكومبوست):

الخصائص الفيزيائية:

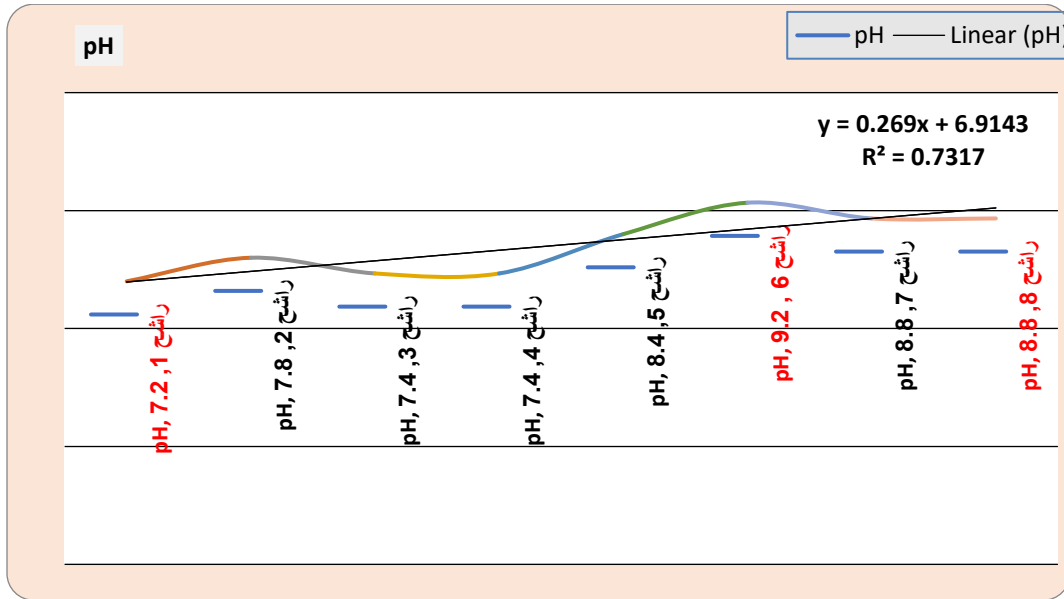
من المراقبة الحسية بالعين المجردة وبالحس اليدوي للأكياس الحاوية على الكومبوست أثناء مجريات التجربة لوحظ الآتي:

- بناء الكومبوست مفكك غير مترابط ويخلو من أية مادة ملاطية معدنية أو دبالية غروية لاصقة ومن أي ألياف، ومكوناته غير متجانسة بالحجم، وهذا ما يؤكد (علاء الدين وأمين، 1998).
- عدم اتساخ الأيدي به عند مسكه بقبضة اليد والضغط عليه منذ بداية التجربة وحتى نهايتها أي حتى بعد تعرضه للغسل، وهذا يدل على أن درجة تهدم المادة العضوية غير مكتمل (علاء الدين، 2001)، وهذا دليل على عدم النضج الكامل.
- اللون في البداية كان بني ثم أصبح بني مائل للسواد مع ازدياد الرطوبة ويتوافق ذلك مع ما أشار إليه أشار Keith and Jackie (2006) إلى أن الكومبوست الجيد الناضج يجب أن يكون داكن بني مسود أو أسود، من دون رائحة كريهة.
- تميزت الرائحة في بداية التجربة بأنها غير كريهة أو لاذعة أو مخرشة، بل كانت رائحته مقبولة، يمكن تحملها أثناء العمل به في المشاتل وخاصة في الأماكن المفتوحة؛ وهذا لا يخالف شروط الكومبوست الجيد التي أشار لها (Keith and Jackie, 2006)، إلا أنها أصبحت كريهة في نهاية التجربة وهي ناتجة عن العفن المتشكل عليها.
- تشكل طبقة بيضاء على سطح الكومبوست/ وهي عبارة عن أملاح ناتجة عن صعود الماء إلى سطح الكومبوست بالخاصة الشعرية وتبخره (علاء الدين، 1997).
- تشكل ونمو بعض الفطريات والتعففات الناتجة عن الرطوبة وارتفاع قيمة ال pH. وانتشار أنواع من الحشرات بشكل ملحوظ وكبير.

1-الحموضة (pH):

لوحظ وبالعين المجردة تشكل الفطريات في أكياس الكومبوست، وبينت نتائج التحليل ارتفاع واضح لقيمة ال pH في الكومبوست وأنها تميل للارتفاع في كل العينات الشكل (8). وهذا يعود إلى تحرير الأمونيا من الأحماض الأمينية (البروتين الموجود بالكومبوست) مما

يزيد من قيمة الرقم الهيدروجيني بسبب الأمونيا (Atalia *et al.*, 2015)، وعليه فإن قيم الحموضة للكومبوست تصبح مائلة للقلوية مما يشجع على نمو وتشكل الفطريات التي تتأقلم مع نطاق واسع من درجة الحموضة بين 5.5 و 8.0 وهذا ما أكدته (Gabreala, 2010)

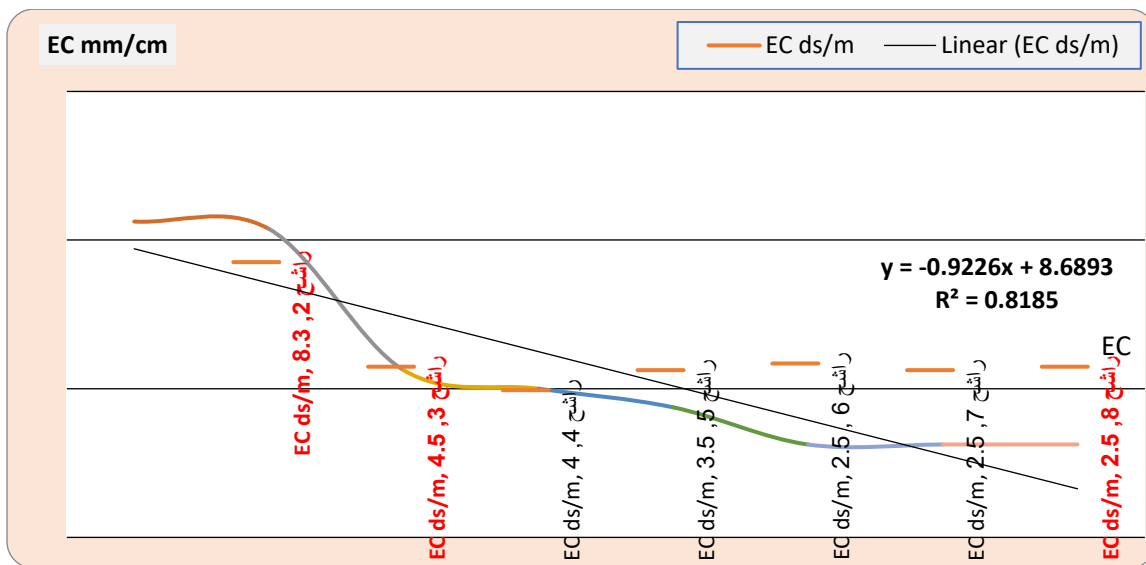


الشكل 8. تغيرات الحموضة في العينات الثمان للراشح الناتج عن غسل الكومبوست

ويلاحظ من الشكل (8) ارتفاع طفيف لقيمة الـ pH في الكومبوست لعينة الراشح الثامنة مقارنة بالراشح الأول وتبين أن هناك تغير معنوي في تركيز الـ pH بزيادة عمليات الري.

EC-2 (الناقلية الكهربائية) Electrical Conductivity (m mhos/cm):

تم قياس قيمة الناقلية الكهربائية للمعاملات الثمان وتم عرض النتائج في الشكل (9) حيث بينت النتائج ارتفاع قيمة الناقلية الكهربائية في الكومبوست، وبالتالي ارتفاع الملوحة وهذا يتوافق مع نتائج (Manios, 2002) الذي بين أن الكومبوست مرتفع الملوحة، ولكنها لاتزال ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية السورية (م.ق.س).

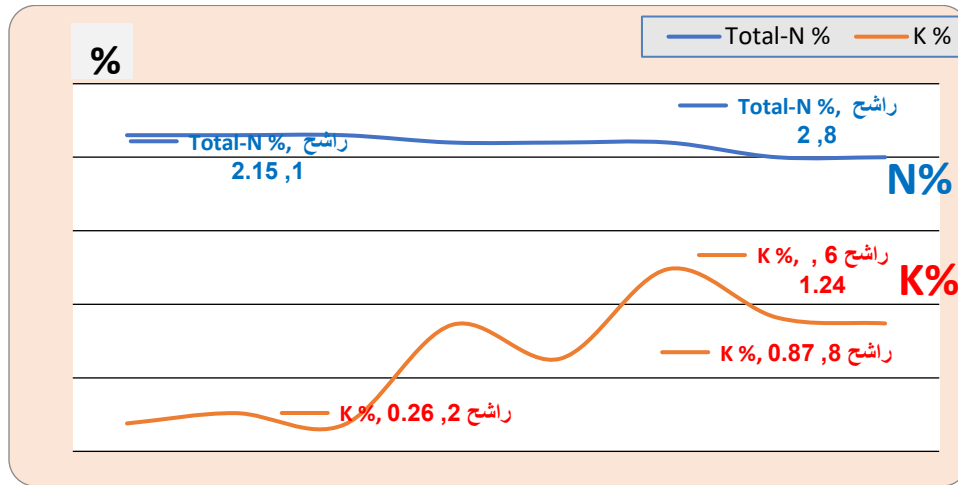


الشكل 9. تغيرات الملوحة في العينات الثمان للراشح الناتج عن غسل الكومبوست

يلاحظ في الريّة الأولى ارتفاع واضح للملوحة ثمّ تتخفّف بعد غسل الكومبوست وسقايته وتبين أنّ $\text{sig} = 0.00 > 5\%$ أي أنّ الناقلية الكهربائية تتخفّف بشكل معنوي بزيادة عمليات الغسل بمرور الزمن.

3-المحتوى من الأزوت الكلي والبوتاسيوم:

نسبة الأزوت في المحلول الناتج عن سقاية الكومبوست مرتفعة وهي أعلى من 2% وزناً (الشكل 10)، وهي نسب مطلوبة لنمو جيد ومتطور (Leogrande *et al.*, 2016). كما أنّ Gabreala, (2010) أشار إلى أنّ محتوى الكومبوست الجيد من العناصر المعدنية الغذائية وخاصة الأزوت، هو دليل على استقرار الكومبوست.



الشكل 10. تغيرات المحتوى من الأزوت والبوتاسيوم في العينات الثمان للراشح الناتج عن غسل الكومبوست

يلاحظ من النتائج استقرار المحتوى من الأزوت في الكومبوست مع انخفاض طفيف في الريات السادسة والسابعة وهذه التغيرات غير معنوية لأن $\text{sig}=0.9 < 0.05$ بالنسبة للأزوت؛ أما بالنسبة للبوتاسيوم فنلاحظ ارتفاعاً تدريجياً معنوي في المحتوى من البوتاسيوم حتى الريّة السادسة ثمّ ينخفض لأن $\text{sig} = 0.00 > 0.05$. ويمكن تعليل ارتفاع نسبة البوتاسيوم بكون معظم المكونات الموجودة في النفايات والتي نتج الكومبوست عن تخمرها هي منزلية طرية غير مجففة وبالتالي الخلايا مليئة بالسيتوبلازم ومن المعروف أنّ محتويات السيتوبلازم مليئة بالكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم (علاء الدين، 1997).

4-المحتوى من الفوسفور:

تبين نتائج تحليل الراشح الناتج عن سقاية الكومبوست أنه يحتوي نسبة صغيرة من الفوسفور ضئيلة لدرجة الآثار (0.002) أي نلاحظ استقرار في المحتوى من الفوسفور، ومع ازدياد عدد الريات انخفضت هذه النسبة بشكل غير معنوي حيث نتج عن التحليل الإحصائي تبين عدم وجود فروقات معنوية بالمحتوى من الفوسفور في الكومبوست بازدياد عدد الريات لأن $\text{sig} = 0.5 < 0.05$ (الجدول 4).

الجدول 4. تغيرات المحتوى من الفوسفور في العينات الثمان الناتجة عن غسل الكومبوست

الراشح الناتج عن ثمان ريات	1 رشح	2 رشح	3 رشح	4 رشح	5 رشح	6 رشح	7 رشح	8 رشح
P %	0.002	0.002	0.001	0.001	0.003	0.002	0.003	0.002

5-المحتوى من بعض العناصر الثقيلة:

بدراسة محتوى المحلول الناتج عن سقاية الكومبوست تبين أنّ قيمة العناصر الثقيلة ظلت ضمن الحدود المسموح بها في المواصفات القياسية السورية الجدول (5) وهذا ما أشار إليه Gopinathan and Thirumurthy (2012).

ويبين الجدول (5) الحدود المسموح بها في تركيب الكومبوست من العناصر الثقيلة، حيث يلاحظ ازدياد طفيف غير معنوي في محتوى الكومبوست من عنصرى Cr، pb مع بقائهما ضمن الحدود المسموح بها في م.ق.س 2010/3556، وهذا الازدياد طبيعي وفقاً لما أكده (Richard 1992) أن المعادن الثقيلة لا تتحلل خلال عملية التخمير وتشكيل السماد بل يمكن أن يزيد تركيزها بسبب فقدان الكربون والماء من السماد الناتج عن التحلل. ويبين الجدول تغيرات محتوى المحلول الناتج عن سقاية الكومبوست من الكاديوم ونلاحظ انخفاض في المحتوى من الكاديوم بشكل معنوي.

الجدول 5. تغيرات المحتوى من بعض العناصر الثقيلة في العينات الثمان للراشح الناتج عن غسل الكومبوست

العناصر الثقيلة	الحدود المسموح بها مغ/كغ	راشح 1	راشح 2	راشح 3	راشح 4	راشح 5	راشح 6	راشح 7	راشح 8
Cr	50	10.9	14.2	12.3	11.5	14.4	15	9.2	9.02
Pb	50	14.4	16	16	19.4	19.1	19.2	19.1	19.3
Cd	0.5	0.3	0.4	0.3	0.29	0.28	0.18	0.2	0.19

الاستنتاجات:

من إيجابيات الكومبوست المدروس الناتج عن القمامة بأنه وسط آمن للإستخدام والنقل والزراعة فيه ومحتواه آمن من العناصر الثقيلة، ووسط سمادي رخيص ومتوفر بالكمية والنوعية باستمرار، إضافة إلى انخفاض الملوحة بزيادة عمليات الري. ومن سلبيات الكومبوست المدروس الناتج عن القمامة هي حاجته الكبيرة للري تحد من استخدامه عند الري التقليدي (يحتاج كمية كبيرة من الماء)، واحتوائه على نسبة من الأجسام الغريبة (الزجاج والمعادن) غير القابلة للإنحلال أو الذوبان مع الزمن، قد يقيد استخدامه، وصدور رائحة غير محببة، وتكاثر الحشرات في حال تخزينه أو استخدامه لوحده دون خلط مع التربة.

التوصيات:

للاستخدام الأمثل للكومبوست توصي الدراسة بتحسين خواص الكومبوست الفيزيائية بإضافة أوساط ناعمة الأجزاء، وضرورة سقاية وغسل الكومبوست قبل استخدامه كوسط زراعي، واستخدامه في مجالات وأماكن مفتوحة، ويمكن استخدامه بشكل آمن بعد التخزين.

المراجع:

- أصغري، أحمد فيصل (2001). المنافع البيئية والاقتصادية لتدوير النفايات البلدية الصلبة في المدن العربية. الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية العربية، وزارة التعليم العالي. 20 صفحة.
- الأسو، إسعاف (2014). دراسة إمكانية استخدام بقايا النباتات البحرية كأوساط زراعية في المشاتل. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة تشرين. 216 صفحة.
- الزعيبي، محمد منهل ومصطفى البلخي (2007). دراسة تأثير تقليم أشجار العنب والزيتون في الزراعة بعد تحويلها إلى كمبوست وتخصيبيها بالكائنات الحية الدقيقة على بعض خواص التربة وإنتاجية البطاطا. ندوة إدارة واستثمار ترب المناطق الجافة خلال الفترة من 29-31/11/2007. جامعة حلب.
- حرفوش، شفق (2013). دراسة بعض التأثيرات البيئية المحتملة في الموارد المائية لمركز وادي الهدة لمعالجة المخلفات الصلبة في طرطوس، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تشرين، 106ص.

- دالي، يائل ومصطفى البلخي ومحمود حميد (2010). إنتاج السماد العضوي (الكومبوست) بتخمير بعض المخلفات الزراعية. مجلة المنيا للعلوم الزراعية. 30(2): 259-281.
- شاهين، هيثم (1996). معالجة المخلفات الصلبة. كتاب جامعي، قسم الهندسة البيئية، منشورات جامعة تشرين. ص 300.
- عثمان، جنان (2007). دراسة تأثير استخدام الأسمدة العضوية في زراعة وإنتاج البطاطا كمساهمة في الإنتاج العضوي النظيف. رسالة ماجستير، جامعة تشرين، كلية الزراعة. 97 صفحة.
- علاء الدين، حسن (2001). هل العرجوم هو الوسيط الزراعي البديل لتربية الشتول الحراجية عليه في المساكب (المشاتل)؟. سلسلة العلوم الأساسية والهندسية، جامعة اليرموك، الأردن. 10(2ب): 45-63.
- علاء الدين، حسن (1997). دراسة الأوساط الزراعية العضوية في المشاتل. منشورات أسبوع العلم الثامن والثلاثون، جامعة البعث، حمص، سورية.
- علاء الدين، حسن وطلال أمين (1998). الفضلات الخشبية وآفاقها المستقبلية للاستخدام في المشاتل الحراجية كأوساط زراعية. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الزراعية. 20(8): 105-120.
- عودة، محمود وسمير شمشم (2007). خصوبة التربة وتغذية النبات. الجزء العملي منشورات جامعة البعث، حمص، سورية. 290 صفحة.

هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، المواصفة القياسية رقم 2010/3556

- Atalia, K.R.; D.M. Buha; K.A. Bhavsar; and N.K. Shah (2015). A Review on composting of municipal solid waste. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*. 9(5). 20-29.
- Chahin, H.; and A. Awad (2001). Ecological assessment of solid waste treatment system at Latakia city. 11th EURO-ARAB Conference for the Environment, Rostock, Germany, 24-26 April. (PP. 33-41).
- Gabreal, A. (2010). Physico-chemical and microbiological composition of composts from Bucharest municipal waste. 62-66.
- Garcia, C.; A. Ruiz-Navarro; N. Garcia-Franco; and G.G. Barbera (2009). Effects of organic composts on soil properties: Comparative evaluation of source-separated and non-source-separated composts. 1st Spanish National Conference on Advances in Materials Recycling and Eco-Energy Madrid. 12-13 November. 6-62.
- Garcia-Gomez, A.; M.P. Bernal; and A. Roig (2002). Growth of ornamental plants in two composts prepared from agro industrial wastes. *Bioresource Tech.*, 83: 81- 87.
- Gopinathan, M., and M. Thirumurthy (2012). Evaluation of phytotoxicity for compost from organic fraction of municipal solid waste and paper & pulp mill sludge. *Environmental Research Engineering and Management*. 59(1).
- Hesse, P.R. (1971). *A Text book of soil chemical analysis*. John Murray London UK.
- Jackson, M.L. (1958). *Soil chemical analysis*. Prentice Hall Inc. Englewood. Cliffe N. J., 151-153 and 331-334.

- Jackson, L.; I. Ramirez; L. Murphree; R. Yokota; W. Chaney; F. Doltt; S. Koike; R. Smith; and M. Cantwell (2004). Effect of compost on soils and vegetable production, USA, University of California.
- Keith, R.B.; and J.T. Greenfield (2006). Composting on organic farms. the Center for Environmental Farming Systems, NC state University (pp. 25).
- Leogrande, R.; C. Vitti; O. Lopodota; D. Ventrella and F. Montemurro (2016). Saline water and MSW compost. Effects on yield of maize crop and soil responses. 1863-1873.
- Manios, T. (2002). The composting potential of different organic solid wastes experience from the island of Crete, Environment International. 29:1079 – 1089.
- Mortved, J.J.; P.M. Giordano; W.L. Lindsay; R.C. Dinauer; V.S. Clark; and P. Eite (1972). Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. Amer., Inc. Madison, Wisconsin U.S.A,
- Ömer, H.D.; K. Gülgün; and Ö. Saim (2006). Effects of organic waste substrates on the growth of impatiens. Sakarya University, Turkey. Turk. J. Agric. 30:375-381.
- Rhyner, R. (1995). Waste management and resource recovery. CRC press, Inc. 228-230.
- Richards, L.A. (1962). Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Agricultural hand book no 60. United States Department of Agriculture.
- Richard, T.L. (1992). Municipal solid waste composting: physical and biological processing. Biomass Bioenergy. 3:163–180.
- Schlichting, E.; and H.P. Blume (1966). Bodenkundliches Praktikum. Parey Verlag Berlin und Hamburg.

**Study of Some Garbage Compost Properties Produced by Wadi
Al-Hada Center for Solid Waste Treatment in Tartous**
Hasan Alaa Aldeen⁽¹⁾ Saosan Haifa⁽²⁾ Ibrahim Nishfi⁽¹⁾ and Shafak
Harfoush^{*(1)}

(1). Forestry and Environment Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria.

(2). Soil Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria.

(*Corresponding author: Eng: Shafak Harfoush. E-Mail: shafakhar@hotmail.com).

Received: 29/04/2018

Accepted: 23/07/2018

Abstract

The research was carried out at the laboratories of the General Commission for Scientific Agricultural Research GCSAR, during the period 2/11/2016 to 2/12/2016. It aimed to study some of the compost characteristics of organic matter fermentation at Wadi Al - Huda Center for solid waste treatment in Tartous. Two experiments were carried out to identify the changes in its characteristics, the first experiment after the use in agriculture or over time after storage for a year with three replicates for each treatment, and the second for the compost filter after washing eight times and three replicates per leachate. The results showed good content of the organic material in the three compost treatments (new, planted, stored), and the percentage of organic matter significantly decreased after cultivation, C/N ratio= 1/13 and good content of major essential nutrients. The percentage of heavy elements within the permissible limits, without significant differences between the three treatments, but it was found that the salinity decreases after the use in agriculture and increased after storage significantly, while the value of pH was reduced by insignificant differences after storage and use in agriculture. The increase in the washed compost led to an intestinal increase in the value of pH and a significant decrease in the value of salinity and relative stability in the content of nutrients and heavy elements.

Keywords: Compost, Salinity, Acidity, Heavy elements, Organic matter.