مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (2) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (1) 2013

التخمير المشترك للحمأة مع النفايات النباتية

الدكتور حسين جنيدي [*]
الدكتور هيثم جناد [**]
نواره عباس [***]

(تاريخ الإيداع 5 / 11 / 2012. قُبِل للنشر في 18/ 12 / 2012)

∇ ملخّص ∇

أجريت الدراسة خلال الفترة 2010–2012 في كلية الهندسة المدنية في جامعة تشرين , بهدف الحصول على سماد عضوي من (الحمأة مع المخلفات النباتية), وذلك من خلال تخميرها على شكل كومة وضمن جهاز معزول.

شملت الدراسة تغير التركيب الفيزيائي والكيميائي للمخلفات في أثناء عملية التخمير حيث وصلت درجة الحرارة في مركز الكومة إلى 70 درجة مئوية، وفي الجهاز تجاوزت درجة الحرارة 70 درجة مئوية لتصل إلى 72 درجة مئوية ,أما عن ال **pH** في المادة المخمرة فقد وصل إلى 7.4 في الكومة، و7.45 في الجهاز, وانخفضت النسبة **C/N** من 30/1 إلى 18/1 للكومة، و17/1 للجهاز, وتبين موت 99% من بيوض الديدان المعوية بعد 26 يوماً من بداية عملية التخمير عن طريق التكويم، و97% من بيوض الديدان المعوية قد ماتت بعد 12 يوماً من بداية عملية التخمير في الجهاز.

الكلمات المفتاحية: الحمأة– التخمير– كومبوست.

[*] **مدرس– المعهد العالي لبحوث البيئة– جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.**
[**] **مدرس– كلية الهندسة المدنية– قسم البيئة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
[***] **طالب دراسات عليا (ماجستير)– كلية الهندسة المدنية– قسم البيئة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (2) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (1) 2013

Co-Compost Of The Sludge With Plant Waste

Dr. Hussien Juniedi[*]
Dr. Haetham Jnad[**]
Nawara Abbas[***]

(Received 5 / 11 / 2012. Accepted 18 / 12 / 2012)

∇ ABSTRACT ∇

The study was conducted during the period 2010-2012 in the Faculty of agriculture at the University of Tishreen, with a view to obtain organic fertilizer (sludge with plant waste), through compost it in the form of a pile within an isolated device. The changes have been monitoring with some physical and chemical properties of the fermented substance for the duration of fermentation, by taking samples each month and analyzed them in the laboratory.

The study has included change physical and chemical residue during the fermentation process, where the temperature has reached in the center of pile to 70 degrees Celsius and the device temperature exceeded 70 degrees Celsius to 72 degrees Celsius, and either of the pH in the fermented substance had arrived to the 7.4in the pile and 7.45 in the device, the percentage had dropped C/N from 30/1 to 18/1 of the pile and 17/1 of the device, showing the death of 99% of the huminth eggs of the intestinal worms after 26 days from the beginning of the composting process by crumpling and 97% of the huminth eggs intestinal worms had died after 10 days from the beginning of the composting process in the device.

Keywords: Sludge, Compost, Co-comost**.**

[*]**Assistant Professor,Environmental Engineering Department, Faculty Of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia,Syria**
[**]**Assistant Professor,Environmental Engineering Department, Faculty Of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia,Syria**
[***]**Postgraduate Student, Dep Of Environmental Engineering, Faculty Of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.**

مقدمة:

تشكو التربة الزراعية في سورية وأغلب الدول العربية من قلة المادة العضوية نتيجة فعل درجة الحرارة العالية، لذلك يلجأ المزارع إلى إضافة الأسمدة الكيميائية ولاسيما الآزوتية التي تؤدي إلى تلويث البيئة، لذلك يجري البحث في أنحاء العالم المختلفة عن مخصبات ومغذيات آمنة يمكن أن تكون بديلاً من الكيماويات المستخدمة في تخصيب التربة وتغذية النبات, وبدأ التركيز على أهمية المادة العضوية ودورها في هذا المجال , فالمادة العضوية وإن كانت توجد في التربة بنسب بسيطة إلا أنها ذات أثر عظيم على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للتربة، وهذا ما ولد الاهتمام بالعودة إلى الطبيعة من جديد, فزاد الحرص على استخدام السماد العضوي في أنظمة الزراعة الحديثة في محاولة لتقليص استخدام الكيماويات شيئاً فشيئاً في الزراعة.

وفي السنوات الأخيرة بدأت سورية بإقامة محطات لمعالجة مياه الصرف الصحي في المدن الرئيسة والمناطق الريفية، وذلك لأغراض صحية وبيئية، ويتوقع نتيجة لذلك تراكم كميات كبيرة من الرواسب (الحمأة) على اعتبار أن كميتها الجافة المنتجة في العالم تقدر بحوالي (25–40)كغ/سنة لكل مواطن، وهذا يقتضي البحث عن طرق وأساليب ملائمة لمعالجتها بغرض التخلص منها وإمكانية الاستفادة منها للأغراض الزراعية ، بسبب احتوائها على مواد مغذية مخصبة للتربة والنبات, بالإضافة إلى وجود الحمأة فإن النفايات الزراعية الخشبية، والخضراء متوافرة بكثرة في منطقة الساحل ولاسيما تلك المحاصيل التي تنتج كميات هائلة من المخلفات النباتية , إذ يشكل التخلص منها أزمة حقيقية على الصعيد الزراعي والبيئي.

أهمية البحث وأهدافه :

تتلخص أهمية البحث في مايلي :

1. إن المنطقة الساحلية ذات تجمعات سكانية صغيرة، وإن تنفيذ محطات المعالجة للقرى يندرج ضمن خطة وزارة الإسكان والتعمير، وشملت الدراسة الإقليمية للحد من التلوث الناجم عن الصرف الصحي على 57 محوراً و 42 محطة معالجة موزعة على مناطق المحافظة، منها في منطقة اللاذقية 14 محوراً و9 محطات **[1]**، وجميعها تعتمد طريقة التهوية المديدة في المعالجة ويساعد هذا البحث في إيجاد طريقة جديدة للاستفادة من حمأة هذه المحطات قد تكون أكثر ملاءمة واقتصادية .
2. إعادة استخدام النفايات النباتية الخشبية، والخضراء إضافة إلى حمأة الصرف الصحي، للوصول إلى تشكيل سماد عضوي آمن، وهذا يحقق غرضين في آن واحد، أولهما حماية البيئة والصحة من مخاطر النفايات، ثانيهما رفد الاقتصاد الوطني بمصدر جديد للسماد العضوي نستعيض من خلالها عن استيراد مثل هذه المنتجات .

ويهدف البحث إلى:

1. الحصول على سماد عضوي آمن وطبيعي عالي المواصفات من خلال عملية التخمر الهوائي المشترك لنوعين من النفايات (حمأة الصرف الصحي، النفايات النباتية والخضراء) .
2. تحديد ظروف التخمر المشترك المثلى للحصول على السماد العضوي الغني بعناصر التغذية والآمن صحيا.

طرائق البحث ومواده:

1. تصميم الجهاز:

الجهاز عبارة عن اسطوانة سعتها 200 لتر يحتوي في الداخل على أنبوب معدني محوري مثقب مغلق من أحدى الجهتين كي يسمح بدخول الهواء مهمة هذا الأنبوب تهوية الخليط داخل الجهاز بالإضافة إلى ثلاثة أنابيب معدنية تساعد في عملية الخلط والتقليب ,كما يوجد مقبض خارجي للقيام بعملية التدوير (منويل).

الشكل رقم (1): صورة الجهاز المصمم.

2. التجارب المخبرية التي استخدمت فيها الأجهزة التالية:

- جهاز كلداهل لتحديد نسبة الآزوت الكلي.
- استخدام طريقة الهضم الرطب لتحديد النسبة المئوية للكربون العضوي.
- جهاز قلم ال pH الحقلي لتحديد قيمة ال pH, مع ميزان حساس لوزن العينات, ميزان حرارة لقياس درجة الحرارة, الكريك لخلط العينة.
- المجهر, والحاضنة, مثفلة, عدادة سيدفيك – رافتر لتحديد تعداد بيوض الديدان المعوية.
- برامج مساعدة,Excel.

شرح بعض المفاهيم المتعلقة بموضوع الدراسة:

الحمأة: مزيج شبه صلب من المواد العضوية المحملة بالبكتريا والفيروسات والمعادن السامة والمواد الكيميائية بالإضافة إلى المواد الصلبة المترسبة، والمزالة من مياه الصرف الصحي والصناعي في محطات المعالجة، وعلى اعتبار أن كمية الحمأة الجافة المنتجة في العالم تقدر بحوالي (25–40)كغ/سنة لكل مواطن **[2]**، لابد من البحث عن طرق وأساليب ملائمة لمعالجتها، بغرض التخلص منها، وإمكانية الاستفادة منها للإغراض الزراعية, بسبب احتوائها على المواد المغذية المخصبة للتربة.

مع مراعاة أن معالجة الحمأة لوحدها تمثل من30%إلى 40% من كلفة بناء أو إقامة محطات معالجة الصرف الصحي، كما تمثل 50%من تكاليف استثمار هذه المحطات، وحوالي 90% من مجمل مشاكل الاستثمار لمحطات المعالجة**[3]**.

لذلك فإن المسؤولين عن محطات المعالجة عمدوا إلى إيجاد طرق للتخلص من الحمأة دون معالجتها رغم مساوئ عملية التخلص، ومن أهم الطرق المتبعة :

1. رمي الحمأة في البحر لكن ذلك يسبب تلوث البيئة البحرية خاصة إذا كانت كمية الحمأة المطلوب التخلص منها كبيرة .
2. ترميد الحمأة: وتتطلب هذه العملية تحديد مواصفات المنتجات الثانوية لعملية الترميد من أجل تقليل الأخطار الصحية والبيئية التي قد تنتج عن هذه المنتجات بالإضافة ألى الكلف العالية لهذه العملية.
3. الطمر في مطامر خاصة ولكن المطامر المستخدمة لهذه العملية يجب أن تحقق مواصفات معينة وإلا سيتم تسرب رشاحة الحمأة الحاوية على الكثير من الملوثات مع العلم أن النترات هو من أهم هذه الملوثات، التي ستصل إلى المياه الجوفية، مما يؤدي إلى تلوثها، بالإضافة إلى عدم توفر مساحة للأراضي الصالحة لعمليات الطمر، حتى إنه تم صدور قوانين تحد وتمنع اللجوء إلى طمر الحمأة للتخلص منها.

استخدام الحمأة في الزراعة:

على الرغم من وجود العناصر المغذية في الحمأة إلا أن استخدامها في الزراعة دون معالجة سيؤدي إلى أضرار تتمثل في:

- تلوث المياه الجوفية بالنترات نتيجة الرشح ضمن التربة الزراعية إذا كان عمق المياه الجوفية أقل من متر.
- انتقال الأمراض إلى الحيوانات التي تتغذى بالأعلاف المزروعة في المناطق المخصبة بالحمأة بسبب الجراثيم الممرضة.
- انخفاض الناتج الزراعي بسبب إمكانية وجود بعض المعادن الثقيلة بتراكيز عالية في الطبقة السطحية للتربة والتي لا تزيد عن 25 cm **[4]**.

مع العلم أن معالجة مياه الصرف الصحي في المنطقة الساحلية يعتمد على التهوية المديدة والتي تعطي حمأة من أهم مواصفاتها أنها تشكل 15% من الحمولة المزالة وتكون مستقرة نظراً لعمر الحمأة **[4]**, لكن هذه الحمأة تكون غنيّة ببيوض الديدان المعوية لأن عملية التهوية المديدة تحفز نمو بيوض الديدان المعوية**[5]**.

النفايات النباتية:

بالإضافة إلى وجود الحمأة فإن النفايات الزراعية الخشبية والخضراء متوافرة بكثرة في منطقة الساحل ويعدّ هذا من أهم الأسباب الرئيسة التي تدعونا للبحث في أمكانية الاستفادة منها، وإعادة استخدامها من خلال معالجتها مع المخلفات الناجمة عن عمل محطات معالجة مياه الصرف الصحي(الحمأة) التي تعدّ أحد أهم إشكاليات عمل محطات المعالجة .

وقد جهد العديد من الباحثين لإيجاد الحل الأمثل في التخلص من المخلفات والبقايا النباتية للمحاصيل الزراعية , وذلك من خلال إعادة استخدامها بشكل مفيد لتلافي مضار بقائها في الحقول, تظهر هذه المشكلة ظهوراً جلياً في المناطق التي تزرع فيها أنواع محددة من المحاصيل بشكل واسع والتي ينتج عن زراعتها تراكم كميات كبيرة من البقايا النباتية حيث يشير Desoke(2004) إلى أن ترك مخلفات المحاصيل الزراعية على تخوم الحقول يسبب العديد من

المشاكل لأنها يمكن أن تكون مصدرا للإصابة بالعديد من الآفات الحشرية، والديدان للمحاصيل المزروعة في تلك الحقول كما أن حرقها قد يسبب أزمة بيئية **[6]**.

السماد العضوي:

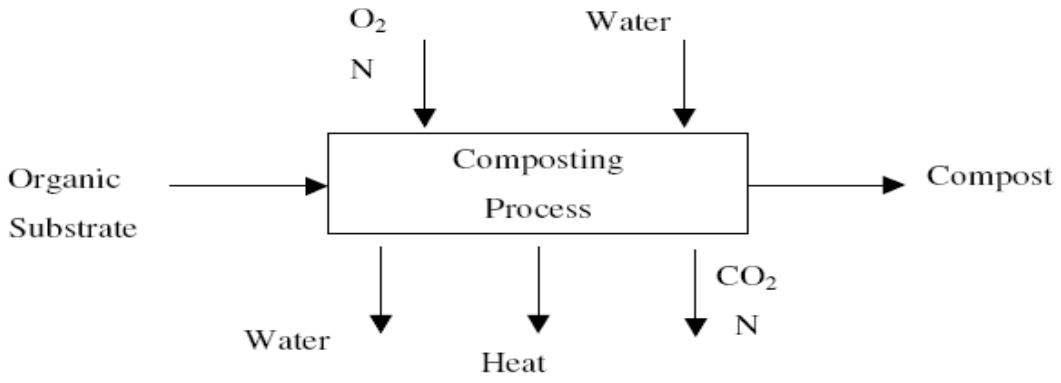
Gajdos وآخرون 1992 عرفوا ال Composting بأنه العملية الحيوية التي تتحلل فيها المادة العضوية عن طريق مجموعة متعاقبة من الكائنات الدقيقة ، و بأنها الطريقة السليمة للتخلص من المخلفات العضوية للحصول على محسنات تربة عضوية **[7]**.

ويمكن الحصول على الكومبوست بإحدى الطريقتين:

1. طريقة التخمر البطيئ.
2. طريقة التخمر السريع **[8]**.

أهم التغيرات الحاصلة خلال عملية تخمر المخلفات العضوية لإنتاج السماد العضوي:

إن عملية تخمر المخلفات العضوية تتضمن مجموعة من التفاعلات التي تقوم بها مجموعة من المتعضيات والتي تشكل الشبكة الحيوية لهذه العملية حيث تتعرض المخلفات لأكسدة حيوية ضمن ظروف متحكم بها مما يؤدي لمجموعة من التغيرات الفيزيائية والكيميائية للمادة المخمرة**[9]**.



الشكل رقم (2): التغيرات الحاصلة خلال عملية التخمير.

الدراسات المرجعية:

1. في عام 2001 تم دراسة تأثير التهوية ومحتوى الرطوبة واستهلاك الأوكسجين على عملية التسميد من خلال كومات من الحمأة والنفايات المنزلية، وتبين أن استهلاك الأكسجين كان أعظميا عند محتوى متوسط للرطوبة وعندما يتم التقليب بشكل منتظم نحصل على سماد غني بالمواد العضوية ويعدّ تربة مستقرة صالحة للاستخدام عندما يتوافر معدل تنفس 150 مغ أكسجين/كغ مواد صلبة /الساعة. **[10]**

الجدول رقم (1): نتائج الدراسة المخبرية.

PH	C:N	S	N%	C%	رطوبة	كثافة	المواد
6.6	43	0.17	1.2	47.7	44.1	0.12	مخلفات منزلية
7.4	8	1.02	2.64	22.2	67.4	0.76	حمأة
7.8	16	0.41	1	16	40.1	0.7	Compost

2. وهناك دراسة أجريت عام 2004 حول سلوك الكائنات الحية المجهرية المعوية في أثناء عملية التسميد، وتأثرها بدرجات الحرارة، وقد تبين عند خلط الحمأة بالنفايات النباتية أن أعلى درجات الحرارة في المناطق الداخلية والخارجية كانت بعد كل عملية تقليب، وتراوحت درجات الحرارة بين(53–69)، لكن درجة الحرارة في الأسفل لم تتجاوز 42 درجة مئوية وكان هناك تناقص في درجات الحرارة مع مرور الزمن لكنها مازالت في المناطق الخارجية حوالي 55 درجة مئوية، وبالتالي لم تكن كل المؤشرات البرازية قد عطلت كلها رغم الوصول إلى درجة حرارة 66 درجة مئوية، ولكن كان من الضروري انتظار التقليب الثاني لملاحظة النقصان المهم في تعداد بيوض الديدان المعوية، وقد تبين اختفاء كامل المؤشرات البرازية في نهاية عملية التسميد. **[11]**

3. وهناك دراسة أجريت في اليونان ضمن مختبر النفايات الصلبة الخطرة (قسم البيئة) في جامعة Democritus حيث تم خلط الحمأة بالنفايات العضوية المختلفة(نشارة خشب, ورق, نفايات بلدية,الأغصان الناتجة عن عملية التقليم) بنسب متفاوتة ضمن 8 كومات وفي أثناء التجربة تبين أن خلال فترة (8–10) أيام الأولى من التجربة يكون الاستهلاك أعظمياً من الأكسجين والمواد المغذية(كربون– نتروجين) وارتفعت درجة الحرارة في جميع الكومات و لمختلف الخلطات ما بين (60–70) درجة مئوية ما عدا الكومة التي كانت تحوي حمأة فقط لم يطرأ فيها أي ارتفاع لدرجة الحرارة ,وتبين أن نسبة الخلط الأفضل هي النسبة التي تؤمن مواد مغذية بحيث تتراوح نسبت الكربون إلى النتروجين بين(20–30) والرطوبة تكون بين(55–65)%. **[12]**

4. وفي عام 2003 تم إنجاز تجربة في غانا للتحري عن بيوض الأسكاريس ومعرفة تأثير درجة الحرارة عليها في أثناء عملية التسميد لأن هذه البيوض يمكن أن تبقى لعدة شهور في البيئة، وبالتالي تعمل على نقل الممرضات للإنسان بالإضافة إلى أنها تقاوم درجات الحارة المرتفعة , الخليط المستخدم مكون من (69% حمأة, 20% بقايا نباتية, 10% تربة, 1% رماد)، ووضع على شكل كومة تم تقليبها كل 10 أيام وقد وصلت درجة الحرارة إلى 65 درجة مئوية خلال عملية التسميد، وبعد 22 يوماً تم القضاء على 95% من بيوض الديدان المعوية ,وتم تحديد علاقة رياضية تبين العلاقة بين الزمن ودرجة الحرارة للقضاء على بيوض الديدان المعوية**[13].**

$$t = 177 * 10^{-0.1922\,(T-45)} \quad \text{(Ascaris)}$$

$$t = 10 * 10^{-0.1844\,(T-45)} \quad \text{(Schistosomia)}$$

منطقة الدراسة:

تقع المنطقة المدروسة في المنطقة الساحلية للقطر العربي السوري,حيث تم أخذ العينات من محطة معالجة كل من (بحمرا, حبيت, الحارة) ,ويتميز مناخ هذه المنطقة بصيف رطب وحار تندر فيه الأمطار, وبشتاء دافئ وماطر بمعدل سنوي لهطول الأمطار 800mm , وبمتوسط رطوبة 68% تزداد قيمتها في شهري تموز وآب (أشد أشهر السنة حرارة)إلى 70%. تصل درجة الحرارة الوسطية إلى $30C^{o}$ في الصيف في شهري تموز وآب وإلى $12C^{o}$في الشتاء في شهر كانون الثاني (تقارير مديرية الموارد المائية في اللاذقية). يبلغ التجمع السكاني المخدم حاليا في كل من هذه

المحطات في الدراسة التصميمية حوالي 5000 نسمة في عام 2020 أما العدد الحالي فهو 2000 نسمة تقريبا[1], تتميز المنطقة بنشاط زراعي في مختلف المواسم من زراعة زيتون وحمضيات وخضار وقمح .

الشكل رقم (3) : مواقع القرى المشمولة بالدراسة .

النتائج والمناقشة:

قمنا بإحضار حمأة وقش،(الحمأة من محطة الحارة) وأجرينا عليها تحاليل في المخبر وحصلنا على النتائج التالية :

الجدول رقم(2):يحدد نتائج القياسات المخبرية لمحتوى المواد الأولية.

	نوع المادة	C/N	الرطوبة	الوزن	تاريخ التجربة	طريقة التخمير
1	حمأة الصرف الصحي	14	%65	35	2012/11/10	كومة +جهاز
2	القش	99.54	%0	35	2012/11/10	
3	الخليط		%55	90بسبب إضافة 20 كغ من الماء	2012/11/10	

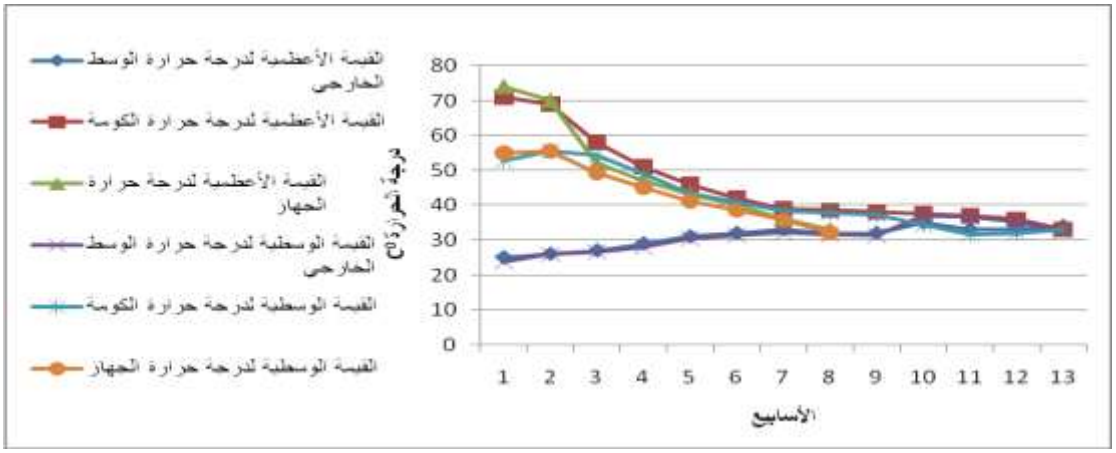
1. تغيرات درجة الحرارة:

كانت درجات الحرارة داخل الكومة والجهاز عند بداية عملية التخمير 34 درجة مئوية ارتفعت درجة الحرارة ضمن الكومة بعد أسبوع من التخمير لتصل إلى 71 درجة مئوية، أما بالجهاز فوصلت درجة الحرارة إلى 74 درجة مئوية، وبعد أسبوعين كانت درجة الحرارة 69 درجة مئوية، في الكومة و71 درجة مئوية، في الجهاز بقيت درجة الحرارة خلال الأسبوع الرابع تتراوح بين (50–56.2) درجة مئوية في الكومة، و(53–48.5)في الجهاز ثم عادت

وانخفضت في الأسبوع الخامس إلى 46 درجة مئوية في الكومة، و 47 درجة مئوية في الجهاز وفي الأسبوع السادس كانت 42 درجة مئوية في الكومة 44.5 درجة مئوية في الجهاز، وبدأت بعدها بالانخفاض تدريجياً حتى الأسبوع الأخير من عملية التخمير حيث كانت 35.86 درجة مئوية للكومة 34.16 للجهاز مع العلم أن درجات الحرارة الأعظمية حصلنا عليها بعد كل تقليب في الكومة، أما بالنسبة للجهاز فوصلت درجة الحرارة للذروة بعد 5 أيام واستمرت بعدها بالانخفاض تدريجيا.

الجدول رقم(3): يوضح تغيرات قيم درجة الحرارة خلال فترة التجربة من نيسان حتى تموز.

القيمة الوسطية لدرجة حرارة الجهاز	القيمة الوسطية لدرجة حرارة الكومة	القيمة الوسطية لدرجة حرارة الوسط الخارجي	الأسبوع	القيمة الأعظمية لدرجة حرارة الجهاز	القيمة الأعظمية لدرجة حرارة الكومة	القيمة الأعظمية لدرجة حرارة الوسط الخارجي	الأسبوع
55	52.57	23.85	1	74	71	25	1
55.57	55.46	26	2	70	69	26	2
49.28	54.28	26.71	3	52	58	27	3
45.13	48.87	28.13	4	47	51	29	4
41.14	43.48	30.57	5	43	46	31	5
38.57	40.75	31.43	6	40	42	32	6
35.8	38.28	32.2	7	36	39	33	7
32.2	37.88	31.6	8	33	38.5	32	8
	37.22	31.4	9		38	32	9
	34.4	37.04	10		37.5	35	10
	31.6	36.62	11		37	33	11
	32	35.3	12		36	33	12



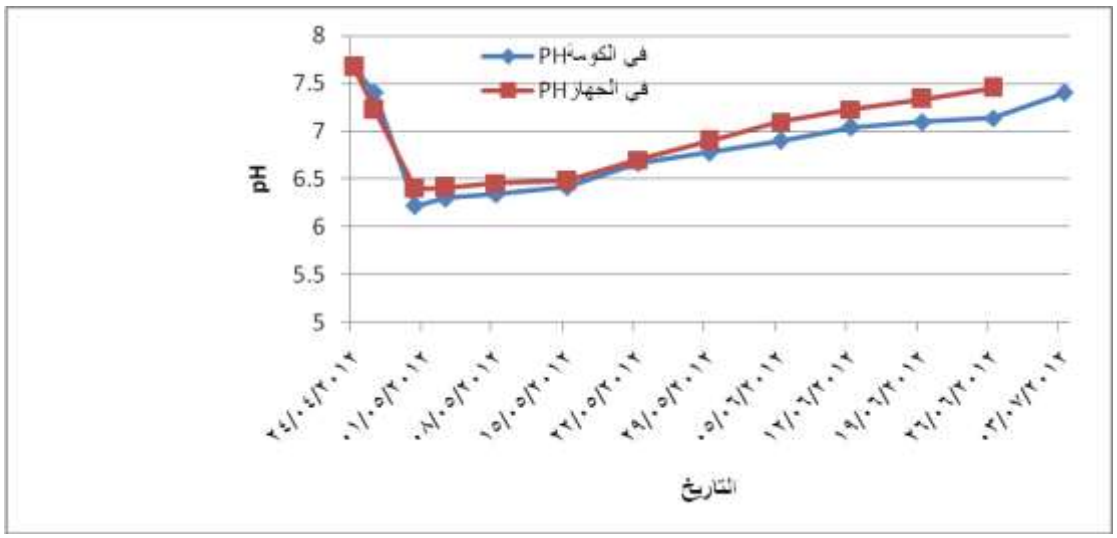
الشكل رقم (4): تغير قيم درجات الحرارة أثناء عملية التخمير.

2. تغيرات درجة الحموضة pH:

تغيرت درجة ال pH للمادة المخمرة خلال عملية التخمير كما يبين الجدول التالي حيث كانت درجة ال pH للمستخلص المائي (الحمأة +نفايات نباتية) 7.67 ومع التقدم الزمني للعملية انخفضت لتصل إلى 6.22 في الكومة و 6.4 في الجهاز ثم عادت وارتفعت لتصل في نهاية التجربة إلى 7.4 في الكومة 7.6 في الجهاز.

الجدول رقم(4): يوضح تغيرات قيم درجة الحموضة ال pH خلال فترة التجربة من نيسان حتى تموز.

التاريخ	في الكومةPH	في الجهازPH
24/04/2012	7.67	7.67
26/04/2012	7.4	7.22
30/04/2012	6.22	6.4
03/05/2012	6.3	6.41
08/05/2012	6.34	6.46
15/05/2012	6.42	6.48
22/05/2012	6.67	6.7
29/05/2012	6.78	6.9
05/06/2012	6.9	7.1
12/06/2012	7.04	7.23
19/06/2012	7.1	7.34
26/06/2012	7.14	7.45
03/07/2012	7.4	



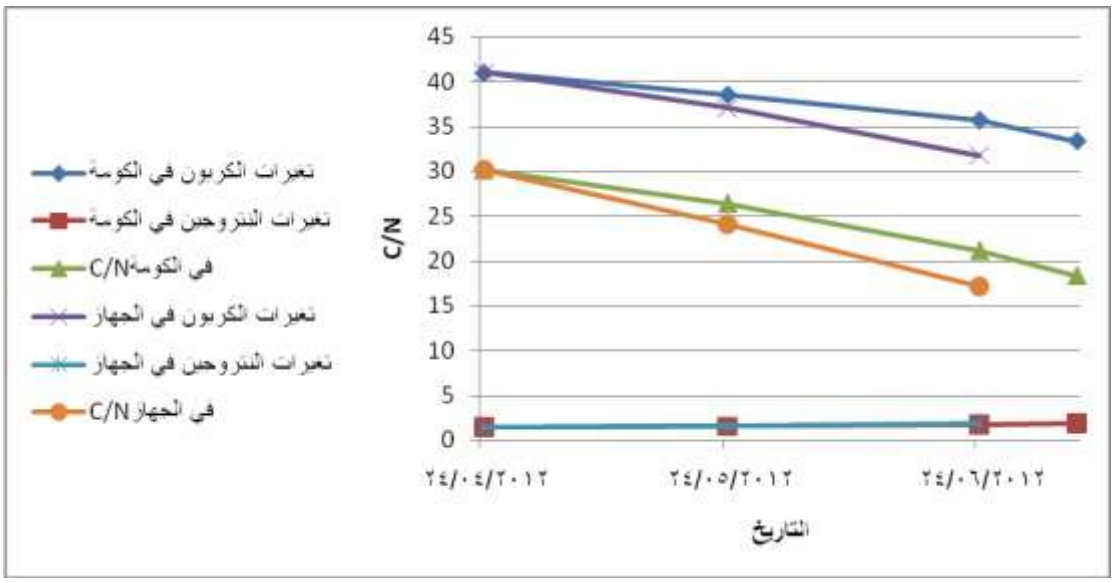
الشكل رقم (5): تغير قيم درجة الحموضة خلال عملية التخمير.

3. قياس تغيرات الكربون والنتروجين:

أظهر تحليل العينات المأخوذة من الكومة كل شهر انخفاض النسبة C/N خلال عملية التخمير كما يوضح الجدول التالي لتصل في نهاية التجربة إلى (18.32) في الكومة و (17.08) في الجهاز.

الجدول رقم(5): يوضح تغيرات قيم قيم النسبة C/N خلال فترة التجربة من نيسان حتى تموز.

التاريخ	تغيرات الكربون في الكومة	تغيرات النتروجين في الكومة	في الكومة C/N	تغيرات الكربون في الجهاز	تغيرات النتروجين في الجهاز	في الجهاز C/N
24/04/2012	41	1.36	30.14	41	1.36	30.15
24/05/2012	38.54	1.46	26.39	37.03	1.54	24.05
24/06/2012	35.67	1.69	21.11	31.76	1.86	17.08
24/07/2012	33.34	1.82	18.32			



الشكل رقم (6): تغير قيم C/N خلال عملية التخمير.

4. قياس بيوض الديدان المعوية:

بينت نتائج تحاليل الحمأة قبل عملية التخمير أن تعداد بيوض الديدان المعوية وصل إلى (1876) بيضة / كغ وبعد أسبوع من بدء عملية التخمير كان تعداد بيوض الديدان المعوية 834 بيضة/ كغ، أي أن 44% من البيوض قد ماتت بسبب ارتفاع درجة الحرارة إلى 71 في مركز الكومة، و310 بيضة / كغ في الجهاز، أي أن 83.47% من البيوض قد ماتت، وبعد عملية التقليب الأول وصل تعداد بيوض الديدان المعوية إلى 427 بيضة / كغ في الكومة، 54بيضة / كغ في الجهاز، أي أن 99 % من البيوض قد ماتت وبعد عملية التقليب الثاني وصل تعداد بيوض الديدان المعوية إلى 68 بيضة/ كغ في الكومة 10 بيضة / كغ في الجهاز أي أنه بعد 26 يوماً من بدء عملية التخمير مات 97% من بيوض الديدان المعوية .

الشكل رقم (7): تغير قيم تعداد بيوض الديدان المعوية خلال عملية التخمير.

المناقشة:

1. تغيرات درجة الحرارة:

لوحظ ارتفاع في درجة الحرارة داخل الكومة في التجربة الأولى خلال زمن التخمير فقد وصلت بالمتوسط إلى حوالي 57 درجة مئوية بعد أسبوعين من التخمير، وبقيت درجة الحرارة في مجال ال 50 درجة مئوية لمدة أسبوعين، وفي التجربة الثانية وصلت بالمتوسط إلى 56 درجة مئوية، وحافظت على درجة حرارة في مجال ال 50 لمدة 3 أسابيع، ويعزي (Hansen,et al 1995) هذا الارتفاع إلى نشاط الكائنات الحية الدقيقة عندما تبدأ بتحليل المركبات العضوية حيث ترتفع درجة الحرارة في البداية داخل الكومة عدة درجات نتيجة لهذا النشاط ومع زيادة معدل النشاط التحليلي لهذه الكائنات ترتفع درجة الحرارة فإذا وصلت الحرارة ضمن المخلفات العضوية لحدود 63 درجة مئوية ينخفض النشاط الميكروبي ويتوقف تقريبا عند درجة حرارة 67 درجة مئوية**[14]**.

2. تغيرات درجة ال pH:

انخفضت درجة الحموضة للمخلفات خلال عملية التخمير ولكنها بقيت قريبة من نتائج Ahmed وزملائه عام 2005 **[15]** , ونتائج Bayoumi وزملائه عام 2008 **[16]**.

ويشير Beck–Friis وزملاؤه عام 2003 إلى قيمة درجة ال PH تتغير خلال عملية التخمير وهذا عائد للتغيرلت الكيميائية المرافقة لعملية تحلل المخلفات العضوية **[17]**وهذا يعود إلى تشكل الأحماض العضوية والذي يحد هذا الانخفاض تفكك هذه الأحماض في الفترات اللاحقة وعملية النشدرة**[18]** .

3. تغيرات النسبة C/N :

يشير Stoffella وزملاؤه عام 2003 إلى أن استخدام سماد عضوي ذي نسبة C/N مرتفعة يؤثر سلباً في التغذية الآزوتية للمحاصيل الزراعية **[19]**.

تعتمد النسبة C/N على الفقد النتروجيني خلال عملية التحلل كذلك تتأثر هذه النسبة بمدى إتاحة الكربون العضوي للكائنات الدقيقة إذ كلما كان أكثر تيسرا كان الفقد النتروجيني أقل**[20]**.

تشير النتائج إلى أنه خلال التخمير انخفضت النسبة C/N بشكل تدريجي لتصل في نهاية عملية التخمير إلى K18/1 ويعود هذا الانخفاض إلى أن الكربون العضوي خلال عملية التخمر يتعرض لأكسدة أنزيمية تؤدي إلى فقدان جزء من هذا الكربون على شكل غاز Co2 **[21]** .

4. تغير تعداد بيوض الديدان المعوية :

تشير الدراسات إلى أن تعريض العوامل الممرضة إلى درجات حرارة أعلى من الدرجات المثالية لنموه (29±1) **[22]** يثبّط كل العمليات الحيوية لهذه العوامل

بين1950, Rudolfs *et. Al* أن معظم الممرضات ستموت بسرعة عندما تتعرض لدرجة حرارة حوالي $55\ C^0$ ويمكن للقليل منها أن يعيش عند درجة حرارة فوق $67\ C^0$ لفترة قصيرة من الزمن**[23]**.

تشير نتائج الدراسة إلى موت 99% من بيوض الديدان المعوية بعد (30–26) يوم من بدء عملية التخمير بواسطة الكومة وهذ يتوافق و 97% من بيوض الديدان المعوية ماتت بعد (10–15) يوم من بدء عملية التخمير في الجهاز .

الاستنتاجات والتوصيات:

1. أدت عملية التخمر(الحمأة مع النفايات النباتية)إلى تغير في مجموعة من الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتلك المواد مثل ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض في درجة ال pH والنسبة C/N وانخفاض كبير لتعداد بيوض الديدان المعوية.
2. تم الحصول على سماد عضوي محقق للمواصفات القياسية السورية.
3. يوصى بضرورة الاهتمام بمشكلة تراكم الحمأة والنفايات النباتية وإعطاء معالجتها حصة كبيرة من مشاريع البحث العلمي لإيجاد السبل المناسبة لاستخدامها بشكل مفيد في الزراعة, دراسة طرق أخرى لعملية التخمير من حيث التحكم بنوعية المحفزات التي يجب أن تضاف للحصول على أفضل النتائج.

المراجع:

1. التقارير الصادرة عن الشركة العامة للصرف الصحي في محافظة اللاذقية .
2. بنود، عبد الحكيم، معالجة الحمأة واستراتيجيات التخلص منها ، المؤتمر الإقليمي الأول حول تقنيات أدارة حمأة مياه الصرف الصحي ، مجلد(2)الأوراق العلمية العربية (5–12) .
3. عامر، أحمد علي الدين(1999) معالجة الحمأة والمخلفات الزراعية لإنتاج السماد العضوي .الإدارة العامة للثقافة الزراعية ،جمهورية مصر العربية. 24 .
4. البرادعي ، معن، تقليل الحمأة في معالجة مياه الصرف، مكتب استشاري للمياه المعالجة .
5. الدليل الشامل للطفيليات ذات الأهمية الصحية – منظمة الصحة العالمية – المكتب الأقليمي لشرق المتوسط– المركز الأقليمي لأنشطة الصحة البيئية عمان– الأردن2003 .

6. Desoki, Abdel-Nasser. H. (2004). Recycling Of Some Agriculturalwastes And Their Utilization In Bio-Organic Agriculture. Ph.D. Thesis, Institute Of Environmental Studies&Research. Ain Shams Univ., Efypt P76.
7.Gajdosr.(1992):The Use Of Organic Waste Materials As Organic Fertilizers Recycling Of Plant Nutrients.Actahortic 302:325-331.
8. شاهين، هيثم، معالجة المخلفات الصلبة، مطبوعات جامعة تشرين 220 .
9. Young, C,P.D.Rekha,and A.B.Arun(2005) What happens during composting,Soil and Fertilizers Chapter 3, 8-19.
10. W.Magill And J.Lunard, University Of Alberta,Co-Composting Of Edmonton's Sewage Sludge Andmunicipal Solidwaste. – Effect Of Water Content On
Compost Respiration , 9-12.
11. Am. Pourcher1, F. Picard-Bonnaud1, P. Morand 2, M. Federighi3, G. Moguedet11 Université D'angers, Umr M.A., Lsea, Ufr Sciences (2004)Behaviour Of Enteric Micro-Organisms During Composting Of Rural Sewage Sludge,Pp275-280.
12. Dimitrios P. Komilis, A. Evangelou, A. Apostolou, G. Giannakis, D. Kalpakis, G. Lazaridis, M. Margariti, E. Voudrias,(2006), Co-composting Of Dewatered Wastewater Sludge With The Organic Fraction Of Municipal Solid Wastes Pp16-19.
13. June-November 2003Co -Compost ing Reduces
Helminth Eggs in Fecal Sludge 6-18.
14. Hansen, R C, . Mancl, K M,Keener, H M, Hoitink, H A J(1995) The- Composting Process, The Ohio State University, Bulletin 792.
15. Ahmed M.M.M.,A.Mahmoud and E.B.A.osaman 2005 recycling of crop residues and using them as a composts to enhance the growth and productivity of canola in new by reclaimed sandy soil ,res.commun.of U.S .B.Branch Dobrich vol.7,Pp138-147
16. Bayoumi, Y. A.,El-Mahrouk,M.E.,El-Aidy F.l & Pap,Z.2008,Using- Compost Of Grape Manufacture And Farm Wastes As Growing Media In Vegetable Ad Ornamental Nurseeries International,Journal Of Horticultural Science 2008,14(3):45-50.
17. Beck-Friis,B.,Smars,s.,Jonsson,H.,Eklind , Y.& Kirchmann, H.- 2003.Composting Of Source-Separated Household Organics At Different Oxygen Levels:Gaining An Understanding Of The Emission Dynamics . Compost Science & Utilization 11, 41-50.
18. Eklind,Y., Beck-Friis,B.,Bengtsson, U.,Sveensson,B.H. &Torstensson ,- L. 1997. Chemical Characterization Of Source-Separated Organic Household Waste. Swedish Journal Of Agricultural Reseaech 27,167-178.
19. Stoffella, P J& Graetz, D.A.(1996)Sugarcane Fitercake Compost- Influence On Tomato Emergence , Seedling Grouth And Yield:The Science Of Composting, P2, Blockic Academic And Porfessional,.Newyork P.1351-1356.
20. Barrington,S.,Choiniere,D.,Trigui, M. & Knight, W.2002.Effect Of -Carbon Source On Compost Nitrogen And Carbon Losses.Bioresource Technology 83, 189-194.
21. Nyle,C.B(1990):The Nature And Properties Of Soils, Macmilan Publishing Company, Newyork,63 lp
22. Barnard, R. J., Bier, J. W., Jackson, G. J., McClure, F. D. (1987). -Ascaris umbricoides suum: Thermal death time of unembryonated eggs. Experimental Parasitology, 64: 120-22.
23. Rudolfs, W., Falk, L. L. and Ragotzkie, R. A. (1950). Literature review on the occurrence and survival of enteric pathogenic and related organisms in soil, water sewage and sludges, and on vegetation. II Animal parasites. Sewage and Industrial Wastes 35-67.