جامعة حماة

كلية الطب البيطري

قسم الصحة العامة والطب الوقائي

دراسة مقارنة لطرائق التخلص الصحي من النفايات العضوية ومخلفات المسالخ

رسالة أعدت

لنيل درجة الدكتوراه في الصحة العامة والطب لوقائي

إعداد

طالب الدراسات العليا

أحمد محمد موسى دلّو

ماجستير في الصحة العامة والطب الوقائي

بإشـــــــــراف

المشرف العلمي

أ.د. دارم عزت طباع

أستاذ الصحة العامة

كلية الطب البيطري _ جامعة حماة

المشرف المشارك

أ.د. عبد العزيز عروانه

أستاذ صحة اللحوم

كلية الطب البيطري _ جامعة حماة

تصـريــح

أصرح بأن هذا البحث الموسوم بعنوان:

/دراسة مقارنة لطرائق التخلص الصحي من النفايات العضوية ومخلفات المسالخ/

لم يسبق أن حصل على أيّ شهادة ولا هو مقدم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

المرشح	التاريخ
أحمـد دلّـو	٢٤ / ٨ /٢٠٢٠م

DECLARATION

It is hereby declared that this work entitled: A Comparative study of Hygienic Disposal Methods of organic Wastes and Remnants of Slaughterhouses. has not been accepted already for any degree, nor is being submitted concurrently for any other degree.

Candidate	*Date*
Ahmed Delo	*2020| 8| 24*

شـهــادة

أشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة هو نتيجة بحث علمي قام به المرشح أحـمـد دلّـو بإشراف الأستاذ الدكتور دارم طباع، والاستاذ الدكتور عبد العزيز عروانه، في قسم الصحة العامة والطب الوقائي في كلية الطب البيطري في جامعة حماة، وأي رجوع إلى بحث آخر في هذا الموضوع موثق بالنص.

المرشح	المشرف العلمي المشارك	المشرف العلمي
أحمد دّلـو	**أ.د. عبد العزيز عروانه**	**أ.د. دارم طباع**

CERTIFICATE

It is hereby certified that the work described in the present thesis is resulted of the author's own ,under supervision of Prof. Dr. Darem Tabbaa and Prof. Dr.Abd Al-aziz Arwana in the department of public health, faculty of veterinary medicine, Hama University and any reference to other researchers work has been acknowledge in the text.

Directoors of studied

Prof. Dr. *Prof. Dr.*

Darem Tabbaa *Abd Al-aziz Arwana*

Candidate: Ahmad Mohammad Mossa Delo

شكر و تقدير

ثمة أمور تمر في حياة الانسان فيعيشها ويفكر ويجتهد بها لعله ينجح في اجتيازها ويحقق الأهداف التي يصبو إليها، أو حتى يضيف إليها، فالحياة مستمرة والمعرفة متراكمة، وصناعة الغد تبدأ من المعرفة الكاملة للماضي والتشخيص الحقيقي للحاضر والاستقراء الدقيق للمستقبل. أتمنى بعد هذا الجهد ان أكون قد وفقت بما قدمته، وان أكون قد قدمت ما يفيد العاملين في هذا المجال، وان يكون حلقة إيجابية تضاف الى جهود من سبقني إلى ذلك. وإن قصرت فعذري أنني حاولت واجتهدت.

خير العمل ما حسن آخره، وخير الكلام ما قل ودلّ، وهذا ما ارتآه العقل، وآلت إليه البصيرة.

أساتذتي الكرام الأستاذ الدكتور دارم طباع والأستاذ الدكتور عبد العزيز عروانة الذي يُشهد لهما بطيب أخلاقهما وتعاملهما الأخوي.... أشكرهما لاقتراحهما موضوع البحث وما بذلوه من جهد متفان ومتابعة مستمرة للعمل وكتابة الأطروحة وإغنائها علمياً. كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى عمادة كلية الطب البيطري بجامعة حماة بكافة مكوناتها، وأتوجه بالشكر لأسرة قسم الصحة العامة والطب الوقائي، وكل الدكاترة والأخوة في هذا القسم.

كما أتوجه بالشكر إلى زملائي، و من كان بجانبي في عملي ودراستي، والرحمة والمغفرة لمن كنا نسعد بحضورهم ولكن القدر غيبهم عنا.

شكري الكبير إلى لجنة الحكم والمناقشة التي تفضلت مشكورة بالإشراف وبكل إخلاص على تقويم هذه الأطروحة.

وإلى كل من أسدى إلى معروفاً وكان عوناً لي في إنجاز هذا البحث وإلى كل من أنساني ذكره أن أذكرهم، وهم أسمى وأغلى من أن أذكرهم بأسمائهم، وفقهم الله وسدد خطاهم وخطانا على طريق العلم والمعرفة.

ومن دواعي سروري وفرحتي ان أهدي ثمرة جهدي المتواضع الى عائلتي الكريمة وزوجتي الغالية الدكتورة فرح وزهرة العمر كريمتي الأولى ابنتي تالا وإخوتي وأقاربي حباً ووفاءً وتقديراً.

ومن الله التوفيق

د.أحمد

قائمة المختصرات

الاختصار	باللغة الإنكليزية	المصطلح باللغة العربية
EC	Electrical Conductivity	الناقلية الكهربائية
FAO	Food and Agriculture Organization	منظمة الأغذية والزراعة العالمية
OEPH	Office of Environmental Public Health	مكتب الصحة العالمية البيئية
OIE	Organization for Animal Health	المكتب الدولي للأوبئة

الملخص

تم في هذا البحث دراسة الطرائق والأساليب المتبعة في التخلص الصحي من النفايات العضوية ومخلفات المسالخ، وتسليط الضوء على عدة طرق للتخلص وفقاً للأسس المعتمدة من قبل المنظمة العالمية لصحة الحيوان. بالإضافة إلى تسليط الضوء على واقع النفايات في محافظة حماة وبعض العوامل المؤثرة في كمية النفايات المتولدة. ولتطبيق الطرائق الحديثة في الأمن الحيوي، تم اختيار طريقة التخمير العضوي الهوائي، لتحويل النفايات العضوية إلى سماد عضوي. حيث تم اعتماد نموذج حقلي(نظام الأكوام)، للتحري عن إمكانية تحويل النفايات العضوية إلى سماد عضوي ، في مكب النفايات في الريف الشرقي لمدينة حماة(مكب كاسون الجبل)، للمقارنة بين عدة آليات للتخمر ومقارنتها مع التخمر العضوي الطبيعي.

كان النموذج المقترح مكوناً من ٥ وحدات وكل وحدة مكونة من ٣ مكررات من أكوام التخمير، وكان تركيب الأكوام عبارة عن عدة طبقات وأبعاد المكررات كانت ب(طول ٢م والارتفاع١م والعرض١.٥م).وكانت المادة العضوية المختبرة عبارة عن خليط ٥٠كغ من النفايات العضوية مع٥٠كغ من مخلفات وفضلات المسالخ، حيث تم إضافة المركب الحيوي ايموتك إلى الأكوام في الوحدة الثانية بمعدل٠.٥كغ لكل مكرر، وإضافة الجير إلى الأكوام في الوحدة الثالثة بمعدل ٥كغ لكل مكرر وفي الوحدة الرابعة تم خلط٧٥كغ من خليط النفايات مع٢٥كغ من روث الماشية في كل مكرر والوحدة الخامسة خلط٧٥كغ من خليط النفايات مع ٢٥ كغ من فرشة الدواجن لكل مكرر. وتم مقارنة الوحدات مع الوحدة الأولى (وحدة التخمر الطبيعي). وتم متابعة أكوام التخمير خلال عملية التحلل والهضم، التي استمرت ١٠-١٤ اسبوعاً وإجراء التعديلات المطلوبة، لتقييم مدى ملائمتها للسماد العضوي من خلال قياس العديد من العوامل وكان أهمها درجة الحرارة التي تراوحت (٥٠-٦٠)م° حيث حققت شرط التخمير العضوي في كافة الأكوام بارتفاع درجة الحرارة أكثر من ٥٥م° لمدة أسبوعين على الأقل، وكانت أكثر استقراراً في المكررات المكونة للوحدة الثانية والثالثة. وكان رقم الحموضة (٦.٥-٨.٥)حيث كانت أكثر استقراراً في الوحدة الثالثة. كما كانت نسبة المغذيات والعناصر الثقيلة والناقلية الكهربائية ضمن المحددات المسموحة، بالإضافة إلى قياس درجة الامان الحيوي لعملية التخمير حيث كانت النتائج متوافقة مع الدراسات السابقة. واستمرت فترة التخمير ٩ أسابيع في الوحدة الثانية و١٠ أسابيع في الوحدة الثالثة، وتجاوزت١١ اسبوعاً في باقي وحدات التخمير، وهذا يعطي فكرة عن طبيعة التحلل خلال عملية التخمير. من خلال التجارب وجدنا أن الاكوام المعاملة بالمركب الحيوي والجير، أعطت أفضل النتائج للمعايير المدروسة. وجاءت مجمل المقاييس المدروسة للسماد العضوي في الوحدات المختبرة موافقة لمقاييس السماد العضوي الصادرة عن وزارة الصناعة السورية لعام٢٠١٤.

الكلمات المفتاحية: طرائق التخلص من النفايات العضوية- مخلفات المسالخ- التخمير- معدل الكربون على الآزوت

الفهرس	الصفحة
الملخص باللغة العربية	

الفصل الأول: المقدمة	
النفايات المنزلية والبلدية	١
نفايات المزارع والمسالخ	٢
الهدف من الدراسة	٥
الفصل الثاني: الدراسة المرجعية	
النفايات العضوية	٦
فضلات ونفايات المسالخ	١١
الانعكاسات السلبية للنفايات والمخلفات الحيوانية	١٢
الأساليب والطرق المتبعة للتخلص من النفايات والمخلفات الحيوانية	١٣
الطمر الصحي	١٣
الحرق العشوائي	١٤
الترميد	١٤
التكرير(الاستخلاص)	١٥
الهضم اللاهوائي	١٦
الحلمهة القلوية	١٧
التخمير	١٨
الكائنات الحية المجهرية التي تساعد على عملية التخمير	٢١
العوامل المؤثرة في عملية التخمير	٢٣
أسباب الروائح في عملية التخمير	٢٧

الفصل الثالث: المواد وطرائق العمل	
تهيئة أكوام التخمير	٣٧
تركيب أكوام التخمير	٣٧
تهيئة النفايات العضوية	٣٩
متابعة عمليات التخمير وإجراء الفحوصات	٤١
الفحوصات المخبرية	٤٤
الفصل الرابع: النتائج والمناقشة	
تغير درجة الحرارة خلال فترة التخمير	٤٦
درجة الحموضة	٥٠
الرطوبة	٥٢
الناقلية الكهربائية	٥٣
الرائحة	٥٤
الملمس والانخفاض الحجمي للنفايات	٥٥
التحليل الكيميائي والميكروبي	٥٦
قياس المحتوى العضوي للسماد العضوي الناتج	٥٦
العناصر الثقيلة والمعدنية	٥٨
التحليل الميكروبي	٥٩
الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات	
الاستنتاجات	٦٢

التوصيات	٦٣
الملخص باللغة الإنكليزية	٦٤
المراجع	
المراجع العربية	٦٦
المراجع الأجنبية	٦٨

ت	فهرس الجداول	الصفحة
١	كمية النفايات المتولدة شهرياً عن مراكز المدن في محافظة حماة	٧
٢	مقارنة وسائل التخلص من الفضلات و النفايات الحيوانية المتولدة عن الانتشار الوبائي للإنفلونزا	٢٩
٣	النتائج في نهاية عملية التخمير والسماد العضوي الناتج	٥٥
٤	الفترة الزمنية التي استغرقتها الأكوام لإنتاج السماد العضوي	٥٦
٥	قيم المغذيات في السماد العضوي الناتج عن عملية التخمير.	٥٧
٦	تراكيز العناصر المعدنية الموجودة في السماد العضوي	٥٩

	فهرس المخططات البيانية والأشكال	
ت	العنوان	الصفحة
١	تغيرات درجة الحرارة في أكوام التخمير	٤٩
٢	تغيرات قيمة رقم الحموضة في أكوام التخمير	٥٢

فهرس الصور

ت	العنوان	الصفحة
١	النفايات المرمية في الأماكن المختلفة	٢
٢	رمي المخلفات الحيوانية ونفوقات الحيوانات	٣
٣	النفايات الناتجة عن العوامل الاجتماعية	٩
٤	تراكم النفايات وسلوك الأطفال لرمي النفايات	١٠
٥	تلف الحاوية نتيجة السلوك الخاطئ	١٠
٦	الحرق العشوائي للنفايات	١٤
٧	تفريغ النفايات في مطمر النفايات	٣٧
٨	فصل وفرز النفايات يدوياً إلى مواد عضوية، ومواد غير عضوية	٣٧
٩	الخطوة الأولى لبناء أكوام التخمير	٣٨

١٠	الخطوة الثانية لبناء أكوام التخمير	٣٩
١١	الخطوة الثالثة لبناء الأكوام وتمرير الأنابيب المثقبة ضمن الأكوام	٣٩
١٢	الخطوة الأخيرة لبناء وحدة التخمير	٣٩
١٣	عملية تغطية وحدات التخمير	٤٠
١٤	المركب الحيوي(إيموتيك) المستخدم في التجربة	٤١
١٥	أحجار الكلس الحي المستخدم في التجربة	٤٢
١٦	خلط النفايات مع روث الماشية	٤٢
١٧	خلط النفايات مع زرق الدواجن	٤٢
١٨	عملية قياس درجة الحرارة	٤٣
١٩	الفحص الحيوي للأكوام وإجراء التصليحات والتدوير	٤٤
٢٠	أخذ العينات للدراسة المخبرية	٤٤
٢١	عملية الزرع الجرثومي للعينات	٤٦
٢٢	نتائج الزرع الجرثومي	٦٠

الفصل الأول

المقدمة

Introduction

الفصل الأول

المقدمة

Introduction

١ – ١النفايات المنزلية والبلدية:

تعد المدينة من أهم الظواهر البشرية التي أبدعتها يد الانسان باعتبارها وليدة أنشطة وظيفية متفاعلة تمارس على الأرض، لكن هذه الأنشطة وّلدت مجموعة من المشكلات البيئية الخطرة على صحة الإنسان والبيئة. ومن أهم هذه المشكلات النفايات المنزلية الناجمة عن الاستهلاك اليومي للأسر. إنّ مشكلة النفايات تعد مشكلة عالمية جّلية وواضحة للعيان، إذ لا تنحصر في بلد معين دون آخر، بل تخص جميع دول العالم، سواءً كانت نامية أم من البلدان المتقدمة ولا يوجد بلد بمنأى عن هذه المعضلة التي تتطلب إيجاد الحلول المناسبة إليها(العبدلي،٢٠١٣). ويجب ألا يُنظر للنفايات على أنها مشكلة يجب التخلص منها، وإنما يمكن أن تكون واحدة من جوانب التنمية المستدامة مثل (الزراعة العضوية) إذ تعّد إحدى الطرائق لإغلاق دورة النفايات باستخدامها كمغذيات بالزراعة العضوية المهمة على مستوى الأسرة والمجتمع سواءً للإنتاج الحيواني والنباتي أو لإمور أخرى.(Smit and Nasr, 1992) .

غالبية النفايات قابلة للتحلل، فهي مكان جيد لتكاثر الجراثيم والحشرات والفطريات وعلى هذا فقد أوجد العديد من الأمراض، كما أننا نعلم أن النفايات وسط مناسب لجلب القوارض كالفئران والجرذان والتي كانت سبباً رئيساً في انتشار وباء الطاعون في العصور الوسطى، وكذلك هي الأوبئة المتعلقة بالماء الملوث بالمسببات المرضية التي أهلكت التجمعات السكنية في أوروبة، وحتى في الآونة الأخيرة (القرن التاسع عشر)الانتشار الواسع للكوليرا (Giusti,(2009. ويتم التخلص من النفايات في البلدان النامية برميها على أطراف المدن مما يشكل خطراً كبيراً على البيئة لما تحمله معها هذه الطريقة من تشكل الغازات الضارة، وكذلك تشكل المياه الراشحة ونشوء الحرائق كما توضح الصورة (١). ودرجات الحرارة العالية تؤدي إلى تحلل المواد العضوية الموجودة ضمن النفايات وتشكل الروائح الكريهة(Mohamad et al. 2001) .

الصورة (١): النفايات المرمية في الأماكن المختلفة

كما وجد كل من Moqsud and Rahman,(2004)، أن أهم مصادر النفايات البلدية هي النفايات المنزلية وخاصة نفايات المطابخ التي تحتوي على نسب مرتفعة من المواد العضوية(أهم التيارات الرئيسة للنفايات البلدية) التي يسهل تحلإليها وهضمها هوائياً لإنتاج الدُبال(السماد) ويعمل ذلك على تقليل حجم النفايات ووزنها ونسبة الرطوبة فيها، كما يعمل على تقليل انتشار الروائح ومسببات الأمراض والأوبئة. ناتج عملية الهضم عبارة عن مادة تصلح كمحسن للتربة في الحقول الزراعية لاحتوائها على المغذيات الرئيسية لعملية الانبات. أثبتت الدراسات خلو السماد العضوي من المسببات المرضية (السلمونيلة والزوائف والقولونيات وألأمعائيات).

١-٢-نفايات المزارع والمسالخ:

من الملاحظ أن مزارع الماشية والمسالخ تنتج كمية كبيرة من المخلفات في جميع أنحاء العالم والتي يجب أن تدار من خلال ممارسات التخلص السليمة لتجنب التأثيرات الضارة في البيئةBurton and Turner, 2003. وتختلف كمية المخلفات المنتجة ونوعيتها في المسالخ تبعاً لعادات المجتمع وإمكانيات المسلخ. فما يؤكل مثلاً في مجتمع ما لا يؤكل في مجتمع أخر كاللسان والرئتين والطحال وغيرها ويعّد حينها من المخلفات، وتزداد تبعاً لذلك كمية المخلفات وتتغير نوعيتها، كذلك تؤثر طريقة وكفاءة السلخ في كمية المخلفات الناتجة. وتعّد معظم مخلفات المسالخ منتجات ثانوية يمكن الاستفادة منها بشكل أو بآخر. وتشمل النواتج أو مخلفات الذبيحة مواد صالحة للاستهلاك الآدمي (الرأس-المخ-اللسان٠٠٠الخ) ومواد غير صالحة للاستهلاك الآدمي السقطات (الجلد-الدم-الحوافر٠٠٠الخ)، كذلك الذبائح الكاملة أو أجزاء منها والتي يثبت عدم صلاحيتها للاستهلاك بعد الفحص (قبل وبعد الذبح). كما أن لمخلفات المسالخ مردوداً اقتصادياً كبيراً ومهم غير أن المخلفات إليها أثر كبير في الصحة العامة والبيئة، فتراكم هذه المخلفات وإلقاء مصادرات المسالخ في الهواء الطلق يساعد في تكاثر الحشرات والقوارض،

وانبعاث الروائح الكريهة، وانتشار الأوبئة، وتلوث البيئة(Ockerman,(2000 . وللتعامل مع المخلفات الناتجة عن المسلخ عدة طرائق، بعضها قابل للمعالجة والاستفادة وبعضها للتخلص النهائي. ويعتمد الأسلوب المناسب على ظروف المكان وعلى الإمكانيات المتاحة وكمية المخلفات وطريقة جمعها وحفظها، فبعضها يتطلب آليات متطورة باهظة الثمن كالحرق والترميد. ومن هذا المنطلق تبرز أهمية دور المسالخ في إحكام السيطرة على التعامل مع المخلفات الناتجة عن عملية الذبح والتجهيز (دم وجلود ومحتويات الكرش والأمعاء وقرون وأظلاف٠٠٠الخ)، بالإضافة إلى اللحوم التي يثبت عدم صلاحيتها للاستهلاك نتيجة تلوثها أو إصابتها بمسببات الأمراض الجرثومية، أو الفيروسية، أو الطفيلية(الشريك،١٩٩٦).

ولا تغب عن أذهاننا جثث الحيوانات النافقة(قد تحوي أمراضاً خطيرة)،والحيوانات الضالة والكلاب الشاردة والقوارض التي تنفق في الشوارع والطرائق نتيجة خطط الوقاية التي تقوم بها مجالس المدن والبلديات للتخلص من الحيوانات الشاردة والقوارض، وتبقى هذه الجثث في العراء دون معالجة أو متابعة والتي تنذر بأمراض وأوبئة مختلفة .وهذا ما يجب اعطاؤه أهمية كبيرة عند معالجة الحيوانات الشاردة والقوارض والنفوقات الناجمة عن الأوبئة المختلفة والتي توجد بكثرة خاصة في مزارع الدواجن كما توضح الصورة(٢).

الصورة (٢): رمي المخلفات الحيوانية ونفوقات الحيوانات

وتعّد عملية معالجة النفايات والتخلص النهائي منها من العناصر الوظيفية لإدارة النفايات والتي تحتاج إلى حلول علمية مقبولة للحفاظ على البيئة، حيث يعتمد تحديد الطريقة المثلى للتخلص من النفايات على مكونات هذه النفايات، وعلى واقع المدينة التي تخلف هذه النفايات، وعلى الإمكانات المالية المخصصة للتخلص من النفايات(Sharholy.et.al.2008). وإن إدارة النفايات البلدية بشكل متكامل ومستدام من أهم الطرائق والوسائل المساعدة في التقليل من كمية

النفايات البلدية والتخلص منها وخفض تأثيرها في صحة الإنسان والبيئة ;(2005) ,Kumar .Mohd et.,al(2008)

كما أن حجم الضرورة التي تقضي بمعالجة الفضلات والنفايات يتعاظم مع الوقت لعدة اسباب:(العبدلي،٢٠١٣)منها:

١- زيادة عدد السكان.
٢- وزيادة الاستهلاك التي تحتم زيادة كمية الفضلات التي يخلفها السكان كنتيجة للأنشطة البشرية المختلفة.
٣- الحفاظ على سلامة عناصر البيئة الأساسية التربة والماء والهواء والغلاف الجوي.
٤- عدم اتباع الطرائق الملائمة في جمع النفايات ونقإليها ومعالجتها وازدياد كمية النفايات بشكل هائل وتلوث البيئة واستنزاف المصادر الطبيعية في مناطق عديدة من العالم.

أهداف البحث(المشكلة) Objectives of the study:

أشارت دراسات منظمة الصحة العالمية إلى أن ٢٢%من الأوبئة والأمراض التي يتعرض إليها الإنسان يكون سببها ضعف الإجراءات المتبعة في كيفية التخلص من النفايات، وزادت هذه المشكلة تعقيداً مع الزيادة السكانية. ونظراً لقلة الوعي البيئي فيما يتعلق بالتخلص الصحي من النفايات العضوية. والظواهر السلبية الناجمة عن التعامل الخاطئ مع النفايات والمخلفات العضوية ومخلفات المسالخ فإننا:

اقترحنا إجراء هذا البحث لتحقيق الأهداف الآتية:

- إيجاد طريقة حيوية علمية وصحية من تطبيقات الأمن الحيوي، لمعالجة جزء من الكميات االيهائلة للنفايات العضوية في مطامر النفايات.
- دراسة بعض المركبات التي تفيد في التخلص من النفايات العضوية ومخلفات المسالخ.

الفصل الثاني

الدراسة المرجعية

Literature review

الفصل الثاني

الدراسة المرجعية

Literature review

❖ ٢-١-النفايات العضوية

أصبحت مشكلة التخلص من النفايات تنذر بقضية تلوث خطيرة، وذلك مع تزايد إنتاج النفايات والكميات الإليهائلة التي تحتاج إلى إدارة للتخلص منها(Batool and Nawaz, 2009) . يتم جمع ٦٠%فقط من إجمالي النفايات المتشكلة في معظم المدن، وباقي النفايات لا يتم جمعها فهي تنتشر في المساحات الخالية والعراء وأزقة الشوارع، وأرصفة الشوارع والمجارير المفتوحة والمرافق العامة والأنهار(Shyamala and Belagali, 2012) .

إن أهم ما يمّيز تركيب النفايات في معظم الدول النامية هو احتواؤها على جزء كبير من النفايات العضوية القابلة للتحلل الحيوي (نفايات الخضار والفواكه، والنفايات الزراعية، ونفايات المطاعم وغيرها....). حيث تصل احيانا إلى ٥٠-٦٠%في المدن و٦٠-٧٠% في المناطق الريفية من نسبة تركيب النفايات. لذلك تعّد عملية المعالجة الحيوية للنفايات بتحويإليها إلى محسنات التربة من أهم الطرائق المتبعة لمعالجة النفايات العضوية نظراً لأهميتها البيئية والاقتصادية(شرحولي،٢٠١٤).

إنّ التخلص من النفايات عامة وفضلات المطابخ خاصة، التي تحتوي على نسب مرتفعة من تركيبها مواد رطبة إلى مكبات النفايات سيؤدي إلى مشكلات متعددة كالتحلل والتعفن والروائح الكريهة وتلوث المياه السطحية والجوفية بالمياه الراشحة بالإضافة إلى التأثير في على الناحية الجمالية للمدينة (Wang et al., 2003) .حيث يمكن الحد من المشكلات إلى حد كبير عن طريق تقليل كمية النفايات الملقاة وغير المجموعة.

إنّ تخمير الفضلات لا يؤدي إلى تقليل كمية المخلفات التي تدخل في نظام إدارة النفايات فحسب، وإنما يوفر ايضاً منتجاً نهائياً مفيداً (سماداً عضوياً ومادة عضوية جيدة) بأقل تكلفة والمنتج صديق للبيئة وأنسب للتربة من استخدام الاسمدة الكيميائية (Sajjad and Junnaid, 2011). وهناك كثير من العوامل التي إليها تأثير في إدارة النفايات حيث تختلف معدلات الإنتاج اليومي من النفايات من فرد لآخر، ومن مجتمع لآخر وبدرجات تفاوت كبيرة حسب

متوسط الدخل والكثافة السكانية وطبيعة المناخ والسلوك الاجتماعي والتغيرات الموسمية SUFIAN, (2006,)،(الدحدوح،٢٠٠٣)،(الفرج،٢٠٠٥).

تشمل هذه العوامل:

١- **عدد أفراد الأسرة:** تعد الزيادة في النمو السكاني من أهم العوامل المؤثرة في زيادة معدل إنتاج النفايات، حيث تتناسب طردياً معها وهي ظاهرة تتساوى بها جميع دول العالم بلا استثناء، ذلك أن هذه الزيادة عادة ما يرافقها كثير من أشكال التغيرات في النشاط العمراني والاقتصادي والاستهلاك والإنتاج. إذ بلغ عدد الأسر في محافظة حماة للأعوام ٢٠١٦-٢٠١٨ نحو ٣٩٥٢٠٠ أسرة وبلغ متوسط عدد أفراد الأسرة الواحدة ٥ أشخاص (المكتب المركزي للإحصاء-دائرة الإحصاء بحماة). ومن ثمّ الزيادة في كمية النفايات المتولدة التي تحتاج إلى إدارة فعالة للتخلص منها والتعامل معها بصورة علمية وعملية سليمة. ولابد من التأكيد والتنويه على أن زيادة عدد السكان ضمن التجمعات السكانية في محافظة حماة زادت في ظل الأزمة الراهنة التي تمر بها البلاد، والتي أدت إلى قدوم آلاف الأسر إلى محافظة حماة وأدت دوراً في زيادة كميات النفايات المتولدة وفق الإمكانات البلدية المتاحة والجدول (1) يبّين كمية النفايات المرَّحلة شهرياً عن مراكز المدن في محافظة حماة(مديرية الخدمات الفنية، دائرة النفايات الصلبة في محافظة حماة).

الجدول(١)يبين كمية النفايات المرحلة شهرياً عن مراكز المدن في محافظة حماة

التسلسل	البلدية	كمية النفايات المرحلة طن/الشهر
١	حماه	18500
٢	مصياف	795
٣	افاميا	285
٤	السلمية	2020
٥	حلفايا	
٦	اللطامنة	
٧	كفرزيتا	
٨	صوران	80
٩	طيبة الأمام	70
١٠	محردة	490
١١	السقيلبية	450
١٢	مورك	
١٣	تل سلحب	330
١٤	وادي العيون	140

٢- **المستوى المعيشي:** تتأثر كمية النفايات بمستوى الدخل للأسرة ومعدل استهلاكها كماً ونوعاً، والذي يختلف من أسرة لأخرى، وتختلف كمية النفايات من منزل إلى أخر تبعاً للفرد، ويختلف أثر المستوى المعيشي من مكان إلى أخر حسب طبيعة المكان (في المدينة عن القرية). وأثبتت دراسات كثيرة أنه مع زيادة دخل الأسرة تزداد كمية النفايات البلدية المتولدة، أي ان ارتفاع المستويات المعيشية والرفاهة تزيد من كمية إنتاج النفايات(عبود'٢٠١٤). كما وجد (العبد ربه وآخرون،٢٠١٢) من خلال دراسة إنتاج النفايات المنزلية، وتأثير حجم الأسرة ومستوى الدخل في معدل الإنتاج وقد أظهرت النتائج ان لحجم الأسرة تأثير عكسي في معدل إنتاج الفرد الواحد من النفايات المنزلية.

٣- **المستوى التعليمي:** للمستوى الثقافي والتعليمي علاقة وثيقة بحجم النفايات المتولدة للأسرة (عبد'٢٠١٤) ،ونتيجة لقلة الوعي وبطء الإدارة المحلية في أداء دورها فإن النفايات قد تتراكم في الشوارع والمحلات والأزقة لمدة طويلة وبذلك تزداد كمياتها إلى رقم تصبح معه عبئاً على المواطنين مما يضطرون إلى التخلص منها بإحدى الطرائق المضرة بالبيئة (البغدادي وضرغام،٢٠١١).

٤- **العوامل السلوكية:** العوامل السلوكية للناس تؤثر في النفايات البلدية كماً ونوعاً، وعلى الرغم من كثرتها غير أنها تختلف من أسرة لأخرى، فمنها ما هو متعلق بسلوك الأسرة في إخراج النفايات المنزلية، ومنها ما هو مرتبط بوقت إخراج النفايات من المنازل، فهنالك أسر تُخرج النفايات في الصباح الباكر ومنها عند الظهيرة ،ومنها عند المساء ، ومنها ما هو مرتبط بالوسيلة المستخدمة في نقل النفايات المنزلية مثل الأكياس البلاستكية(القابلة للتمزق بسهولة والنبش وانتشار النفايات وتناثرها) وكيفية تعامل الأسر مع النفايات المنزلية الخطرة(النفايات الطبية المنتهية الصلاحية) وغيرها(ابو العجين،٢٠١١).

٥- **العوامل الاجتماعية والدينية:** تعد العوامل الاجتماعية من العوامل المؤثرة في زيادة حجم النفايات كما في الصورة (٣)، وتتعدد العوامل الاجتماعية والمناسبات السنوية كالأعياد وشهر رمضان وأيام الجمعة والمناسبات الاجتماعية والدينية الأخرى والتي يكون إليها آثار بيئية ومخلفات مختلفة(سيد،٢٠٠٤).

الصورة (٣): النفايات الناتجة عن العوامل الاجتماعية

٦- **العوامل الأمنية:** من العوامل المؤثرة في قطاع النفايات البلدية بسبب الوضع الأمني وفي حالات الاضطرابات الأمنية وغلق عدد من شوارع المدينة، وتكرار إغلاق الطرائق أو تحويل الشوارع يؤثر سلباً في كفاءة عملية جمع وترحيل النفايات البلدية داخل وخارج المدينة وانتشار المكبات في ساحات المدينة والعراء والطرائق غير السليمة للتعامل مع النفايات (الراوي والطيار ،٢٠١٢). و ما يجب الاشارة إليه أن عملية جمع وترحيل النفايات هي جزء من العملية الإدارية لمعالجة النفايات. وتوجد عدة طرائق تستخدم في جمع النفايات حسب عدة عوامل تؤثر في عملية الجمع. حيث يتم جمع النفايات بواسطته.

أ-**الحاويات المعدنية:** بسعات مختلفة وأكثرها بسعة ٥٠٠ ليتر، ويتم توزيع هذه الحاويات على الطرق الرئيسة ومفترقاتها، وبين الأحياء السكنية في الأزقة في أماكن يسهل على المواطنين الوصول إليها وهذه الطريقة بالجمع لا تفي بالغرض المناط بها بسبب سلوك الناس وتدني الوعي البيئي عند قسم من المواطنين، وقلة عددها وقلة طاقتها الاستيعابية وبعدها عن كثير من منازل المواطنين حيث يتوزع في المدينة ما يقارب١٨٤٠حأوية بسعة ٥٠٠ لتر، و تم اعتماد حاويات بسعة ٨٠٠-١٠٠٠ ليتر منذ العام ٢٠١٤ ليتم تفريغها من كافة أنواع السيارات العاملة، وتم توزيع عدد بسيط من الحاويات ذات سعة ١٦٠٠ ليتر حيث لا يتجاوز العدد ٢٠ حاوية لعدم مقدرة كثير من السيارات تفريغها (محافظة حماة، مديرية الخدمات الفنية، دائرة النفايات البلدية الصلبة).

ولتحسين عملية الجمع بالحاويات هناك عدة أمور يجب مراعاتها:

١- **المسافة بين الحاوية والمنزل:** هناك علاقة عكسية بين بعد الحاوية عن المنزل ورغبة الناس في نقل النفايات اليها حيث يجب أن تخصص كل حاوية ل٢٠٠ شخص.

٢- **الشخص المسؤول عن نقل النفايات للحاوية:** وهو من أهم العناصر المساعدة على نجاح طريقة الجمع بالحاويات الثابتة لأن الكثير من الأسر تستعين بالأطفال لرمي النفايات مما يعّقد عملية الجمع بشكل كبير وتراكم النفايات قرب الحاويات في معظم المشاهد المتكررة كما في الصورة(٤).

الصورة(٤): تراكم النفايات وسلوك الأطفال لرمي النفايات

٣- **حالة الحاوية:** كثيرة هي الحاويات تعاني من التلف والحرق المتكرر من قبل السكان ليتخلصوا من الروائح والحشرات والنبش عندما يتأخر تفريغها وتراكم النفايات بجانبها مما يسبب تلفها، وكذلك تعرض كثير منها للتلف بسبب سلوك بعض الأشخاص والأعمال الإرهابية التي عانت منها بعض المناطق نتيجة للوضع الراهن للبلد، كما توضح الصورة (٥).

الصورة(٥): تلف الحاوية نتيجة السلوك الخاطئ

٤- **الطرق والحالة المرورية:** تتأثر عملية تفريغ الحاويات بالازدحام وانسداد الطرق من وصول شاحنات التفريغ للحاويات فيتأخر تفريغها مما يزيد من مشكلات تراكم النفايات قرب الحاويات. بالإضافة إلى وجود بعض الحاويات في شوارع ضيقة لا تستطيع بعض أنواع السيارات الدخول إليها وتفريغ النفايات منها.

٢-٢- فضلات المسالخ ونفاياتها:

إن صناعة اللحوم و مخلفات الحيوانات تولد كميات كبيرة من النفايات العضوية حيوانية المنشأ التي قد تحوي أمراضاً قد تنتقل للبشر مما يجعل التخلص من المنتجات الحيوانية مشكلة صحية (Hejnfelt and Angelidaki 2009).وتفيد الدراسات الاقتصادية والأبحاث التسويقية التي تمت في مجال التخلص أو الاستفادة من مخلفات (نفايات) المسالخ. أن ٥٤%من وزن الأبقار و٥٢%من وزن الأغنام التي تذبح يستفاد منها كغذاء للإنسان لذلك فإن ملايين الأطنان من مخلفات المسالخ غير الصالحة للاستهلاك الآدمي كل عام مطلوب معالجتها حتى لا تشكل خطورة على الصحة العامة والبيئة، وفي الوقت نفسه ليكون إليها مردود اقتصادي. والبديل لمعالجة المخلفات أو الاستفادة منها هو التخلص منها بالحرق أو الطمر الصحي، وهذا الأسلوب تترتب عليه خسائر اقتصادية بالإضافة إلى المشكلات الصحية الخطيرة الناتجة عن تلوث البيئة، حيث إن مخلفات المسالخ تشكل قرابة ٣٨%،٤٨%،٥٠% من وزن الأبقار والأغنام والإبل على التوالي (مرشدي واخرون،١٩٩٩). يجب الإشارة إلى أن بعض نسج وأعضاء الحيوان (المخلفات) قد تشكل خطورة شديدة على الصحة العامة وتؤدي إلى انتشار الأوبئة الحيوانية من مثل مرض جنون البقر والحمى الفحمية وحمى الوادي المتصدع والطاعون البقري وغيرها من الأمراض الوبائية. بالإضافة إلى الأخطار من المتبقيات الكيميائية المختلفة كالمبيدات الحشرية والمضادات الحيوية والسموم الجرثومية والفطرية، والعناصر المعدنية الثقيلة مثل الزئبق والكادميوم والرصاص والنحاس والزنك وغيرها مما يتطلب حظر استخدام المخلفات في أغذية الإنسان أو الحيوان (ندا،١٩٩٦).

يجب التأكيد على أهمية معالجة نفايات المسالخ لحماية البيئة من التلوث والاستفادة من المردود الاقتصادي لهذه المخلفات بتدويرها وتحويلها إلى منتجات صناعية جديدة لا تشكل خطورة على الصحة العامة، وفي هذا المجال يجب الاشارة إلى أهمية وجود نظام عام وشامل للتجميع الآمن

للمخلفات وطرائق معالجتها والتخلص منها صحياً حيث إنه في غياب هذا النظام توجد مخاطر حقيقية على الصحة العامة والبيئة من جراء استخدام طرائق معالجة غير محققة للاشتراطات الصحية لمعالجة ملايين الأطنان من المخلفات الحيوانية في المسالخ. وحتى لا تكون مخلفات المسالخ مصدراً للتلوث بالملوثات الحيوية، ويجب ان يشمل هذا الأمر المسالخ الصغيرة أيضاً ونقاط الذبح بالقرى لحماية المواطنين الذين يقطنون هذه المناطق من الأمراض وكذلك البيئة (Ockerman ,1998., 2000). كما يمكن اعتبار المخلفات الحيوانية ثروة هائلة ذات أغراض متعددة تتطلب وضع تخطيط حضاري للاستفادة منها بطريقة صحيحة واقتصادية، ولذلك أوصت الدراسات والأبحاث بتحويل هذه المخلفات إلى منتجات جديدة أكثر فائدة من مثل:

-أغذية حيوانية للحيوانات الأليفة ومركزات أعلاف (مسحوق لحم وعظم) للدواجن والأسماك.

-مستحضرات حيوية ودوائية.

-مستحضرات صناعية (مساحيق التجميل والشحوم والصابون والمنظفات وزيوت التشحيم).

والصناعات الجلدية وصناعة الجلاتين والأسمدة ومحسنات التربة والغراء٠٠٠٠٠ال خ. (Ockerman ,1998., 2000).(مرشدي وآخرون،١٩٩٩). وجد Wilkinson.et., (al,2007)، إن تطبيق تقنية التخمير لفضلات اللحوم مع النفايات البلدية أدى إلى الحصول على منتج نهائي مستقر وخالٍ من المسببات المرضية، حيث كانت الكتلة الحيوية مكونة من مزيج (روث الماشية وفضلات اللحوم ونشارة الخشب والنفايات البلدية). وتم الحصول من خلال دراسة قام بها (Anders and Nowak,2008) فعالية عملية التحلل والتفكك للكتلة الحيوية للنفايات المضاف إليها نفايات اللحوم. إن التحليلات النهائية للتركيب الميكروبيولوجي في المواد المستخدمة، يشير لعدم وجود التلوث بالطفيليات المعوية والبكتريا وخاصة السلمونيلات وقيم منخفضة جداً من القولونيات. وعزى هذا التلوث إلى عدم التجانس المثالي للنفايات ،أو للتلوث من البيئة المحيطة إن حصل. اعتبر Adewumi,et.,al(2005) أن عدم إدارة النفايات البلدية في مدن نيجيريا تعد من المشكلات الصحية المهمة المؤثرة بشكل مباشر في الصحة العامة وإن أحد حلول هذه المشكلة هو السيطرة على فرز مكونات القمامة البلدية قبل ايصالها لمواقع الطمر الصحي، وقام بتخمير نسب مختلفة من مكونات النفايات المنزلية مع زرق الدواجن ووجد أن أفضل نسبة لإعطاء دبال غني بالمغذيات الزراعية هي مزج ٧٠%من النفايات المنزلية مع ٣٠%من فضلات سماد الدواجن.

٢-٣- الانعكاسات السلبية للنفايات والمخلفات الحيوانية (العبدلي،٢٠١٣).

٥- توفر النفايات الغذاء والبيئة المناسبة لتكاثر القوارض والذباب والبعوض والحشرات الضارة التي تقوم بنقل الأمراض المختلفة (الكوليرا-الطاعون-التيفوئيد-اللشمانيا... وغيرها).

٦- تلوث الهواء والماء والتربة بسبب عدم استخدام طرائق ووسائل كفوءة وفعّالة للتخلص من القمامة.

٧- التلوث البصري من خلال التأثير في النواحي الجمالية للمدينة وماله من أثر في الصحة النفسية للسكان.

٨- تحتوي النفايات مواد وطاقة كامنة على الرغم من أنّ عملية استرجاع بعض هذه المنافع ليست اقتصادية غير أنّ هدر مثل هذه المواد يعني خسارة اقتصادية للبلد.

٩- تلوث البيئة بالنفايات الخطرة والمعادن الثقيلة ومالها من أضرار على الصحة العامة.

٢-٤- من الأساليب والطرائق المتبعة للتخلص من النفايات والمخلفات الحيوانية.

١٠- ١-الطمر الصحي land fills

١١- ٢-الحرق العشوائي Burning

١٢- ٣-الترميد Incineration

١٣- ٤-الاستخلاص Rendering

١٤- ٥-الهضم اللاهوائي Anaerobic digestion

١٥- ٦-الحلمهة القلوية Alkaline hydrolysis

١٦- ٧-التخمير Fermentation

٢-٤-١ **الطمر الصحي**land fills :

هي من الطرائق القديمة المستعملة للتخلص من النفايات، وهي عملية وضع النفايات في حفر ومن ثم تغطيتها بالتراب بعد أن يتم عزل الحفرة عن المياه الجوفية (العبدلي،٢٠١٣). حيث تعد مواقع (مدافن-مكبات) النفايات البلدية من أخطر المناطق الملوثة وأشدها ضرراً على صحة الإنسان والبيئة إذا لم تتم إدارتها بطريقة سليمة، وأثبت كثير من الدراسات والبحوث العلمية مدى خطورتها، وحذّرت من أبعاد وتداعيات المشكلات البيئية والصحية الناجمة عن ردم النفايات البلدية بطريقة غير آمنة وطالبت باعتماد الإدارة المتكاملة والمستدامة في معالجتها. وتؤكد معظم

الدراسات أن دفن النفايات البلدية هو أكثر الأساليب التي تنتهجها الدول النامية للتخلص من النفايات.Kumar, (2005); Mohd et.,al(2008) . ولكن تعّد أقل الطرائق كلفة بوضع مخلفات المسالخ أو النفايات في طبقات بالمردم العام وتغطيتها بطبقة من التربة لمنع وصول الحشرات والحيوانات الضالة والقوارض إليها(2002),WRAP .

يمكن التخلص من المخلفات الحيوانية من خلال تشكيل كومة فوق الأرض يتم تغطيتها بطبقة من التراب (OIE,2010)، ولكن حُظّرت هذه الطريقة في بعض البلدان وخاصة الاتحاد الأوروبي بسبب مخاوف من أن العوامل المعدية ربما تدخل من غير قصد سلاسل غذاء وعلف الحيوان، أو قد تؤدي إلى تلوث البيئة. كما زادت المخاوف من أن الدفن غير اللائق وغير الصحيح يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية والسطحية بالمسببات المرضية والمنتجات الكيميائية الناجمة عن التحلل والتفسخ (NABC, 2004).

من المعروف أن ردم أو طمر النفايات مُنع عالمياً لأسباب علمية وبيئية ذلك أن النفايات العضوية في المطامر لا تتحلل بسرعة وتسبب إنتاج غاز الميتان غير المراقب مما يؤدي لاشتعال النفايات ذاتياً بالإضافة لمساهمتها بتلوث المياه الجوفية والتربة المحيطة(شرحولي،٢٠١٤). كما ينصح بالإبتعاد عن هذه الوسيلة لضياع ثروة من المواد العضوية التي يمكن الاستفادة منها وتحسين قيمتها الزراعية(Ockerman., 2000) .

٢-٤-٢ الحرق العشوائي Burning:

تتميز نفايات كثير من المدن باحتوائها على نسبة كبيرة من المواد العضوية التي هي نفايات الخضراوات وبقايا تحضير الطعام، وعليه فمثل هذه النفايات تحتوي على معدل رطوبة عال مقابل نسبة مواد قابلة للاحتراق منخفضة أي أن القيمة الحرارية الدنيا للنفايات منخفضة(شرحولي،٢٠١٤). ويعّد الحرق شائع الاستخدام كطريقة للتخلص من النفايات في كثير من البلدان، كما نلاحظ في الصورة(٦). والحرق في الهواء الطلق من المرجح أن يكون غير كامل أو لا تصل درجة الحرارة إلى مستوى عالٍ كما في الترميد، مما يزيد من الخطر المعدي للمسببات المرضية. وعلاوة على ذلك فإن الاحتراق الكامل يُنجز بنجاح عندما يتم توفير ما يكفي من العمل، الهواء والوقود (Animal Health Australia, 2007).

تشمل المخاطر الصحية والإنسانية المحتملة والمتعلقة بالحرق (ما عدا الحروق الجسدية الطبيعية واستنشاق مباشر للدخان)، انبعاثات الديوكسين ومواد سامة من الاحتراق غير الكامل

(احتراق ناقص)، ويعّد كل من الديوكسين والفيوران وأول أوكسيد الكربون مواد سامة مسرطنة بالإضافة إلى الروائح الكريهة، ويمكن أن تؤثر سلباً في التناسل والتكاثر البشري وجهاز المناعة (Rier, 2008). وينتج عن عملية الحرق كمية كبيرة من الرماد أو المكونات غير عضوية والتي يجب التخلص منها وترسيب الرماد المتطاير (Franco,(2002.

الصورة (٦): الحرق العشوائي للنفايات

٢-٤-٣ -الترميد Incineration:

هو عملية حرق النفايات العضوية والنفايات الحيوانية ومخلفاتها أو المنتجات الثانوية في درجات حرارة وضغط عالٍ لإنتاج رماد لا عضوي (NABC, 2004). ويمكن أن يتم في مثل هذه المرافق حرق الجثث الكاملة للحيوانات النافقة، أو أجزاء منها كلياً وتحويلها إلى رماد، بالإضافة إلى مواد أخرى في الكثير من الحالات (مثل نفايات البلدية أو النفايات الخطرة أو نفايات المستشفيات). يؤدي ذلك إلى إخماد فعّال لنشاط العوامل المسببة للمرض، بما فيها الأبواغ (OIE,2010). وتشمل المخاوف الصحية الناجمة عن الترميد تحرير المواد السامة (الديوكسين والفيوران)، وكذلك الرماد المتطاير. كما يكمن خطر المواد السامة الناجمة عن الاحتراق الناقص وغير المكتمل الذي يمكن أن يستقر في المناطق المحيطة بالمرمدات وقد يدخل في السلسلة الغذائية من خلال رعي الحيوانات أو من خلال الاستهلاك البشري للمحاصيل الملوثة. ومع ذلك، وبعد تركيب حراقات ملائمة للأفران يمكن الحد بشكل كبير وخفض خطر الانبعاثات الضارة المتحررة (Mari et al., 2008; Yan et al., 2008)، وتنظيم مواقع الأفران في المزرعة (بأن لا تكون قريبة من المزارع الحيوانية، من منظور الصحة الحيوانية والبشرية فإن حرارة الفرن العالية تحطم تماما العوامل الممرضة حيوانية المنشأ، بما في ذلك البكتيريا والجراثيم المشكلة للأبواغ مثل عصيات الجمرة الخبيثة (NABC, 2004).

إحدى المخاطر الرئيسة المحسوسة بالترميد خارج المزرعة، نقل النفايات والمخلفات الحيوانية بين المزارع، كما يتم في أوروبا (خدمة تجميع مركزية)، وتنقل بعد ذلك للترميد (أو التكرير) حسب الضرورة. فلا مناص أن المركبات الناقلة تغطي مسافات كبيرة بين المزارع وهي محملة بالنفايات الملوثة، وهذا أدى إلى مخاوف كبيرة (Kirby et al., 2010). إذ يمكن تخفيض هذه المخاطر عبر إجراءات الأمن الحيوي المناسبة مثل تعقيم مركبات التجميع واللباس الواقي بين المواقع وامتلاك حاويات مختومة لا تسمح بخروج الآفات والسوائل (Pollard et al., 2008).

٢-٤-٤- التكرير (الاستخلاص أو الإذابة):rendering

يعد نظاماً مغلقاً للمعالجة الآلية والحرارية ويؤدي إلى تكوين منتجات مستقرة ومعقمة، مثل الدهن الحيواني والبروتين الحيواني المجفف. وتتوافر هذه التقنية في مرافق خاصة بها. وهي فعالة في إخماد نشاط كل العوامل المسببة للأمراض باستثناء البريونات، التي تتقلص قدرتها على التسبب بالعدوى. وينبغي معرفة مدى توافر إمكانية استعمال هذه التقنية مسبقاً(OIE,2007). وينطوي التكرير بسحق النفايات والمخلفات الحيوانية إلى جزيئات ذات حجم موحد، تسخين الجزيئات، ومن ثم فصل الدهون والمواد البروتينية واستخلاصها والمحتوى المائي قدر الإمكان، حيث من الممكن، إنتاج مواد مفيدة تتضمن وجبة لحم وعظم والشحم الحيواني (Kalbasi-Ashtari et al., 2008)، أو تستخدم كمصدر للوقود، وربما تكون مستخلصاً كإضافات بروتينية لتغذية الحيوانات. إن الشحم المستخلص من عملية الإذابة والتكرير يمكن أن يستخدم في نواحٍ أخرى مثل الصابون ومساحيق الغسيل أو كالدهون في الصناعات الكيميائية ومستحضرات التجميل (Kalbasi-Ashtari et al., 2008; NABC, 2004)، أو ربما تستخدم أيضاً لإنتاج الطاقة. وتقلل أيضاً هذه المعاملة والمعالجة من الأثر البيئي (Woodgate and vanderVeen, 2004). ومن ضمن المخاوف الرئيسة البيئية المرتبطة بالتكرير تتعلق بالانبعاثات الغازية والروائح الكريهة التي تنتج من المواد الخام خلال العملية كنتيجة لمعالجة النفايات السائلة (DEFRA, 2008). وتفيد التقارير أن التكرير يحلل معظم المسببات المرضية، ولكن يمكن أن يحدث إعادة تلوث، خصوصاً بالسلمونيلات في أثناء معالجة، تخزين ونقل المنتج النهائي. ويمكن أن تعّد ذات مخاطر منخفضة عندما تتم المعالجة وإجراءات التخزين الفعالة وفي مكانها الصحيح.

٢-٤-٥- الهضم اللاهوائي (الاختزال اللاهوائي) Anaerobic digestion:

تحدث عملية التحلل اللاهوائي في مكان مغلق يدعى الإليهاضم digester، والمرحلة الأولى عبارة عن تفاعل كيميائي يسمى التحلل المائي (Shefali, 2002) hydrolysis، حيث تتفكك المواد العضوية المعقدة إلى السكريات الأساسية وأحماض

أمينية، وأحماض دهنية بإضافة مجموعة الهيدروكسيل ومن ثم يعقب المرحلة ثلاث عمليات حيوية وفقا الآتي:

١- المرحلة الحمضية: Acidogenesis: حيث يتم فيها التحلل إلى جزيئات أبسط بوجود البكتريا الحمضيةacidogenic bacteria ، وينتج عنها الأحماض الدهنية الطيارة، وإنتاج الأمونيا و ثنائي أوكسيد الكربون، و كبريت الهيدروجين كمنتجات ثانوية.

٢- المرحلة الخّلّية أو الأسيتونية Acetogenesis : تعالج فيها الجزيئات الناتجة عن المرحلة الحمضية بوساطة الكائنات الحية الدقيقة و تدعى بالجراثيم الخلية acetogens وينتج عنها ثنائي أوكسيد الكربون والهيدروجين وحمض الخل.(Ljupka, 2010)

٣- المرحلة الميتانية أو الكحولية Methanogenesis: وفيها يتم إنتاج الميتان و ثاني أكسيد الكربون و الماء وذلك عبر البكتريا الكحولية Methanogens، ولكي يزداد مستوى التحلل يجب أن يبقى رقم الحموضة ما بين (٥.٥ – ٨.٥)، ودرجة الحرارة ما بين ٣٠ – ٦٠ م .(Amin, 2012)

وقد لا تؤدي هذه العملية إلى إخماد نشاط كافة العوامل المسببة للمرض(OIE,2010). وتنطوي هذه العملية على تحلل وتراجع للمواد العضوية تحت الظروف اللاهوائية لإنتاج غاز الميثان (الغاز الجوي)، الذي يمكن استخدامه كمصدر للوقود (Ward et al., 2008). ويمكن أن يحدث الهضم اللاهوائي عند درجات حرارة مختلفة ومتعددة، درجات حرارة أليفة البرودة Psychrophilic بأقل من ٢٠درجة مئوية، أليفة الحرارة المعتدلةMesophilic وبدرجات(٢٠-٤٥) درجة مئوية و أليفة للحرارة thermophilic بدرجات(٤٥-٦٠) درجة مئوية، وذلك بفترات مختلفة (Cantrell et al., 2008). حيث تؤثر مجموعة درجات الحرارة على المدة الزمنية والظروف الفيزيائية والكيمائية ضمن العملية ومن ثم بقاء العوامل المسببة للأمراض (Viau and Peccia, 2009; Ward et al., 2008). وقد ثّبت أن طحن وتفتيت النفايات إلى إجراء صغيرة الحجم قبل الهضم اللاهوائي، يحسن التعقيم كما يزيد من سطح المادة الخاضعة للمعالجة، في حين يزيد كذلك الأمر من معدل تحلل المخلفات (Pavola et al., 2006). كما أن الهضم اللاهوائي عملية حيوية حساسة للغاية وتعتمد على وجود ونشاط الكائنات الحية الدقيقة التي من السهل أن تموت أو تتعطل العملية أو نمو كائنات أخرى عند تغير خواص الوسط الكيميائي كتغير رقم الحموضة، وكذلك المخلفات الغنية بالآزوت ومن ثم

إنتاج الأمونيا بكميات كبيرة وهي سامة للكائنات الدقيقة Banks and Humphreys, (1998)، لذلك ولعدم استقرار عملية الهضم اللاهوائي فإنه غالباً ما يتم استبعادها كخيار للمعالجة(Banks,(1994 .إن السماد الناتج عن هذه المعالجة يحتاج لمرحلة هوائية تالية لإنضاجه ومحسنات للتربة يمكن إضافتها للتربة الزراعية تختلف عن المعالجة الهوائية بعدم ارتفاع تركيز الملوحة التي قد تضر بنوعية التربة على مدى الاستخدام طويل الأمد المتكرر (شرحولي،٢٠١٤).

٢-٤-٦- **الحلمهة القلوية** Alkaline hydrolysis :

تستخدم هذه الوسيلة ماءات الصوديوم، أو ماءات البوتاسيوم لتحفيز تحليل المواد العضوية بالماء وتحويإليها إلى محلول مائي معقم يتكون من ببتيدات صغيرة وأحماض أمينية وسكريات وصابون. تستخدم الحرارة العالية (١٥٠ درجة مئوية) لتسريع العملية. وتساعد الحرارة والظروف القلوية للعملية على تدمير الأغشية البروتينية للفيروسات والروابط الببتيدية للبريونات. وتحلل كل من الدهون والأحماض النووية(OIE,2010). فيما تشير التقارير إلى القليل من الانبعاثات الغازية والمشكلات المتعلقة برائحة التحلل القلوي والنفايات السائلة (مرتفعة القلوية) والغنية جداً بالعناصر المغذية التي من الممكن أن تشكل مشكلة عند تصريف النفايات السائلة مع مياه الصرف الصحي (NABC, 2004).

تؤدي عملية الهضم والتحلل القلوي في نهاية المطاف إلى تحلل البروتين المكون الرئيسي الصلب للنسج الحيوانية، وفي نفس الوقت تتحرر البروتينات السكرية في السلاسل الجانبية للكربوهيدرات ويتحطم البروتين المغلف للفيروسات والروابط الببتيدية للبريونات في شروط حرارة وتركيز القلوي المستخدم في عملية الهضم (Taylor, 2001). وتؤثر عملية الهضم على الدهون حيث تتحول إلى غليسرول (عبر تكسير روابط الأستر وينتج الصابون بالصناعة من خلال أملاح الصوديوم والبوتاسيوم مع الأحماض الدهنية)، وفي الوقت نفسه الأحماض الدهنية غير المشبعة والكاروتينات (الأصبغة) تخضع لإعادة ترتيب جزيئية وتتحلل أيضاً بالحلمهة القلوية. وأما بالنسبة لتأثير عملية الهضم القلوية على السكريات فإن معظم السكريات المكونة للنسج تتأثر ببطء بعملية الهضم القلوية، ذلك أن كلاً من الغلوكوجين (الجزء الأكبر والأكثر شيوعاً في الغلوكوز من الحيوانات) والنشاء (الجزء الأكبر والأكثر شيوعاً من الغلوكوز في النباتات) تذوبان فوراً أثناء العملية. ومع ذلك التحلل الفعلي لهذه الجزيئات يتطلب علاجاً أطول بكثير مما هو مطلوب للجزيئات الأخرى، حيث تتحلل بالآونة نفسها مكونات السكريات الأحادية (غلوكوز وغالكتوز ومانوز). إلى حد كبير جزيئات السكريات الكبيرة مثل السيللوز، والتي تكون

مقاومة لعملية الهضم مثل (الورق والخيوط والألياف النباتية غير المهضومة ونشارة الخشب وهي من بين المواد القائمة على السيللوز) التي تترافق مع مخلفات الحيوانات وغير قابلة للهضم ولكنها تصبح معقمة ويمكن التخلص منها بمدفن صحي (WR2, 2003). وقد بيّنت الدراسات الحديثة أن المنتج الناجم عن الحلمهة القلوية ذو قيمة عالية وهو سماد فعال للتربة (Kalambura et al., 2008). وقد سّهل للغاية المزيج المؤلف من رقم الحموضة العالية (عادة قرابة١٤) ودرجة الحرارة والضغط المرتفعين، من فاعلية القضاء على العوامل الممرضة والمعدية المتواجدة في النفايات. فقد أظهر Neyens et al. (2003) أن الحلمهة القلوية أدّتْ تقريباً إلى القضاء التام على المسببات المرضية، في حين أثبتت الدراسة التي قام بها مؤخراً Murphy et al. (2009)، فعالية الحلمهة القلوية في تدمير وتحلل البريونات.

٢-٤-٧- **التخمير** Fermentation:

تعد تقنية التخمير العضوي وسيلةً فعالةً لتحويل المادة العضوية إلى مواد يحتمل أن تكون مستقرة وآمنة والمنتجات الصحية التي يمكن أن تستخدم لتعديل خواص التربة (الأسمدة العضوية) (Chen et al., 2014).ذلك أن التخمير العضوي التقليدي يستغرق وقتاً طويلاً ويُنتْج الغازات والروائح NH_3 وH_2S ويعطي منتجات سماد منخفضة الجودة غير صالحة للاستعمال التجاري، ولذلك أصبح تقصير زمن التخمير وزيادة في نوعية المنتجات المخمرة من أهداف المهمة في استخدام التخمير العضوي للتخلص من الفضلات.(Gabhane et al., 2012). ويوصف التخمير بأنه عملية قادرة على تحويل النفايات العضوية غير المستقرة مثل (النفايات البلدية و روث الحيوانات و فرشة الدواجن و مياه الصرف الصحي .....الخ) إلى مواد عضوية مستقرة عن طريق تحويلها إلى سماد عضوي(الدُبال) الذي يعد منتجاً زراعياً قّيماً وتقلل من انبعاثات الروائح كثيراً، والمركبات الهيدروجينية القابلة للتحلل الحيوي وتجفف النفايات(غير جاذبة للحشرات والقوارض)، وتتم من خلال تكنولوجيا وكلفة منخفضة (Neves et al., 2009).

يعد التخمير الهوائي واسع الاستخدام للتخلص من المخلفات العضوية ومخلفات المسالخ، و يعّد تقنية بسيطة يتم فيها اختيار الطبيعة لمعالجة هذا النوع من المخلفات(WRAP, (2002 .كما أن التخمير هو عبارة عن عملية اختزال حيوية بظروف هوائية تتحول فيها المواد العضوية مثل النفايات ومخلفات المسالخ، إلى مواد شبيهة بالتربة وبمراحل متعددة، وكل مرحلة تتضمن أنواعاً مختلفة من الكائنات الحية المجهرية ونواتج وسطية مختلفة،أوهيعملية حيوية أشبه بعملية طهي بطيئة يتم من خلالها التحكم في تحلل النفايات وتحويل المواد العضوية فيها إلى

مواد يمكن الاستفادة منها(مواد عضوية مستقرة)، حيث تقوم الكائنات الحية المجهرية بدور مهم في هذه العملية وذلك من خلال استخدام النيتروجين والدهون والكربون الموجود في المخلفات وتحللها عند رقم حرارة60-65 مْ (Hussian ,et.al.,2016) ;(2007) ,.Carter et al.; Allen and Mark,(2003). يعد التخميرهوالحل الأمثل والأسهل استعمالاً للتخلص من النفايات والحيوانات النافقة خصوصاً في حالات الجوائح مثل أنفلونزا الطيور فقد أمكن ملاحظة النفوقات مرمية على جوانب الطرق وفي العراء مما يؤدي إلى تأثيرات بيئية سلبية ومخاوف من عودة انتشار الأمراض والأوبئة (2007), OEPH; (2007) ,.Carter et al.
كما أن تطبيق تقنية التخمير لنفايات اللحوم تطبيقاً ناجحاً باستخدام النفايات البلدية يؤدى إلى الحصول على منتج نهائي مستقر وخالٍ من المسببات المرضية، حيث كانت الكتلة الحيوية مكونة من روث الماشية و قمامة اللحوم ونشارة الخشب والنفايات البلدية , .Wilkinson.et al,2007)، حيث كان الهدف من عملية التخمير للمشتقات الحيوانية و التقييم الميكروبيولوجي وكفاءة العملية في معدل تعطيل المسببات المرضية. تم الحصول من خلال دراسة قام بها) Anders and Nowak,2008) لدراسة فعالية عملية التحلل والتفكك للكتلة الحيوية المضاف إليها نفايات اللحوم ذلك أن التحليلات النهائية للتركيب الميكروبيولوجي في المواد المستخدمة، يشير إلى عدم وجود التلوث بالطفيليات المعوية والبكتريا وخاصة السلمونيلات وإلى قيم منخفضة جداً من القولونيات. ويعزى وجود هذا التلوث إلى عدم التجانس المثالي للنفايات أو للتلوث من البيئة المحيطة إن حصل. ويمكن تحسين جودة السماد بإضافة روث الماشية وفرشة الدواجن أو نفايات الفناء....الخ) (Gautam et al., 2010).

تنطوي العملية بشكلها النموذجي، على تصفيف النفايات أو المخلفات الحيوانية بين طبقات الركيزة الغنية بالكربون مثل القش ونشارة الخشب أو أعواد الأرز أو مخلفات الحدائق والمزارع... وغيرها، مع تغطية هذه الركيزة بالشكل النهائي (NABC, 2004) وتحويلها بوجود الأكسجين إلى منتج ثابت يطلق عليهCompost (WRAP, 2002) .
كما ان هناك معايير لقياس جودة المنتج والتي تؤثر كثيراً في قيمته فنسبة المواد الغريبة كالزجاج والمعادن والبلاستيك يجب ان تكون بمقادير معينة نسبة الزجاج أقل من ٠,٥%، والبلاستيك أقل من٠,٣%، ونسبة مجمل المواد الغريبة أقل من ٥% (2002),WRAP . ووجود المواد التي تعّد مثبطة لعملية التحلل الذي يحد من كفاءة عملية التحويل ويوقف نشاط الأحياء الدقيقة(شرحولي،٢٠١٤) لذلك لا يسمح بإضافة الفضلات الصناعية إلى المنزلية. وبيّن (2007) , OEPH أنّ العوامل التي تؤدي إلى خلق الظروف اللاهوائية هي: الرطوبة الفائضة،

ومسامية غير كافية والتحطم السريع للمواد العضوية والتكدس الكبير أو كومة كبيرة.وتتم المعالجة غالباً في مرحلتين:

٣- مرحلة الحرارة الأولية أو الابتدائية، حيث ترتفع فيها درجة الحرارة لعدة أسابيع وهي الأكثر كفاءة في القضاء على الجراثيم والمسببات المرضية(WRAP,(2002 .

٤- مرحلة الحرارة المعتدلة، هي المرحلة التالية حيث تتراوح درجة الحرارة بين ٣٠-٤٠مْ ولعدة أشهر (Kalbasi et al., 2005).

في حال تمت العملية على أرضية نفوذه وغير مانعة فسيؤدي تخمير المخلفات وعلى نطاق ضيق إلى تلوث التربة في الطبقات السفلية، بسبب فقدان العصارة بفعل القوة الأيونية المرتفعة لأكوام التخمير ،وهي عملية من المرجح أن تتفاقم في ظل فترات هطول مطري مرتفع. إذ يفترض، أو ينبغي أن تتم العملية على أرضية مانعة وغير نفوذه (أرضية صلبة-بطانة من البلاستيك)، بالإضافة إلى الإكثار من المواد المساعدة في امتصاص السوائل الزائدة الناجمة عن تحلل النفايات، وذلك للتقليل من مخاطر التلوث (الترشح والجريان السطحي) (NABC, 2004). ويمكن تقليل الخطر بإجراء التخمير بشكل داخلي، أو تحت أغطية نفوذه للهواء، لمنع دخول المطر إلى أكوام التخمير (Sivakumar et al., 2008). وهذه الاحتياطات يجب أن تمنع الجريان ورشح المواد المغذية للكائنات المجهرية والحد من انبعاثات الأمونيا. أما من حيث الانبعاثات الغازية ومستويات الرائحة فتعد منخفضة بالمقارنة مع الوسائل ذات الصلة. أظهرت درجات الحرارة المتولدة خلال مرحلة الحرارة الأولية لدى تخمير النفايات، أو نفايات اللحوم فعالية واضحة في الحد والتقليل من الجراثيم، الفيروسات، الأوالي (وحيدات النوى) والديدان الطفيلية (Ligocka and Paluszak, 2008; Wilkinson, 2007). ومع ذلك، بعض أنواع الجراثيم، خاصة السلمونيلات، يمكن أن تستعمر وتستقر في السماد العضوي عندما تنخفض درجات الحرارة بالقرب من نهاية العملية وكذلك الأمر عند عدم تهوية وتدوير كومة التخمير (Wilkinson, 2007). ومن المحتمل أن تستعمر المسببات المرضية الانتهازية كومة السماد إذا لم تصل درجة الحرارة إلى الحد المطلوب في العملية.Crecchio et al., 2004) و درس Anikwe and Nwobodo (2002) تأثير استخدام الأسمدة الناتجة عن النفايات البلدية على الزراعة بالمدى الطويل، وذكر أن إلقاء النفايات دون معالجة له تأثيرات سامة في التربة على المدى الطويل، كون النفايات ربما تحتوي على معادن ثقيلة وغيرها من المركبات السامة، التي

من الممكن ألا تؤدي إلى تأثير في خصوبة التربة فحسب، وإنما في التركيب والنشاط الميكروبي للأحياء الدقيقة في التربة.

٢-٤-٧-١- الأحياء الدقيقة التي تساعد على عملية التخمير:

تسود أنواع مختلفة من الأحياء الدقيقة أثناء مراحل التخمير المختلفة حيث يحدث تتناوب في عمل هذه الكائنات الحية (التحلل والتفسخ) وفقاً لدرجة الحرارة الموافقة لمرحلة التخمير.

١- الجراثيم Bacteria:

الكائنات الحية الأصغر والأكثر عدداً في عملية التخمير العضوي، وتشكل ٨٠-٩٠% من الأحياء الدقيقة التي وُجدت في غرام واحد من المواد العضوية المخمرة، وهي المسؤولة عن إنتاج الحرارة وتفسخ المواد العضوية في التخمير العضوي، تستعمل مدى واسعاً من الأنزيمات لتكسير المواد العضوية كيميائياً، وهناك جراثيم تعمل في درجات الحرارة المعتدلة وآخري تعمل في درجات الحرارة العالية. ففي بداية العملية تسود أغلب الجراثيم التي يمكن أن توجد في أعلى التربة، وعند ارتفاع درجة الحرارة فوق ٤٠مْ تبدأ الجراثيم المحبة للحرارة بالعمل والسيطرة والتغلب على الأنواع الأخرى، والمستعمرات الجرثومية السائدة تكون متنوعة من جنس العصيات، ويزداد تنوع وأعداد العصيات بشكل كبير في درجات الحرارة ٥٠-٥٥ مْ، ويتناقص بشكل كبير في درجة الحرارة ٦٠مْ فما فوق، وعندما تصبح الظروف غير ملائمة إليها تبدأ هذه الأحياء بتشكيل الأبواغ التي تكون مقاومة للحرارة والبرودة والجفاف أو قلة الغذاء وهي ذات انتشار واسع في الطبيعة و لوحظت أعداد من الأحياء الدقيقة التي تتطور في الطبيعة و التي يمكن أن تقاوم درجات الحرارة العالية وجدت في التخمير العضوي. Allen and Mark (2003); Saqib et al, (2004); OEPH, (2007).

وتوجد آليات متعددة ومعروفة تشارك في تثبيط النشاط الميكروبي خلال عملية التخمير مثل التعرض للحرارة، التنافس الميكروبي (العداء الميكروبي) ويشمل إنتاج الصادات الحيوية أو التطفل المباشر، إنتاج الحموض العضوية والأمونيا والتنافس على المواد الغذائية , Epstein (2001). ومن المعروف أنه في ظل ظروف معينة فإن مسببات الأمراض البكتيرية المعوية قادرة على النمو في المواد العضوية المخمرة، عندما تنخفض درجات الحرارة عند مستويات غير مميتة. وتعد الرطوبة واستقرار المواد العضوية المخمرة والمنافسة الميكروبية هي العوامل الرئيسة التي تؤثر في إعادة نمو العوامل الممرضة في السماد العضوي، حيث إن لاستقراريه السماد

العضوي أهميةً حاسمةً لمنع إعادة نمو المسببات المرضية Millner et al., (1987) ; de Bertoldi et al., (1991) . كما أكد كل من ( )Millner et al.,(1987); Bagge et al., 2005، أن أي نقل ومناولة أو التعامل بالسماد العضوي قبل النضوج والاستقرار يزيد من خطر إعادة التلوث وعودة نمو المسببات المرضية. وبالإضافة إلى ذلك، استنتج Hussong et al.,(1985) أن الفلورا الطبيعية الأصلية الموجودة في السماد العضوي تقوم بدور مانع وحاجز استتباب لاستعمار السماد من قبل السلمونيلات وغياب منافسة الفلورا ربما قد يؤدي لإعادة نمو وإصابة السماد العضوي بالسلمونيلات لكثافات يمكن أن تكون خطرة. ووفقاً لـ Russ and Yanko, (1981) فإن النسبة ما بين C : N تعّد مؤشراً غذائياً على المدى الطويل لاحتمال إعادة نمو السلمونيلات في المخلفات الصلبة للسماد العضوي ومن ثم فعندما تكون النسبة منخفضة فإن الكربون المتاح محدود ولن يحدث إعادة التعمير. ربما ظروف التخزين والمعالجة تملك تأثيراً كبيراً على إعادة نمو المسببات المرضية فقد بين Millner et al.,(1987)، أن السلمونيلات بقيت موجودة في مناطق مختلفة من كومة التخمير العضوي برقم ٧٠مْ، بينما مناطق أخرى كانت درجات الحرارة فيها بين ٢٥-٥٥مْ والتي وجدت فيها الفلورا الطبيعية تم كبح السلمونيلات والقضاء عليها. ويختلف تأثير الحرارة وحدها عن تأثير الشروط البيئة كاملة في تحطيم المسببات المرضية.

٢- الفطر الشعاعي Actinomycetes:

هي المسؤولة عن الرائحة المميزة للتربة تشبه الفطر لكن هي جراثيم متشعبة تتفرع منها شبكة تشبه خيوط العنكبوت الرمادية تمتد خلال التخمير العضوي حيث لوحظت في نهاية عملية التخمير، ويظهر بعض أنواع الفطر الشعاعي أثناء ارتفاع رقم حرارة التخمير العضوي والأنواع الأخرى تصبح مهمة أثناء مرحلة التبريد. تؤدي دوراً مهماً في تكسير المواد العضوية المعقدة مثل السيليلوز واللكنين والكايتين والبروتين بوساطة أنزيمات تمكنها من تحليل المواد المعقدة ومعالجة ما يتبقى من المواد المقاومة في المراحل الأخيرة لتشكيل الدبال ,.Saqib et al . (2004) ;Carter et al. (2007)

٣- الفطريات fungi :

تتضمن الأعفان والخمائر وهي المسؤولة عن تفسخ كثير من المركبات النباتية المعقدة في التربة والمواد المخمرة، تهاجم البقايا العضوية الجافة والحامضية جداً أو قليلة الآزوت، وأكثر الفطريات

تصنف على أنها رمية saprophytes. وتختلف أنواع الفطريات خلال مرحلتي التخمير بالحرارة العالية والمتوسطة حيث تعيش في الطبقة الخارجية عند ارتفاع درجة الحرارة. Allen and Mark, (2003) .

٤- الأوليات (وحيدات الخلية) Protozoa:

توجد في قطرات الماء في المواد المخمرة العضوية وتؤدي دوراً بسيطاً في عملية التفسخ، وهي تعمل كمستهلك ثانٍ للجراثيم والفطريات (Allen and Mark, (2003.

٥- (الدولابيات) الروتافير Rotifers :

كائنات حية مجهرية متعددة الخلايا، في الماء الموجود في المواد المخمرة العضوية وإليها دور بسيط في عملية التفسخ في المراحل الأخيرة، تتغذى على المواد العضوية وتبتلع الجراثيم والفطريات. Allen and Mark, (2003)

٢-٤-٧-٢- العوامل المؤثرة في عملية التخمير:

تعتمد عملية التخميرعلى عوامل عدة، فيزيائية وكيميائية و تعّد درجة الحرارة ورقم pH هي المفتاح الذي يقرر نجاح عملية التخمير، ويعد محتوى الرطوبة وحجم الجزيئات ونسبة التهوية والمواد المغذية وتركيب كومة التخميرمن العوامل التي تعتمد عليها الأحياء المجهرية المختلفة لإتمام عملية تخميرسريعة ومثالية والتوصل إلى منتج نهائي جيد،حيث ذكر Karnchanawong and Tadkaew (2013) أن استقرار ونضج السماد يعتمد على عدد من العوامل مثل خصائص النفايات الأولية (معدلC: Nو pH و المادة العضوية (الدبال)والرطوبة والمسامية)، وكذلك شروط العملية كالوقت وطبيعة العملية.

١- درجة الحرارة:

تعّد مؤشراً على النشاط الميكروبي وتتراوح بين٤٠-٦٠مْ وقد تصل إلى أكثر من ٦٥ْ مْ وهي مفّضلة حيث إن ارتفاع درجة الحرارة يقتل المسببات المرضية ويرقات الذباب والحشرات الأخرى Carter et al, (2007).تنتج الحرارة من تحلل المواد العضوية بوساطة الميكروبات، ويعتمد إنتاج الحرارة على حجم وتركيب كومة التخمير ومحتواها الكيميائي والفيزيائي والحيوي ومحتوى الرطوبة والتهوية ونسبة الكربون إلى النيتروجين وتمعدن المواد العضويةMineralization (شرحولي،٢٠١٤) (Hussian ,et.al.,2016). ويتم هذا الدور من خلال درجة الحرارة المقاسة

ومدة التعرض إليها ذلك أن التعرض خلال عملية التخمير لدرجات حرارة بين ٥٥-٦٠مْ لعدة أيام(اسبوعين على الأقل) كافٍ عادة لقتل الغالبية العظمى من المسببات المرضية المعوية. كما تعّد درجة الحرارة مؤشراً بسيطاً وممتازاً إلى مدى استمرار عملية التخمير وكيف يتم استخدام الكثير من الأكسجين.(Walker, 2004) وذكر Misra et al. (2003) أن ارتفاع درجة الحرارة خلال عملية التخمير يسهم في قتل بذور الحشائش والمسببات المرضية. كما أن الحرارة المنخفضة والتوزيع غير المناسب في الكتلة الحيوية يؤثر في بقاء المسببات المرضية حيث إن توليد رقم حرارة مرتفعة بشكل مناسب في الكتلة الحيوية يعّد العامل الرئيس في الحصول على التأثيرات المرغوب فيها للقضاء على التجمعات الميكروبية الممرضة في عملية التخمير ويتعلق تأثير درجة الحرارة على فعالية تسميد نفايات اللحوم حسب حجم مكونات الكتلة الحيوية وحجم العناصر التي تسمح لدرجة الحرارة بالتأثير في الحجم الكلي للكتلة الحيوية Wilkinson.et. , al,2007)، حيث إن حجم العناصر الكبيرة يتطلب تعديل في التقنية (تقليل الحجم والفرم والتقطيع).

٢- رقم (الحموضة)pH:

يعد رقم pH بين ٥,٥-٨,٥ مناسباً للكائنات الحية المجهرية في المواد العضوية المخمرة، فمعه تقوم الجراثيم والفطريات بهضم المواد العضوية الدسمة وإنتاج الحوامض العضوية في المراحل المبكرة من عملية التخمير. ويؤدي تجميع هذه الحوامض إلى انخفاض الآس الهيدروجيني وتشجيع نمو الفطريات التي تهضم اللكنين والسيليلوز، ويستمر تكسر الحموض العضوية الدسمة إلى حموض أصغر التي تعمل على تخفيض الآس الهيدروجيني إلى٤,٥%، وهنا يكون النشاط الميكروبي محدوداً جداً ويصبح الوسط لاهوائياً، وعندها تكون التهوية كافية لإرجاع الآس الهيدروجيني للمواد العضوية المخمرة إلى المدى المقبول (شرحولي،٢٠١٤) Carter et al., (2007).

٣- الرطوبة:

تعد الرطوبة ضرورية من أجل عمليات التمثيل للكائنات المجهرية الدقيقة، ويعّد الماء وسطاً جيداً للتفاعلات الكيميائية بالإضافة إلى السماح بحركة الكائنات الحية ويكون التخمير جيداً عندما تكون المواد المخمرة مشبعة بالماء، إن محتوى٥٠-٦٠% رطوبة يعد جيداً لعملية التمثيل في التخمير حيث يحدث التحلل سريعاً. ويعرقل النشاط الميكروبي في نسبة رطوبة أقل من٣٠%،

وتتوقف هذه العملية عندما تنخفض الرطوبة إلى ١٥% أو ارتفاعها عن٦٥%وتؤدي إلى إعاقة عملية التخمير، وإنتاج الروائح الكريهة. مستوى الرطوبة يجب أن يبقى بين٤٠-٦٥ % ويجب إضافة الماء عند ارتفاع رقم حرارة المواد المخمرة، (شرحولي،٢٠١٤)(WRAP,(2002 .وأما زيادة الرطوبة في كوم التخميرعن٧٠% فله نتائج سلبية إذ يُحدث إعاقةً لعملية التهوية الضرورية للكائنات الحية المجهرية في عملية التفسخ الهوائي، وذلك بسبب فقدان خاصية المسامية بالإضافة لقابليتها للانضغاط مما يؤدي للاحتفاظ بالرطوبة الفائضة الناتجة عن عملية التكسير السريع للمواد العضوية، وهذا يُحدث صعوبةً في اختراق الأكسجين الذي يجب توافره في الهواء بنسبة ٥% كأقل تقدير ضمن كتلة النفايات ومن ثم لا تتوفر كمية الأكسجين الكافية لإنجاز عملية التحلل، ولا ترتفع درجة الحرارة إلى الحد الذي يقضي على الجراثيم الممرضة الموجودة ضمن النفايات (شرحولي،٢٠١٤).

٤- التهوية:

يعّد معدل التهوية الأكثر أهمية في التأثير على نجاح عملية التخمير، ذلك أن التهوية غير الكافية يمكن ان تؤدي إلى ظروف لاهوائية بسبب نقص الأكسجين، في حين أن الإفراط في التهوية يؤدي إلى تكلفة أكبر ويبطئ عملية التخمير عن طريق فقدان الحرارة والماء والأمونيا. ويعتمد معدل التهوية على تركيبة المواد الخام وطرائق التهوية، وهو عامل رئيس لنضج واستقرار السماد النهائي(Guo et al., 2012). وإن الاختزال الهوائي يستهلك كميات كبيرة من الأكسجين خصوصاً في المراحل المبكرة (سبعة الأيام الأولى من التخمير) ويجب توافر الهواء بنسبة ٥-١٠% كأقل تقدير. وغياب الأكسجين يجعل التفاعلات الهوائية تتحول إلى تخّمر لاهوائي يتسبب في إنتاج الغازات والروائح غير المقبولة(WRAP,(2002.

٥- المواد المغذية:

تحتاج الأحياء الدقيقة إلى مواد مغذية للقيام بفعاليتها الحيوية في أثناء عملية التخمير، وتعد أغلب هذه المواد هي الكربون والآزوت والفوسفور والبوتاسيوم. ويمكن توفير مصادر الكربون من نشارة الخشب، أو من علف الدواجن القديم، أومن قشور الفستق، أو من القش. Allen and Mark, (2003); Saqib et al., (2004). وأشارت دراسات سابقة إلى أن إضافة مواد مختلفة إلى كتلة السماد الحيوي، يمكن أن يّقصر مدة التخمير ويحسّن جودة السماد العضوي المنتج(Makan, 2015). واحدة من هذه الإضافات، استخدام نشارة الخشب في تخمير النفايات

العضوية، فهي تستعمل كعامل تنظيم من خلال تصحيح محتوى الماء في الكتلة الحيوية من خلال تشكيل مساحات مسامية في كتلة التخمير العضوي وهذا يزيد من توافر الأكسجين ويقّلل من خسارة الضغط المنظم Teixeira et al., 2015. وتستطيع أيضاً هذه الإضافات تعزيز المغذيات عن طريق التحكم برقم الحموضة، علاوة على كونها مصدراً للكربون لضبط نسبة الآزوت / الكربون، وتعزيز توفر المغذيات بما في ذلك الآزوت والبوتاسيوم والفوسفور (Cole et. al., 2016). وتحسّن نوعية السماد العضوي وتقّلل المدة المطلوبة لاستقرار ونضج السماد ويزيد محتوى المادة العضوية والتقليل إلى حد كبير من خسارة غاز الآزوت، وهي مواد وفيرة ومنخفضة التكلفة Mohee et al. (2015). كما ذكر Steiner et al. (2010) إن إضافة الفحم الحيوي لتخمير فضلات الدواجن أدى إلى القليل من خسارة الآزوت الذي عمل على امتصاص الأمونيا لقدرته على لامتزاز بها وانخفاض في خسارة إجمالي الآزوت أكثر من ٢٥% عن طريق خفض تركيز الامونيا لأكثر من ٦٤%. ذلك أن اختيار الركائز المناسبة (مصادر للكربون) يعّدل من خصائص الكتلة الحيوية لأكوام التخمير مثل (الرطوبة والمسامية و pH ومعدل C:N وكثافة الجزيئات وتركيب الركيزة لكومة التخمير)، وقد كانت محور اهتمام معظم الأبحاث التي بحثت في الخصائص الفيزيائية والكيميائية من استخدام مصادر الكربون في تخمير أنواع مختلفة من النفايات. كما يعد معدل C:N من أهم المعايير التي تحدد محتوى عملية التخمير ورقم نضج واستقرار السماد الناتج. وإذا كانت قيمتها بعيدة عن التوازن فهذا يؤثر في العمل الميكروبي تأثيراً ملحوظاً، ذلك ان النسبة العليا من٣٠:١ تؤدي إلى بطء في عملية التخمير والنسبة الدنيا من١٥:١ تؤدي إلى فقدان الآزوت مما يؤدي إلى عدم نمو وتزايد الكائنات الحية الدقيقة المحللة ويمكن زيادة هذه النسب من خلال مشاركة مجموعة من الركائز التي تعّد مصدراً للكربون، بينما أشار Tiquia and Tam (2000) إلى أن القيمة الأولية المنخفضة من معدل C:N ستؤدي إلى انبعاثات كبيرة من الأمونيا. وهناك فعالية واضحة للعناصر المساعدة والركائز التي تعّد مصدراً للكربون، إذ يتم اختيار هذه المواد على أساس توافرها في المزارع. وقد لاحظ Dahshan et al. (2013) محتوى عالياً من المغذيات في السماد العضوي وارتفاعَ مسامية التربة نتيجة لتخمير نشارة الخشب وروث الماشية وإنتاج مادة عضوية ومحتوى مناسب من الآزوت ومعدل C:N جيد لتحسين خواص التربة. Huang et al. (2004) درس أكوام التخمير ووجد ان معدل C:N المرتفع أظهر ارتفاعاً بطيئاً في درجة الحرارة وفترة الحرارة العظمى تكون قصيرة ايضاً. والزيادة في كمية الكربون تعّطل عملية الهضم ومن تكاثر الكائنات الحية الدقيقة التي تتطلب

عنصر النيتروجين بنسبة مكافئة لنسبة الكربون لتتمكن من بناء خلايا جديدة، أما الزيادة في كمية النيتروجين فتسبب زيادة تصاعد الأمونيا التي تعّد سامة للكائنات الحية وتعوق عملية التخمير (2002)،WRAP .

٦- المسامية:

هي مقياس لفراغ الهواء خلال المواد المخمرة والمقاومة لمرور الهواء خلالإليها وهي مهمة لعملية التخمير .; (1996) , Fulhage and Ellis.

٧- التركيب:

يتأثر التركيب بصلابة المواد التي تشكل كومة التخمير، وبقدرتها على مقاومة الانضغاط، وتركيب الكومة الجيد يقّلل من فقدان المسامات في البيئة الرطبة، ويمكن إضافة مواد مساعدة إلى المواد المخمرة لتعزيز التركيب مثل قطع الخشب أو فرم المخلفات والريش المقطع يمكن أن يحافظ على التركيب في المراحل المبكرة من التخمير. ,.Gary et al., (2003); Saqib et al (2004

٨- القوام:

هي الخاصية التي تضيف المساحة السطحية المتوافرة للتفكك الميكروبي، إذ يحدث أكثر الاختزال الهوائي على سطح النسج بسهولة في الفتحات، ولكن يكون بطيئاً خلال الأجزاء السائلة أو الصلبة. Langston et al., (1997.

٩- المساحة السطحية:

إنّ زيادة المساحة السطحية يزيد في نسبة النشاط الميكروبي، بسبب زيادة المساحة التي تتصل بها الميكروبات المخمرة. (2003) ,Allen and Mark. وإن الوقت اللازم لانتهاء واكتمال عملية التخمير يختلف تبعاً لحجم النفايات وطبيعة السماد العضوي (نوع المصدر الكربوني المستخدم) ، وإدارة كومة التخمير (خلط وتدوير وتقليب وترطيب).

١٠- شكل كومة المواد العضوية المخمرة:

يساعد شكل الكومة في السيطرة على محتواها من الرطوبة حيث يفضل تغطية كومة المواد العضوية المخّمرة في الأماكن المفتوحة لحمايتها من الأمطار والقوارض والحيوانات الشاردة. والكومة يجب أن تكون من الحجم الكافي لمنع فقدان الحرارة والرطوبة السريع، وأن تكون صغيرة

بحيث تسمح بدوران الهواء والتهوية دوراناً جيداً(OEPH,(2007 .الأدلة التي أشار إليها Wilkinson et.al. ,(2010) أن الأسلوب الذي تم فيه بناء كوم التخمير عبر طبقات متناوبة من المخلفات الحيوانية ومصدر الكربون (أسلوب التصفيف)، أدى إلى تحلل أسرع وإلى درجات حرارة أعلى وهذا الأسلوب يجري في أقل وقت، وكذلك اليد العاملة والمواد المتوفرة.

١١- اختيار الموقع:

يجب أن يكون موقع التخمير بعيداً عن موقع ومستلزمات الإنتاج، وذا تصريف جيد، وأن يكون أعلى من مستوى المياه ب٩٠سم، وعلى بعد ٩٠متراً من مصدر الماء، وللأرض نسبة ميلان ١-٣% للسماح بتصريف جيد ومنع تجمع المياه، وأن يكون الموقع أيضاً بعكس اتجاه الريح لمنع الروائح والغبار التي تحملها الرياح من موقع العمل (Saqib et al , (2004 .

٢-٤-٧-٣- أسباب الروائح في عملية التخمير:

من سلبيات عملية التخمير أنها تصدر الروائح من المواد الخام قبل التخمير، أوفي أثناء العملية (قلة الأكسجين وزيادة رطوبة)، اجتذاب الذباب والحشرات والحيوانات الضالة إن لم تحمّ جيداً، والحاجة لمساحات كبيرة من الأرض (طبيعة العملية تحتاج إلى وقت)، ونسبة الكربون إلى الآزوت متدنية جداً في مخلفات المسالخ مما يتّسبب في إنتاج الأمونيا السامة لذا فمن الضروري موازنة النسبة بإضافة مخلفات الحدائق أو المخلفات الزراعية أو المخلفات الورقية),WRAP. (2002 حيث يعود سبب الروائح التي تنتج من كومة التخمير العضوي إلى مركبات كبريتية متطايرة مثل: داي مثيل داي سلفايد DimethyleDisulfide وكبريتيد الهدروجين (هيدروجين سلفايد)Hydroginsulfide والميثانولMethanethiol ، وحوامض دهنية طيارة Volatile fatty acid ومركبات عطرية ووالأمونيا Ammonia الأكثر شيوعاً(Carter et. al., (2007 . تتولد الروائح الكريهة نتيجة التحلل اللاهوائي الذي تنتجه الجراثيم اللاهوائية الموجودة بمخلفات النفايات والمسلخ، الذي يجذب الذباب والحشرات والحيوانات المفترسة (الغازية) لكوم التخمير مما يسّبب تعرض الأمن الحيوي لكوم التخمير للخطر (Keener et. al., (2006. وإن لتغطية كوم التخمير دوراً فعالاً كحاجز لإقصاء الحيوانات الضالة والمفترسة الغازية، وتستخدم لعزل مواقع التخمير والكوم شريطة أن يكون هناك مصادر كافية من المواد الكربونية محيطة بالمخلفات، وكذلك الأمر في الحفاظ على الرطوبة المناسبة حيث ينبغي للمادة المغطاة لكومة التخمير ألاّ تكون جافة جداً، ولا رطبة جداً حيث تتحرر الروائح الكريهة المزعجة. ويقوم الغطاء من المواد

الكربونية بدور مفلتر بيولوجي (حيوي) ذلك أن الغازات ذات الرائحة ستدخل ضمن المنطقة الهوائية للغطاء وتتحول إلى CO_2 وماء (2006), Keener and Elwell.

❖ يمكن ايجاز خيارات الرمي والتخلص العالمية الموضحة في الجدول(٢) المتبعة في التعامل مع الفضلات والمخلفات الحيوانية المتولدة عن الانتشار الوبائي لفيروس ومرض أنفلونزا الطيور حسب المكتب الدولي للأوبئة (OIE,2007) .

جدول رقم (٢): مقارنة وسائل التخلص من الفضلات و النفايات الحيوانية المتولدة عن الانتشار الوبائي لإنفلونزا الطيور.

الوصف	الجوانب البيئية	اعتبارات السلامة	المزايا/المساوئ
الخيار رقم ١: الدفن في حفرة			
تحليل الطيور النافقة/المخلفات والنفايات الأخرى من خلال التحلل الحيوي في حفرة، ويتضمن ذلك: • الحفر لإعداد حفرة دفن. • وضع المخلفات في حفرة دفن عميقة. • تغطية المخلفات والنفايات الأخرى بالتربة (قرابة٤٠ سم) من أجل: (أ) منع المخلفات من التصاعد لخارج الحفرة، (ب) ومنع المنقبين في الفضلات من استخراج المخلفات، (ج) والمساعدة على منع انتشار الروائح، (د) وامتصاص السوائل الناتجة عن التحلل. • إضافة طبقة متواصلة من الجير المطفأ [$Ca(OH)_2$] لحماية المخلفات من أن تنبشها آكلات اللحوم وديدان الأرض بعد ردم الحفرة (لا يجب وضع الجير على المخلفات مباشرة لأنه يبطئ	اعتبارات اختيار الموقع: • البعد عن مجاري المياه والثقوب والآبار المحفورة. • ارتفاع منسوب المياه (يجب أن تكون قاعدة الحفرة أعلى من منسوب المياه بشكل واضح). • مدى انحدار الأرض في موقع الدفن نحو أقرب مجرى مائي (التسرب إلى الحفرة ومنها). • نفاذية التربة. • البعد عن أماكن التوطن البشري والأرض العمومية (بما في ذلك الطرائق). • اتجاه الرياح السائدة (للسيطرة على انبعاث الروائح). • توافر متسع للتخزين المؤقت للتربة التي يتم حفرها. • القدرة على الوصول بمعدات الحفر إلى موقع الدفن (مثل الحفارات). التفتيش على موقع الدفن: إجراء تفتيش على موقع الدفن بعد ثلاثة أشهر من ردمه للكشف عن أية مشكلات محتملة (مثل التسرب) واتخاذ الإجراءات التصحيحية.	• استخدام معدات الحماية الشخصية لضمان نظافة وسلامة الكادر العامل في الموقع. • توافر تدابير ومعدات الاستجابة الطارئة لأي خرق لقواعد السلامة مثلاً (توفر معدات الإسعاف الأولي والإنقاذ في حال سقوط أحد العاملين في الحفرة). • إجراءات تنظيف/تطهير راسخة وموثقة. • توافر مستلزمات ومعدات التنظيف/التطهير. • تدريب الكادر على النظافة الشخصية وتدابير السلامة. نقل المخلفات والنفايات إلى موقع مناسب بيئياً: إذا لزم نقل المخلفات والمواد الملوثة الأخرى من الموقع للتخلص منها في مكان آخر، فينبغي مراعاة ما يأتي: • يجب أن تكون المركبات مانعة للتسرب ومغطاة. • يجب ألا تغادر المركبات والأسطح الخارجية للحاويات	المزايا: • يكون التخلص آمناً إذا تمت تلبية الشروط البيئية. • يمكن تجنب خطر انتقال الفيروس إلى مواقع أخرى إذا تم الدفن في الموقع. • التكلفة منخفضة. المساوئ: • يحتمل أن يتأثر بالمياه السطحية أو المياه الجوفية أو التربة أو الظروف الطبوغرافية. • إذا لزم النقل إلى موقع مناسب بيئياً، فإن ذلك: (أ) يزيد من خطر انتشار الفيروس إلى مواقع أخرى، (ب) ويرفع تكلفة النقل والتدابير التلطيفية المرتبطة به. • خطر تلوث المياه الجوفية إذا لم يكن اختيار الموقع مناسباً.

الوصف	الجوانب البيئية	اعتبارات السلامة	المزايا/المساوئ
التحلل في الظروف الرطبة وقد يمنعه). • ردم الحفرة إلى مستوى الأرض بالتربة (يلزم إجمالاً متران من التربة على الأقل).	معالجة النفايات والمياه العادمة المتعلقة بالنقل: • أي مياه عادمة تتولد عن تنظيف/تطهير المركبات أو الحاويات ينبغي أن يتم تطهيرها قبل تصريفها. • أي نفايات تتولد أثناء تحميل المركبات وتفريغها وكذلك أثناء تنظيف/تطهير المركبات أو الحاويات يجب أن يتم التخلص منها بطريقة آمنة.	منطقة الإبادة إلا بعد أن يتم تنظيفها/تطهيرها بعناية. • يجب أن يتم تنظيف/تطهير المركبات والأسطح الداخلية والخارجية للحاويات بعد تفريغ المخلفات والنفايات الأخرى في الموقع المناسب بيئياً.	
الخيار رقم ٢: الحرق في الهواء المكشوف			
يعتمد هذا الأسلوب على تدمير العوامل المسببة للمرض وجيف الحيوانات والنفايات الأخرى من خلال التدمير الحراري في الهواء المكشوف. ويتضمن ذلك: • حفر خنادق لتعمل كمنافذ للهواء. • وضع الحطب فوق الخنادق (في مواجهة الريح، في زاوية قائمة باتجاه الرياح السائدة). • وضع المخلفات والنفايات الأخرى على الجهة المقابلة. • صب الوقود (مثل الكاز) على المخلفات والنفايات الأخرى والحطب وإشعال النار (يجب أن تتوافر إمدادات كافية من الوقود في الموقع لضمان الحرق	اعتبارات اختيار الموقع: • التأثيرات السلبية المحتملة للحرارة أو الدخان أو الروائح على السكان المجاورين والبنية التحتية (البنى، المرافق تحت الأرضية والهوائية، الطرائق، الخ) والبيئة مثل (الأشجار). • إمكانية وصول المعدات لتهيئة الموقع والحفاظ على النيران ولإيصال الوقود والمخلفات. • يجب أن يدفن الرماد وأن يعاد ترميم الموقع. المعالجة الأولية للنفايات ومكان حفظها: • لتجنب انبعاث الديوكسين والفوران أثناء الحرق، لا ينبغي معالجة المخلفات مسبقاً بمادة مطهرة تحتوي على الكلورين أو أن يتم وضعها في أكياس من مادة PVC. وللسبب ذاته،	• إبقاء حاجز كافٍ للنيران حول الحطب (استشارة فرق المطافئ المحلية أو السكان المحليين لطلب النصيحة). • استخدام معدات الحماية الشخصية لضمان نظافة الكادر العامل في الموقع. • توافر تدابير ومعدات الاستجابة الطارئة لأي خرق لقواعد السلامة مثلاً (توافر معدات الإسعاف الأولي، وتوافر معدات وكوادر مكافحة الحريق في حال امتداد النيران إلى المحيط). • إجراءات تنظيف/تطهير راسخة وموثقة. • توافر مستلزمات ومعدات التنظيف/التطهير. • تدريب الكادر على النظافة الشخصية وتدابير السلامة.	المزايا: • لا يتأثر الحرق في الهواء المكشوف بالمياه السطحية والمياه الجوفية والتربة والظروف الطبوغرافية. • انخفاض التكلفة بالمقارنة مع خيار الحرق في موقد مغلق. المساوئ: • قد لا يكون من الممكن تدمير الكائنات المعدية بشكل فعّال إذا كان حرق المخلفات والنفايات غير كامل، وخاصة في ظل الأوضاع الجوية غير المواتية (الريح، الأمطار). • ليس من الممكن التحقق بسهولة من أن الكائنات المعدية قد تم تدميرها أثناء الحرق غير الكامل. • انطلاق الانبعاثات في الهواء

الوصف	الجوانب البيئية	اعتبارات السلامة	المزايا/المساوئ
الكامل).	يجب ألا تحتوي أية مادة أخرى ينوى حرقها على كيماويات معتمدة على الكلورين.		من الحرق في الهواء المكشوف (ثاني أكسيد الكربون). • يتطلب التخلص من الرماد الناتج عن الترميد إعطاء الأهمية للمياه السطحية والمياه الجوفية والتربة والظروف الطبوغرافية. • أكثر تكلفة من الخيار رقم ١ (الدفن).
الخيار رقم ٣: التخمير			
يعتمد هذا الأسلوب على إخماد نشاط الفيروس حرارياً وتحليل المخلفات والفضلات والنفايات العضوية الملوثة الأخرى من خلال التحلل الحيوي اللاهوائي. يعتمد نجاح التخمير على (أ) المزج المناسبة من العناصر الغذائية، (ب) والرطوبة، (ج) والحرارة، (د) ورقم التأين pH. ويمكن الاطلاع على التفاصيل في الوثائق الفنية وقائمة مواقع الإنترنت.	<u>اعتبارات اختيار الموقع:</u> • يجب أن يجري في المزرعة المتضررة في منطقة مأمونة لا تصإليها الحيوانات الأخرى مثل (الطيور أو القوارض أو القطط أو الكلاب). • يجب أن يتم بعيداً عن المناطق السكنية وموارد المياه.	• استخدام معدات الحماية الشخصية لضمان نظافة الكادر العامل في الموقع. • توافر تدابير ومعدات الاستجابة الطارئة لأي خرق لقواعد السلامة • إجراءات تنظيف/تطهير راسخة وموثقة. • توافر مستلزمات ومعدات التنظيف/التطهير. • تدريب الكادر على النظافة الشخصية وتدابير السلامة.	<u>المزايا:</u> • فعال للروث والفضلات. • يمكن إجراؤه بين السقائف أو في مكان آخر في الموقع لتجنب مخاطر انتشار الفيروس أثناء النقل. • لا يحتاج إلى تكاليف للنقل. <u>المساوئ:</u> • قد لا يكون من الممكن المحافظة على درجات الحرارة المثلى لأيام عديدة في مناطق أو مواسم الجو البارد (أو قد يكون ذلك مكلفاً). • قد لا يتم تدمير الكائنات المعدية بفعالية إذا لم يتم توفير الظروف المثالية. • خطر انتشار الفيروس إذا لم يتم تأمين منطقة التخمير وعزإليها بشكل فاعل. • قد لا يكون من الممكن التحقق بسهولة من أن كل الكائنات المعدية قد تم تدميرها.

الوصف	الجوانب البيئية	اعتبارات السلامة	المزايا/المساوئ
الخيار رقم ٤: الحرق في موقد (ثابت)			
يعتمد هذا الأسلوب على التدمير الحراري للكائنات المعدية والمخلفات والنفايات الأخرى في موقد خاص. ويتضمن ذلك: • نقل المخلفات والنفايات الأخرى إلى موقع الحرق. • تنظيف الحاويات والمركبات التي تنقل المخلفات والنفايات، مع معالجة المياه العادمة الناتجة. • حرق المخلفات والنفايات الأخرى في الموقد (باستخدام الوقود والهواء) في رقم حرارة عالية. • نقل فضلات الحرق (الرماد والمخلفات) إلى موقع التخلص والتخلص منها في مكب النفايات الصحي.	<u>اعتبارات اختيار الموقع:</u> • يجب ألا يكون في سهل معرض للفيضان. • البعد عن أماكن توطن البشر. • أن تكون أماكن توطن البشر بعيداً عن اتجاه الرياح السائدة (لتجنب الروائح قبل الحرق والانبعاثات الناجمة عن الحرق). <u>المتطلبات التقنية:</u> • موقد حرق برقم حرارة دنيا مْ٨٥٠ وبوقت بقاء أدنى لثانيتين. • يجب أن يتم قياس الحرارة وتسجيلها. • موقد الحرق مزود بمضرم للنيران احتياطي يمكن تشغيله عند هبوط الحرارة إلى ما دون ٨٥٠ مئوية. • نظام التغذية الألية للموقد مرتبط بقياس درجة الحرارة. • موقع آمن وغير متاح للحيوانات (مثل الطيور والقوارض والحشرات والهوام). • يجب أن تكون مناطق تخزين جيف الحيوانات والنفايات الأخرى، وكذلك فضلات الحرق، مغطاة. • يجب تعليم هذه المناطق وتصميمها وتشغيلها لمنع الانبعاث العرضي للملوثات في البيئة. ويجب توافر طاقة تخزين لتجميع مياه الأمطار الملوثة والمياه العادمة الناتجة عن التسرب أو مكافحة الحرائق. • نقل الرماد والمخلفات في حاويات	• استخدام معدات الحماية الشخصية لضمان نظافة الكادر العامل في الموقع (على مشغلي مواقد الحرق أن يبدلوا معدات الحماية الشخصية قبل التعامل مع جيف الحيوانات والنفايات الأخرى). • إجراءات تنظيف/تطهير راسخة وموثقة. • إجراءات استجابة للطوارئ راسخة وموثقة. • توافر مستلزمات ومعدات التنظيف/التطهير. • توافر تدابير ومعدات الاستجابة الطارئة (مثلاً، توافر معدات الإسعاف الأولي ومكافحة الحريق). • تدريب الكادر على النظافة الشخصية والتنظيف وتدابير السلامة والاستجابة للطوارئ. • تفتيش منتظم على البيئة والمعدات، مع توثيق جداول التفتيش ونتائجه. <u>نقل المخلفات والنفايات إلى موقع الحرق:</u> عند نقل المخلفات والمواد الملوثة الأخرى إلى موقع الحرق الثابت، ينبغي مراعاة ما يأتي:	<u>المزايا:</u> • تدمير تام للكائنات المعدية. • تقليل حجم النفايات بأكثر من ٩٥%. <u>المساوئ:</u> • تكنولوجيا معقدة بحاجة لأن تستورد إلى البلد. • تكلفة استثمار عالية. • تكلفة تشغيل عالية (وخاصة تكلفة الوقود). • قد يلزم استيراد بعض قطع الغيار (التكلفة وفترة عطل موقد الحرق في حال وجود انتشار وبائي لإنفلونزا الطيور). • مستوى عال من التدريب للمشغلين. • متطلبات إدارة دقيقة (حفظ السجلات، الخ). • قد يكون مرفق الحرق بعيداً جداً عن موقع الانتشار الوبائي لإنفلونزا الطيور، ويتطلب النقل الموسع للجيف والنفايات الأخرى المحتوية على الكائنات المعدية، مما يؤدي إلى: (أ) زيادة خطر انتشار الفيروس إلى مواقع أخرى، (ب) وارتفاع تكلفة النقل والتدابير التلطيفية المرتبطة به. • انطلاق الانبعاثات في الهواء من موقد الحرق (ثاني أكسيد الكبريت، ثاني أكسيد الكربون).

الوصف	الجوانب البيئية	اعتبارات السلامة	المزايا/المساوئ
	مغلقة لمنع انبعاثها في البيئة. • التخلص من الرماد والمخلفات في مكب نفايات صحي. المعالجة الأولية للنفايات ومكان حفظها: لتجنب انبعاث الديوكسين والفوران أثناء الحرق، لا ينبغي معالجة المخلفات مسبقاً بمادة مطهرة تحتوي على الكلورين أو أن يتم وضعها في أكياس من مادة PVC. وللسبب ذاته، لا يجب أن تحتوي أية مادة أخرى ينوى حرقها على كيماويات معتمدة على الكلورين.	• يجب أن تكون المركبات مانعة للتسرب ومغطاة. • يجب ألا تغادر المركبات والأسطح الخارجية للحاويات منطقة الإبادة إلا بعد أن يتم تنظيفها/تطهيرها بعناية. • يجب أن يتم تنظيف/تطهير المركبات والأسطح الداخلية والخارجية للحاويات بعد تفريغ المخلفات والنفايات الأخرى في موقع الحرق. نقل فضلات الحرق إلى موقع التخلص منها: • يجب أن تكون المركبات مغطاة. • يجب ألا تغادر المركبات والحاويات منطقة الحرق إلا بعد أن يتم أولاً تطهيرها بعناية.	
الخيار رقم ٥: الحرق في موقد (متنقل)			
يعتمد هذا الأسلوب على التدمير الحراري للكائنات المعدية والمخلفات والنفايات الأخرى في موقد خاص. ويتضمن ذلك: • نقل موقد الحرق المتنقل إلى موقع الإبادة. • حرق المخلفات والنفايات الأخرى في الموقد (باستخدام الوقود والهواء) في رقم حرارة عالية. • نقل فضلات الحرق (الرماد والمخلفات) إلى موقع	المتطلبات التقنية: • موقد حرق برقم حرارة دنيا ٨٥٠ مْ وبوقت بقاء أدنى لثانيتين. • يجب أن يتم قياس الحرارة وتسجيلها. • موقد الحرق مزود بمضرم للنيران احتياطي يمكن تشغيله عند هبوط الحرارة إلى ما دون ٨٥٠ مْ. • نظام التغذية الأوتوماتيكية للموقد مرتبط بقياس درجة الحرارة. • يجب أن تكون مناطق تخزين جيف الحيوانات والنفايات الأخرى، وكذلك فضلات الحرق، مغطاة. ويجب أن	• استخدام معدات الحماية الشخصية لضمان نظافة الكادر العامل في الموقع (على مشغلي مواقد الحرق أن يبدلوا معدات الحماية الشخصية قبل التعامل مع جيف الحيوانات والنفايات الأخرى). • إجراءات تنظيف/تطهير راسخة وموثقة. • إجراءات استجابة للطوارئ راسخة وموثقة. • توافر مستلزمات ومعدات التنظيف/التطهير. • توافر تدابير ومعدات الاستجابة	المزايا: • تدمير تام للكائنات المعدية. • تقليل حجم النفايات بأكثر من ٩٥%. • تجنب الحاجة لنقل الكائنات المعدية والمخلفات والنفايات الأخرى إلى موقع موقد الحرق (أي تقليل خطر انتشار الفيروس إلى مواقع أخرى بالمقارنة مع استعمال موقد الحرق الثابت). المساوئ: • تقنية معقدة بحاجة لأن تستورد

الوصف	الجوانب البيئية	اعتبارات السلامة	المزايا/المساوئ
التخلص والتخلص منها في مكب النفايات الصحي.	تتم تهوية هذه المناطق وتعليمها وتصميمها وتشغيلها لمنع الانبعاث العرضي للملوثات في البيئة. • نقل الرماد والمخلفات في حاويات مغلقة لمنع انبعاثها في البيئة. • التخلص من الرماد والمخلفات في مكب نفايات صحي. • <u>المعالجة الأولية للنفايات ومكان حفظها:</u> لتجنب انبعاث الديوكسين والفوران أثناء الحرق، لا ينبغي معالجة المخلفات مسبقاً بمادة مطهرة تحتوي على الكلورين أو أن يتم وضعها في أكياس من مادة PVC. وللسبب ذاته، يجب ألا تحتوي أي مادة أخرى ينوى حرقها على كيماويات معتمدة على الكلورين.	الطارئة مثلاً(توافر معدات الإسعاف الأولي ومكافحة الحريق). • تدريب الكادر على النظافة الشخصية والتنظيف وتدابير السلامة والاستجابة للطوارئ.	إلى البلد. • تكلفة استثمار عالية. • تكلفة تشغيل عالية. • قد يلزم استيراد بعض قطع الغيار (التكلفة وفترة عطل موقد الحرق في حال وجود انتشار وبائي لإنفلونزا الطيور). • مستوى عال من التدريب للمشغلين. • متطلبات إدارة دقيقة (حفظ السجلات، الخ). • نقل موقد الحرق المتنقل إلى موقع الإبادة يرتبط به: (أ) مخاطرة تعريض موقد الحرق (أي الاستثمار) إلى الضرر أو الفقدان الكلي في حالة وقوع حوادث (يسهم في ذلك سوء حالة الطرق، وسوء الأحوال الجوية، الخ)، (ب) وارتفاع تكلفة نقل موقد الحرق إلى موقع الإبادة. • إمكانية وصول موقد الحرق المتنقل إلى موقع الإبادة. • انطلاق الانبعاثات في الهواء من موقد الحرق (ثاني أكسيد الكبريت، ثاني أكسيد الكربون).

الفصل الثالث

المواد وطرائق العمل

Materials and methods

الفصل الثالث

المواد وطرائق العمل

Materials and methods

بالنظر إلى المشكلات الكثيرة الناجمة عن التخلص من النفايات المنزلية ومخلفات المسالخ في الدول النامية لابد من البحث عن حلول مناسبة. من أجل تخفيف التلوث البيئي فلابد من البحث عن طرائق فعالة بيئيا، ذات تقنية سهلة وتكون في الوقت نفسه اقتصادية. يجب أن تأخذ هذه الطرائق بعين الاعتبار النسبة العالية للمواد العضوية في النفايات المنزلية والتي تصل في بعض الأحيان إلى ٥٠-٦٠%في المدن و٦٠-٧٠%في الريف، لأن معظم الدول النامية هي دول زراعية.

وركزت الدراسة الحالية على تطبيق طريقة المعالجة الحيوية الهوائية للنفايات العضوية الناتجة عن أسواق بيع الخضار والفواكه ومكبات النفايات ومخلفات المسالخ في مدينة حماة، بتحويلها إلى الكومبوست، أو التحويل لمحسنات التربة) لمعالجة هذه النفايات.

وعلى العموم فلا يتم فصل النفايات في مدن الدول النامية ويتم جمع النفايات المنزلية مع بقية النفايات الصناعية أو نفايات الأسواق والمراكز الصحية. ومن أجل الحصول على مواصفات عالية للأسمدة يجب فصل النفايات المنزلية إلى مواد عضوية، وإلى مواد غير عضوية

تم إجراء عملية المعالجة الأولية للنفايات المنزلية والمخلفات الحيوانية بعد تفريغ سيارات جمع النفايات في مطمر النفايات خارج محافظة حماة كما توضح (الصورة رقم٧) قبل البدء بعملية التخمير وذلك بفصل وفرز النفايات يدوياً كما توضح(الصورة ٨)، لأن جزءاً من النفايات لن يتم فصله في المنزل. وتم تجهيز النفايات والمخلفات الحيوانية المجموعة عبر سيارات جمع النفايات ضمن مدينة حماة والتي تم نقإليها إلى مطمر النفايات الكائن في الجهة الشرقية من محافظة حماة وهو يبعد ٨-١٠ كم عن مركز المحافظة، مطمر النفايات (كاسون الجبل). وذلك لإجراء البحث حيث تمت التجارب على نفايات منزلية ومخلفات المسالخ ومحلات ذبح الحيوانات العشوائية ومخلفاتها المجموعة من منطقة الحاضر الكبير

في مدينة حماة، وبعد عملية التحضير والتجهيز لكافة متطلبات الدراسة وعملية المعالجة الألية والحيوية.

الصورة (٧): تفريغ النفايات في مطمر النفايات

الصورة (٨): فصل وفرز النفايات يدوياً إلى مواد عضوية، ومواد غير عضوية

تم اختبار تقنية التخميرComposting كإحدى الطرائق الحديثة في الأمن الحيوي Biosecurity.وكانت خطوات العمل وفق الاتي

٣-١- تهيئة أكوام التخمير:

١- تطلب البحث إنشاء نموذج حقلي اختباري للتخمير العضوي الهوائي للنفايات العضوية ومخلفات المسالخ في الفترة الممتدة من شهر نيسان حتى شهر آب للعام ٢٠١٧، وكان التركيب وفق النموذج المعتمد من قبل الباحثين (دلو وصالح،٢٠١٥) و(طاهر وطباع،٢٠١٠).

٢- تكّون النموذج من مجموعة أكوام للتخمير العضوي في عدة وحدات، وكل وحدة مكونة من ثلاثة مكررات.

٣- تتكون هذه الأكوام المشكلة للمكررات من عدة طبقات متناوبة للمواد المستخدمة في التجارب والتي كانت متوفرة كلياً في منطقة الدراسة.

٤- تكون أبعاد الأكوام في كل مكرر حسب الآتي وفق النموذج المعتمد من قبل Hussian ,et.al.,2016

- الارتفاع ١م
- الطول ٢م
- العرض ١.٥م

٣-٢- تركيب أكوام التخمير وفق الاتي:

١. طبقة من نشارة الخشب بالأسفل سماكة ٢٥سم،كما توضح الصورة رقم(٩).
٢. ثم طبقة من التبن(القش)بسماكة ١٥سم، كما توضح الصورة رقم (١٠).
٣. تليها طبقة خليط النفايات المختبرة بسماكة ٣٥سم، كما توضح الصورة(١١).
٤. ثم طبقة من نشارة الخشب بسماكة ٢٥سم، كما توضح الصورة (١٢).
٥. تم تمرير الأنابيب البلاستيكية المثقبة بثقوب بقطر ٢سم وبابعاد١٠سم ضمن أكوام التخمير من أجل ايصال الهواء إلى داخل الأكوام، كما توضح الصورة(١١).
٦. تم تغطية أكوام التخمير لحماية محتويات الأكوام من العوامل الخارجية ومنع الروائح وتجنب نبش القوارض والحيوانات الضالة للأكوام ، كما توضح الصورة (١٣)، بحيث يسمح الغطاء بمرور الهواء إلى داخل وحدات التخمير.

الصورة (٩): الخطوة الأولى لبناء أكوام التخمير

الصورة (١٠): الخطوة الثانية لبناء أكوام التخمير

الصورة (١١): الخطوة الثالثة لبناء الأكوام وتمرير الأنابيب المثقبة ضمن الأكوام

الصورة (١٢): الخطوة الأخيرة لبناء وحدة التخمير

الصورة (١٣): عملية تغطية وحدات التخمير

٣-٣-تهيئة النفايات العضوية(المواد المراد إجراء التجارب عليها):

تم اعتماد عدة تراكيب للنفايات العضوية ومخلفات المسالخ أثناء عملية التخمير، وذلك بعد أن تم خلط ٥٠كغ نفايات عضوية مع ٥٠كغ من فضلات ومخلفات المسالخ.

واختبار الحالات الآتية:

الحالة الأولى : تم استخدام الخليط في المكررات دون أي اضافة (p1) .

الحالة الثانية: استخدام المركب الحيوي الايموتك(البروبيوتيك) الحاوي على الخمائر والاحياء الدقيقة كما توضح الصورة (١٤) بمعدل ٠.٥كغ لكل مكرر رشاً فوق خليط النفايات في مكررات وحدة التخمير (p2).

الحالة الثالثة: استخدام الكلس الحي بمعدل ٥كغ لكل مكرر توضع أعلى طبقة الخليط في مكررات وحدة التخمير (p3) كما توضح الصورة(١٥).

الحالة الرابعة: تم خلط ٧٥كغ من خليط النفايات مع ٢٥كغ من روث الماشية في المكررات لوحدة التخمير (p4) كما توضح الصورة (١٦).

الحالة الخامسة :تم خلط ٧٥كغ من خليط النفايات مع٢٥كغ من فرشة الدواجن في المكررات لوحدة التخمير (p5) كما توضح الصورة (١٧).

المنتج الحيوي الطبيعي (البروبيوتيك) الذي تم استخدامه في تخمير النفايات، وهو إنتاج مكون من الخمائر والمتعضيات الفعالة(التي تتكون من عصيات الملبنات Lactic acid bacilli (Lactobacillus plantarum;; L. casei Streptococcus Lactis) وبكتيريا التمثيل الضوئي) Photosynthetic (Rhodopseudomonas; Rhodobacter sphaeroides;) bacteria palustris; والخمائر Saccharomyces cerevisiae; Candida utilis (Toula;) yeast Pichia Jadinii . والفطار الشعاعيActinomycetes (S. griseus; Streptomyces albus) والفطريات Fermenting fungi(Aspergillus oryzae; Mucor hiemalis).

الصورة (١٤): المركب الحيوي(إيموتيك) المستخدم في التجربة

الصورة (١٥): أحجار الكلس الحي المستخدم في التجربة

الصورة(١٦): خلط النفايات مع روث الماشية

الصورة(١٧): خلط النفايات مع زرق الدواجن

٣-٤- متابعة عملية التخمير وإجراء الفحوصات المطلوبة خلالها

إن العملية هي حالة هضم للنفايات العضوية القابلة للتحلل بفعل الأحياء المجهرية وتحت الظروف الهوائية ولموازنة عملية الهضم تم متابعة سير العملية والقيام بعدة خطوات لمدة ١٠-١٤ اسبوعاً :

- قياس درجة الحرارة لمجاميع التخمير في الوحدات المشكلة كل ٧ أيام بوساطة ميزان حرارة زئبقي طويل في عدة مناطق قبل عملية تقليب الأكوام، كما توضح الصورة(١٨).
- قياس رقم الحموضة(pH) كل أسبوعين.
- تقليب وتدوير أكوام التخمير كل أسبوع بعد أخذ درجات الحرارة، كما توضح الصورة(١٩).
- إجراء الاصلاحات اللازمة لأكوام التخمير كلما تطلبت الحاجة.
- فحص مكونات أكوام التخمير لملاحظة مدى التفكك والرائحة ورقم الرطوبة كما توضح الصورة(١٩).
- أخذ عينات من وحدات التخمير بمقدار ٢٥٠غ من المواد الخام من نقاط مختلفة لكل وحدة من مجاميع التخمير والحصول على عينات تمثيلية ومعبأة في علب حافظة من أجل إجراء مجموعة من الفحوص المخبرية عليها، كما توضح الصورة(٢٠).
- ترك السماد العضوي الناجم بعد انتهاء عملية التخمير التي استمرت من١٠-١٤ اسبوعاً مدة٤ اسابيع إضافية تحت أشعة الشمس لكي يستقر بالشكل الأمثل.
- تم إجراء قياس نسبة المغذيات الموجودة في السماد العضوي الناتج (الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم).
- فحص المحتوى الميكروبي للسماد العضوي للتأكد من رقم الأمان الحيوي ومعرفة سلامة التعامل مع السماد للأشخاص الذين يتعاملون معه.
- قياس تراكيز العناصر الثقيلة الموجودة في السماد العضوي لمعرفة وجودها ضمن الحدود المسموح بها في السماد العضوي وفق البيانات الصادرة عن وزارة الصناعة السورية.

الصورة (١٨): عملية قياس درجة الحرارة

الصورة(١٩): الفحص الحيوي للأكوام وإجراء التصليحات والتدوير

الصورة (٢٠): أخذ العينات للدراسة المخبرية

٣-٥-الفحوصات المخبرية

تمت الفحوصات المخبرية في المخابر البحثية في كلية الطب البيطري في جامعة حماة ومختبر تحليل العينات والتربة في مديرية الموارد الطبيعية في محافظة حمص.

ومن هذه الاختبارات:

١- قياس رقم الحموضة pH والموصلية الكهربائية Electrical Conductivity (EC): ويتم ذلك بقياسها من خلال الأجهزة المخصصة بعد استخراج الماء المنحل من خلال تمييع جزء واحد من العينة التمثيلية من حيث الحجم مع ٥أجزاء من الماء المقطر Sonneveld et.al.,1974.

٢- محتوى الرطوبةMoisture : من خلال اخذ ١٠ غ من العينة التمثيلية وتم تحديد الرطوبة باستخدام طريقة الفرن، حيث بقيت العينات في الفرن عند رقم حرارة ١٠٥ مْ لمدة ٢٤ ساعة APHA,1999

٣- نسبة الكربون: عن طريق موقد برقم حرارة ٦٠٠ مْ لمدة ٤ ساعاتAPHA,1992

إجمالي الآزوت Total nitrogen: بطريقة كلداهل الصغرىOlsen et.al.,1954 .

٤- إجمالي الفوسفور والبوتاسيوم: من خلال طريقة اللهب (Flame photometer APHA,1992.

٥- العناصر المعدنية والعناصر الثقيلة:Sposito et.al.,1983 باستخدام جهاز الامتصاص الذريAtomic absorption

٦- نسبة الكربون إلى الآزوت C: N

٧- التحليل الحيوي (الميكروبي) لعينات أكوام السماد: من أجل دراسة قدرة الأمان الحيوي للسماد العضوي الناتج، حيث تم أخذ (١٠غ) من كل عينة من العينة التمثيلية وأضيف إليها (٩٠) مل ماء معقماً في أوعية زجاجية معقمة، ووضعت للمجانسة لمدة ٩٠ثانية على رجاج ثم أخذ منها ١مل وأضيفت إلى (٩ مل) من محلول فيزيولوجي في أنبوب زجاجي معقم لكي يتم عمل التمديدات المختلفة (١٠$^{-٢}$ إلى ١٠$^{-٧}$) حيث يتم تحضير أنابيب اختبار معقمة لهذه الغاية. بعد ذلك تم تحضير أطباق بترى جرثومية خاصة وبجو معقم (بيئة الآغار المغذي Nutrient Agar) ، ثم زرعت الأطباق المغذية حسب التمديدات المطلوبة من(١٠$^{-٢}$ إلى ١٠$^{-٧}$) لكل عينة، ثم أضيف لكل طبق بجو معقم (٠,١ مل) من المعلق الجرثومي ابتداءً من الأنبوب ذي التركيز١٠$^{-٢}$ وانتهاءً

بـ١٠$^{-٧}$ وتم فرد الكمية المذكورة على كل بيئة في الأطباق. ثم حُضّنت في حضانة رقم حرارتها(٣٧مْ) مدة ٢٤ساعة، كما في الصورة(٢١). بعدها تم عد المستعمرات النامية في الأطباق. وجرى تقدير أعداد الجراثيم بضرب عدد المستعمرات بمقلوب التخفيف لاستخراج العدد في الغرام الواحد من العينة (Quinn. et al.,(1999.

الصورة (٢١): عملية الزرع الجرثومي للعينات

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

Results and Discussion

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة Results and Discussion

تبلغ كمية النفايات المتولدة شهرياً في محافظة حماة وريفها ٣٠٤٤٠طن في مجالس المدن والبلدات والبلديات (محافظة حماة – مديرية الخدمات الفنية – دائرة النفايات البلدية الصلبة).

ومن خلال متابعة واقع النفايات في المحافظة هناك كميات كبيرة من النفايات لا يتم إدارتها بالصورة الصحيحة من قبل البلديات وقلة الوعي لدى المواطنين وضعف الرقابة بالشكل الكافي. أدى ذلك إلى تراكم كميات كبيرة من النفايات في الشوارع وبعض الأزقة وفي العشوائيات والتي باتت منتشرة في المحافظة بشكل لافت للانتباه بالإضافة إلى المصادر الأخرى التي تسهم في تراكم هذه الكميات الكبيرة من النفايات. كما أن الاعتماد غالباً على الأبناء الصغار يسبب مشكلات بيئية. وذلك لأن أكثر الأطفال يرمون النفايات بقرب الحاوية وليس في الحاوية أو في الساحات لعدم شعورهم بخطورة الأضرار البيئية على المجتمع وهذا مانلاحظه شائعاً في المجتمعات العربية باعتمادهم على الأطفال في التخلص من نفاياتهم.

تعد عملية معالجة النفايات وتحويلها إلى أسمدة(الدُبال) عبر تغطيتها بأغطية بلاستيكية وتهويتها عبر الانابيب البلاستيكية المثقبة من الطرائق الجيدة المتبعة. ولقد أظهرت النتائج اختلافاً ملحوظاً في سرعة التفاعل والتغيرات الحاصلة في حجم الأكوام المشكلة لوحدات التخمير، وذلك حسب طبيعة التفاعل، فقد كان هناك تراجع في حجم الأكوام المشكلة لوحدات التخمير التي أضيف إليها فرشة الدواجن وأكوم التخمر الطبيعي خلال سير العملية. كما أوضحت النتائج المتحصل عليها من خلال التجارب أن هناك اختلافاً في درجات الحرارة وسرعة العملية والرائحة و.ph وقدرة الأمان الحيوي.

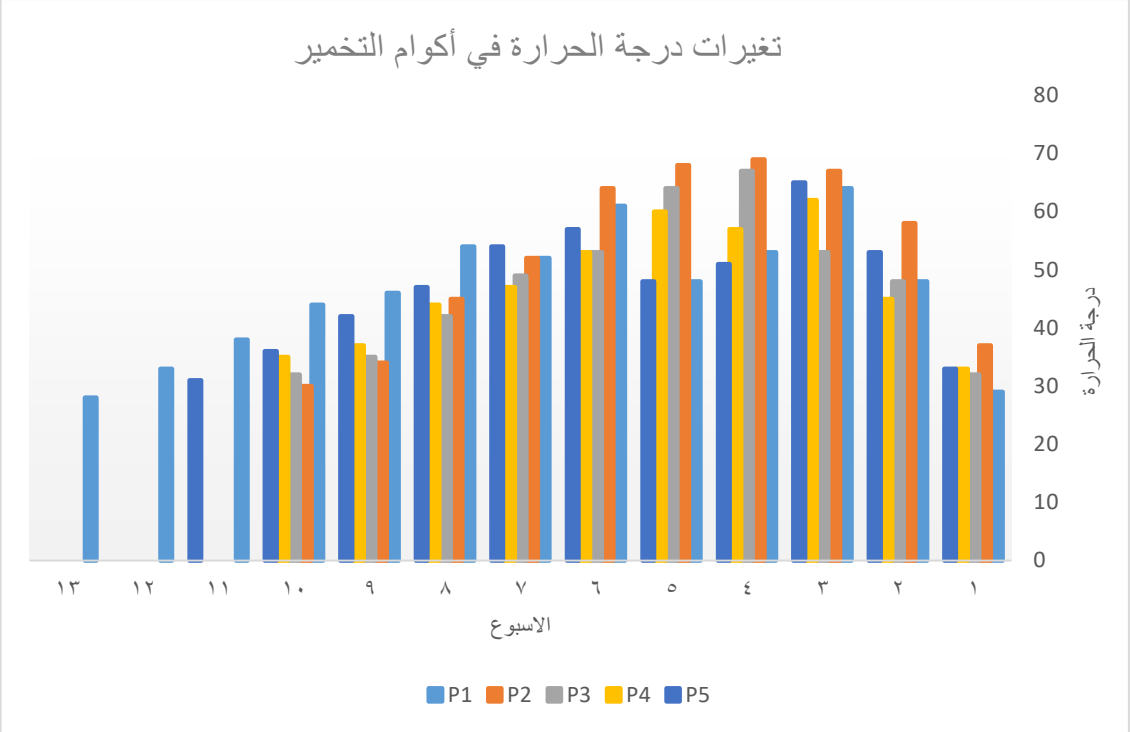
من خلال متابعة وحدات التخمير ، تم تسجيل النتائج الآتية ومناقشتها:

٤-١- تغير درجة الحرارة خلال فترة التخمير:

إن مراقبة درجة الحرارة أمر مهم جداً لتحقيق شرط التخمر العضوي، إذ تعّد درجة الحرارة مؤشراً على النشاط الميكروبي التي تتراوح بين ٤٠-٦٠ْ م وقد تصل درجة الحرارة إلى أكثر من ٦٥ْ م وهي مفضلة لأن هذه الرقم تقتل المسببات المرضية ويرقات الذباب والحشرات الأخرى كما أكد الباحثين Carter..et al،.(2007) ،ذلك أن حرارة المواد المخمرة تنتج من تحلل المواد

العضوية بوساطة الميكروبات و يعتمد إنتاج الحرارة على حجم وتركيب كومة التخمير ومحتواها الكيميائي والفيزيائي والحيوي ومحتوى الرطوبة والتهوية ونسبة الكربون إلى الآزوت ولتحقيق شرط التخمر العضوي يجب أن ترتفع درجة الحرارة في الأسابيع الأولى إلى ٥٠-٦٠مْ ويجب أن تكون في الذروة الأسبوعين الثاني والثالث من عملية التخمير فهي مهمة لعملية التحلل والتفسخ، وهذا ما أكده كل من (دلو وصالح،٢٠١٥))؛ طاهر وطباع،٢٠١٠)؛Saqib et al., (2004

بدأت درجات الحرارة التي تم الحصول عليها أسبوعياً تعطي ارتفاعاً ملحوظاً في كافة مجاميع التخمير نتيجة للتفاعلات الحيوية الحاصلة، وتجاوزت ٦٠مْ في مرحلة الحرارة العالية وهذه الأرقام مهمة وضرورية لنجاح عملية التخمير، ولكن كانت درجة الحرارة ذات استقراريه أكثر في كومتي التخمر بالمتعضيات الفعالة والكلس وكانت متذبذبة في باقي الأكوام، ومن خلال ملاحظة الشكل (١) الذي يبّين درجات الحرارة التي تم الحصول عليها مقارنة بكومة التخمير العضوي، كان هناك ارتفاع حاد وسريع لدرجات الحرارة في وحدات التخمير المضاف إليها المركب الحيوي ووصوإليها إلى أعلى قيمة في الأسبوع الثاني والثالث، واستمرت لمدة ثلاثة أسابيع. كما كانت كافة وحدات التخمير متوافقة بارتفاع درجة الحرارة بعد الأسبوع الثاني من العملية متجاوزة درجة حرارة٥٥م٠ لمدة أسبوعين على الأقل، ثم بدأت درجات الحرارة بالانخفاض في وحدات التخمير حتى مرحلة الاستقرار أي حتى الأسبوع التاسع من عملية التخمير في الأكوام المضاف إليها المركب الحيوي، و في الأسبوع ١٣ لأكوام التخمير الطبيعي والأسبوع التاسع للأكوام المضاف إليها الجير والأسبوع العاشر للأكوام المضاف إليها روث الماشية والأسبوع ١١ للأكوام المضاف إليها فرشة الدواجن.



الشكل (١): تغيرات درجة الحرارة في أكوام التخمير

إن الخمائر والمتعضيات الفعالة أظهرت نمط نمو أعلى من الأنماط الموجودة طبيعياً في القمامة، حيث النمو كان حسب الحاجة للمواد المغذية وقدرتها على استعمال الآزوت والمواد المغذية الأخرى الموجودة في الكتلة الحيوية والتي تعزز الفعاليات الميكروبية بالإبقاء على الظروف المناسبة من الرطوبة والأس الهيدروجيني والمواد المغذية والحرارة وإزالة الروائح للغازات الناتجة من التخمير وتمنع وصول الحشرات والطيور والنواقل المرضية إلى أكوام التخمير، وهذا يتوافق مع نتائج الباحثين. Kalbasi et al,(2006) ; (طاهر وطباع،٢٠١٠) Hussong et al.,(1985); وتوجد أنماط الجراثيم العصوية في كل مكان وتنمو على الأوساط الطبيعية بلا أي احتياجات خاصة، هذه الخاصية تستعمل أيضاً لتحطيم المخلفات، علاوة على ذلك فإن الجراثيم العصوية كائنات حية مجهرية محبة للحرارة العالية thermophilic، وهذه الخاصية تستعمل أيضاً للسيطرة على عملية التحطيم السريع والكفوء للجلد والنسج الموجودة ضمن المخلفات وفقا لما ذكر Ming Muh and Hsing-Yao, (1995) والأنزيمات المحللة للكيراتين تعد من ضمن العديد من الأنزيمات التي تستعمل بكثرة في الصناعات الكيميائية والطبية وصناعة العلف الحيواني. كما حقق استخدام الأغطية ارتفاعاً عالياً لدرجات الحرارة في قلب الكومة، وذلك لحمايتها وحماية أطرافها من تقلبات الطقس التي تؤثر من خلال الهواء والمطر والجفاف .وهذا ما أكده الباحث (METAP 2000).

وأكثر الأسباب أهمية لارتفاع درجات الحرارة هي الأحياء الدقيقة التي توجد أثناء المراحل المختلفة لعملية التخمير حيث تسود خلال عملية التخمر العضوي composting أنواع مختلفة من الأحياء الدقيقة خلال مراحل التخمير المختلفة ويحدث التفسخ الأولي بفعل الكائنات الحية المحبة لدرجة الحرارة المعتدلة التي تحطم بسرعة المواد القابلة للذوبان والتي تتحلل بسهولة حيث تؤدي الحرارة التي تنتجها إلى ارتفاع رقم حرارة المواد العضوية المخمرة بسرعة. وعند ارتفاع درجة الحرارة فوق ٤٠مْ وسوف يؤدي ذلك إلى قلة إمكانية الكائنات الحية المحبة للحرارة المعتدلة للمنافسة، وتحل محاليها الكائنات الحية المحبة للحرارة العالية التي تبدأ بالعمل في رقم حرارة ٥٥مْ فما فوق. ففي هذه الظروف فإن النفايات ومكوناتها تتحطم بفعل الحرارة التي تصل إلى أكثر من ٥٠م˚، وهذه الحرارة سوف تؤدي إلى تحطم سلسلة البروتين والدهون والسكريات المعقدة مثل السليلوز والهيم سليلوز والجزئيات الهيكلية الكبيرة التي تكون غنية بالطاقة وبعدها تبدأ رقم حرارة الخليط بالتناقص تدريجياً وتبدأ الكائنات الحية المحبة للحرارة المعتدلة بالعمل مرة ثانية لمعالجة وإنضاج المواد العضوية المتبقية وهذا يتفق مع ما جاء به الباحثان. Saqib et al, (2007);Carter et al.,(2004) وإن عودة رقم حرارة الأكوام للقرب من درجة حرارة الوسط المحيط مؤشر جيد على انتهاء مرحلة الأكسدة الحيوية كما ذكر الباحث. Teixeira et al., 2015. وكذلك فإن انخفاض الكثافة وزيادة الرطوبة خلال التخمير يساعد في تحلل النفايات العضوية والحفاظ على درجات حرارة عالية كما ذكر الباحثان Zhang and Sun, 2014. بالإضافة إلى دور الأنزيمات والنشاط الأنزيمي المهم في عملية التخمير والتي تعزز عملية التحلل والتفاعلات الأيضية التي تنتج الطاقة الضرورية لنشاط الجراثيم المحللة خلال عملية تحلل النفايات كما ذكر.(Gabhane et al., 2012) ، حيث يزداد هذا النشاط تدريجيا ويبلغ الذروة مؤدياً إلى ارتفاع درجة الحرارة، وتسهم أيضا في تحلل المواد الخام السيليلوزية والألياف التي تدخل تركيب أكوام الكتلة الحيوية وفقا للباحث Torres-Climent et al., 2015، ومن ثم يتراجع هذا النشاط لحين استقرار العملية. – وتشمل الانزيمات المهمة التي تدخل في العملية، السيللوز والهيم سيللوز والبروتياز والليباز والفوسفاتيز. حيث تحرر الكائنات الحية الدقيقة أنزيمات مختلفة تشارك في إزالة البلمرة لمختلف مكونات النفايات العضوية وفقا لما أكده الباحثان Cambardella et al., 2003. ,وكانت الأنزيمات المحللة الناتجة من الخمائر والمتعضيات الفعالة تعمل على تحطيم الكيراتين والبروتينات الأخرى الموجودة في النفايات ومخلفات المسالخ التي ينتج عنها الكربون والكبريت والطاقة حيث تستخدمها البكتيريا للنمو

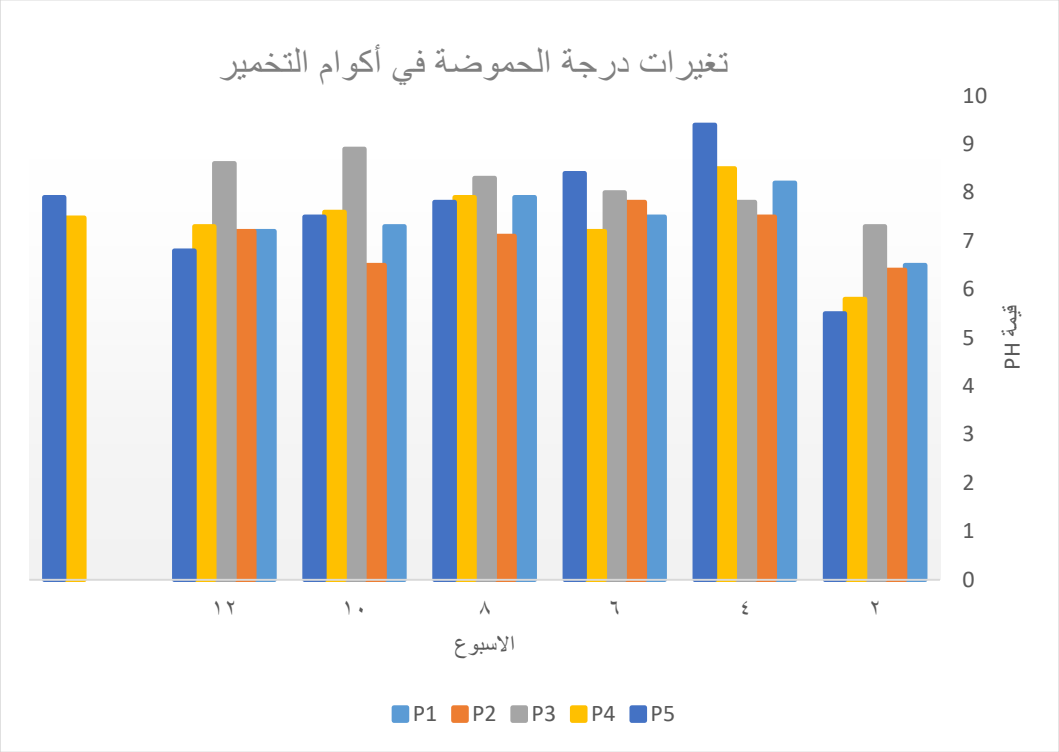
والاستدامة، وهذا ما أكدته نتائج الباحثان Ilham et al, (1993)); Hansen et al, ((2004)دلو وصالح،٢٠١٥); (طاهر وطباع،٢٠١٠). وفي بعض الأحيان إدراج وتضمين السماد العضوي (فرشة الدواجن وما يقاربها) بشكل متزايد في الخليط الأولي لعملية التخمير يقلل من معدلات التحلل بسبب قلة الطاقة المتاحة، أو تقليل المسامية وزيادة الرطوبة وpH في المزيج .

٤-٢- رقم الحموضة pH:

من خلال تحليل رقم الحموضة وقراءة النتائج نلاحظ الآتي:

١. قيمة pH لأكوام التخمير في وحدة التخمير الطبيعي متذبذبة حيث ارتفعت في الأسبوع الرابع لتصل ال٨,٢، وانخفضت في الأسبوع السادس لتصل ٧,٥ ثم عاودت الارتفاع في الأسبوع الثامن لتصل٧,٩ لتأخذ بالانخفاض لتصل عند نهاية عملية التخمير ٧,٢. وكان متوسط قيمة pH في نهاية التجربة ٦,٨.
٢. قيمة الpH للأكوام المشكلة لوحدة التخمير(p2) ارتفعت في الأسبوع الرابع لتسجل ٧,٥ وحافظت على ارتفاعها حتى الأسبوع السادس حيث سجلت ٧,٨ ،ثم بدأت بالانخفاض لتستقر في نهاية العملية عند رقم pH .٦,٥ وكان متوسط رقم الحموضة PH٧,٢.
٣. في أكوام التخمير المشكلة لوحدة التخمير(p3) ارتفعت في الأسبوع الثاني لتصل٧,٣ ووصلت في الأسبوع الرابع عند٧,٨ وكانت القيمة في الأسبوع السادس ٨، وعند الأسبوع الثامن وصلت إلى ٨.٣ وفي الأسبوع العاشر وصلت٨,٩. وكان متوسط قيمة pH في نهاية التجربة ٨,٠٦.
٤. أكوام التخمير المشكلة للوحدة (p4) ارتفعت في الأسبوع الرابع لتسجل ٨,٥ ثم انخفضت في الأسبوع السادس لتصل٧,٢ وعاودت الارتفاع في الأسبوع الثامن لتصل ٧,٩ حتى استقرت عند نهاية العملية عند٧,٣. وكان متوسط قيمة pH للأكوام ٧,٤٨.
٥. أكوام التخمير في الوحدة(p5) ارتفعت قيمةPH ارتفاعاً حاداً عند الأسبوع الرابع لتسجل٩,٤ وتنخفض في الأسبوع الثامن لتسجل ٧,٨ وتستقر عند ٦,٨ في نهاية العملية. وكان متوسط قيمةPH للأكوام٧,٩.

ويبين الشكل(٢) قيمةpH التي سجلت للأكوام ضمن الوحدات خلال التجربة. حيث كانت الأكوام المضاف إليها الكلس الحي أكثر استقرارا من باقي الأكوام حيث أدى الكلس دور منظم لرقم الحموضة وكانت المتعضيات الفعالة أقرب بالتأثير فيها مقارنة مع باقي كومات التخمير حيث كانت متذبذبة أكثر في الكومة المضاف أليها فرشة الدواجن، وهذا نتيجة التفاعلات الحاصلة والرطوبة المتشكلة والمواد الناجمة خلال سير عملية التحلل.



الشكل (٢): تغيرات قيمة رقم الحموضة في أكوام التخمير

يعد رقم pH مهمة جداً لعملية التخمير، فارتفاع pH الناتج عن سوء التهوية يؤدي إلى إنتاج الروائح الكريهة والتأثيرفي عملية الهضم، فرقم pH تساعد في عملية التفكك والتحلل السريع. ويرتبط نضج واستقرار نواتج السماد العضوي برقم الحموضة، حيث يزداد رقم الحموضة في مرحلة التخمير الأولي ثم تتراجع وتستقر في نهاية عملية التخمير وهذا ما أكده Zhang and Sun, 2014، وكانت قيمة pH ضمن نطاق مقبول لنضج السماد، فان قيم pH بين (٧ – ٨) تدعم النشاط والتكاثر الميكروبي الضروري لعملية التخمير ويزيد كذلك الأمر من الاحتفاظ بالآزوت، ويعزى انخفاض قيم PH في المراحل الأولى من عملية الهضم إلى التحلل السريع للمواد العضوية من مثل حمض الخليك Acetic Acid وحمض البيوتريك(الزبدة) Butric Acid التي تتسبب في خفض قيمpH ، أما ارتفاع قيمة pH فيحصل نتيجة استهلاك هذه

الحوامض من قبل الأحياء المجهرية وتحويإليها إلى مركبات عضوية ذات تأثير حامضي أقل. وخلال عملية التخمير فإن الحرارة العالية في الأكوام ٥٥-٦٥مْ كانت مناسبة أكثر لرقم الحموضة، ومن ثم التسريع من معدل التحلل وهذه تتوافق مع نتائج (Cole et al., 2016). ويمكن لمحتويات الفضلات من المواد السكرية (قشور والفواكه التالفة وغيرها) أن تؤدي دوراً في توازن رقم الحموضة أثناء التخمير، وهذا ما أكده الباحثان(Achmon et al., 2016). بالإضافة إلى ذلك فإن لإضافة الكلس قدرة جيدة على ضبط رقم الحموضة ،وكذلك يقلل من انبعاثات CO_2 ، وانبعاثات غازات الدفيئة وفقاً للمعادلة.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

وأدت اضافة الكلس إلى ضبط pH. وعدم ضياع قيم السماد المعدنية والمغذيات وضبط انبعاث الغازات، وهذا ما أكدته أبحاث كل من (Guang, 2000) .(Agbugui, 2015). ولذلك يمكن أن يعّد الكلس بمثابة منظم لرقم الحموضة بسبب تأثيره في تحليل المواد العضوية وتحييد رقم الحموضة كما أكد (Edson, et al. 2011).

كان رقم (pH) في مجاميع التخمير التي أضيفت إليها الخمائر والمجاميع التي أضيف إليها الكلس الحي، مثالية جداً للكائنات الحية المجهرية الكائنة في المواد العضوية المخمرة، فقد ساعدت على الإسراع في هضم المواد العضوية وإنتاج الحوامض العضوية في المراحل المبكرة للتخمر وشجع نمو الفطريات التي حطمت ماتبقى من الموادالمعقدة التي لم تستطع الجراثيم تحطيمها، فنمت هذه الفطريات وانتشرت بصحبة كثير من الخلايا والشعيرات لتهاجم البقايا العضوية الجافة والحامضية وتهضم اللغنين والسليلوز وهذا ما أكدته نتائج أبحاث كل من .Saqib et al, (2004); Carter et al.,(2007). وفي نهاية عملية التخمير يقوم ثاني أكسيد الكربون الناجم عن عملية التحلل بتخفيف وتقليل رقم الحموضة لتكون ضمن نطاق الحمضية المقبولة التي تؤدي من جديد إلى نشاط الفطريات والبكتيريا للوصول إلى نضج مجاميع التخمير. وأشارت الأبحاث إلى أن رقم الحموضة ما بين (٥.٥ – ٩) مناسب من أجل عملية التحلل الميكروبي للمواد العضوية، بينما عملية التخمير كانت أكثر فعالية عندما كانت قيم pH بين (٦.٥ – ٨) وفقاً لما ذكره Pan and Sen,2013, Pan,et.al.,2012.

٤-٣- الرطوبة Moisture:

من خلال الجدول (٣) نلاحظ متوسط قيمة الرطوبة التي وصلت إليهاا أكوام التخمير في نهاية عملية العملية والتي كانت ضمن النطاق المحدد لنجاح عملية التخمير واستقرار السماد العضوي.

حيث ذكر الباحثان (Adewumi et al,2005) أن محتوى الرطوبة الأمثل لنجاح عملية التخمير يتراوح ما بين(٤٥-٦٥%). وتعّد الرطوبة عاملاً رئيسياً مؤثراً للنشاط الميكروبي ,، ذلك أن المحتويات منخفضة الرطوبة تمنع نمو الكائنات الحية الدقيقة المفيدة والضرورية للتحلل في حين أن الرطوبة الزائدة تخلق ظروفاً لاهوائية، مما يؤدي إلى إنتاج روائح كريهة. وتغير محتوى الرطوبة خلال عملية الهضم، تعطي مؤشراً للتفاعلات الكيميائية ومتابعة عمليات التحلل، فقد كان تأثير الرطوبة الناجمة عن مجاميع التخمر الطبيعي والمجاميع المضاف إليها فرشة الدواجن واضحاً وكبيراً في زيادة وارتفاع ph، فقد أدت إلى إعاقة عملية التهوية الضرورية للكائنات الحية المجهرية في عملية التفسخ الهوائي، وذلك بسبب فقدان خاصية المسامية بالإضافة إلى قابليتها للانضغاط مما يؤدي إلى الاحتفاظ بالرطوبة الفائضة الناتجة عن عملية التكسر السريع للمواد العضوية، وهذا يحدث صعوبة في اختراق الأكسجين الذي يجب توافره في الهواء بنسبة ١٥% على أقل تقدير، وبعد نفاد الأكسجين داخل كومة التخمر يحدث تشجيع لظهور الظروف اللاهوائية التي تؤدي إلى إنتاج الروائح الكريهة، بسبب إنتاج مركبات كبريتية (مثل ثنائي مثيل ثنائي الكبريتيد Dimethyle Disulfide وكبريتيد الهيدروجين Hydrogen Sulfide والميثان Methan والحموض الدهنية المتطايرة Volatile fatty acid والمركبات العطرية Aromatic Compoundsوالنشادر(الأمونيا) Ammonia الأكثر شيوعاً، وهذا ما أكدته أبحاث كل من (OEPH,(2007); Carter et al., (2007، (طاهر وطباع،٢٠١٠). ويؤدي ارتفاع رقم الرطوبة عن 60% أيضاً إلى عرقلة النشاط الجرثومي ومن ثم إلى التفسخ البطيء وإنتاج الروائح الكريهة كما أكد الباحثان(Eldridge. and Collins,(1996، وكانت الأكوام التي تم استخدام المتعضيات الفعالة والكلس ذات رطوبة مثالية لاستمرار عملية التخمير.

٤-٤- الناقلية الكهربائيةEC:

تشير الناقلية الكهربائية إلى كمية العناصر المغذية في السماد، والتي تكون على شكل أملاح (الصوديوم والكلوريد والبوتاسيوم والنترات والكبريت وأملاح الأمونيا). ونلاحظ قيم الناقلية التي تم الحصول عليها في الجدول رقم(٣).

إن الزيادة في قيمة الناقلية كان نتيجة تحرر الأيونات المعدنية المختلفة كالفوسفات والأمونيا والبوتاسيوم الناجمة عن تحلل المواد العضوية، ويمكن أن يعزى إلى ارتفاع الأملاح وتركيزها نتيجة تحلل المواد العضوية .أو يمكن أن يؤثر وجود الفضلات السكرية في النفايات لزيادة محتملة في الناقلية بسبب درجة الحرارة وتعزيز هضم وتراجع النفايات اثناء عملية التحلل، الذي يمكن أن يسرع في إنتاج مركبات غير عضوية والإفراج عن الأملاح الذائبة. وهذا ما أكدته أبحاث كل من (Benito. et.al, ; (Yadav et.al.2011) ;(Liu et.al.2011). 2003).

٤-٥- الرائحة:

كانت الروائح المنبعثة من كومة التخمير المضاف إليها فرشة الدواجن كبيرة وكريهة، وكذلك الأمر كانت الروائح الكريهة في كومة التخمير العضوي الطبيعي وكومة التخمير بإضافة روث الماشية، وهذا يعطي مؤشراً لطبيعة التفاعل الحاصل. وكانت مقبولة وقليلة في كومة التخمير بالمتعضيات، وقليلة جداً في كومة التخمير بإضافة الكلس، حيث انعدمت الروائح المنبعثة في نهاية العملية باستثناء بعض الروائح من كومة التخمير العضوي وهذا يعّد دليلاً للوصول إلى مرحلة النضج والاستقرار وتعطي رائحة شبيهة برائحة التربة.

إن رائحة الكومبوست ترتبط بإطلاق الكربون على شكل غازيٍّ، أو أحماض عضوية متطايرة، أو مركبات كيميائية أخرى وكذلك رائحة الأمونيا وكبريتيد الهيدروجين بسبب التحلل الهوائي للمغذيات الموجودة. وتعّد عملية التهوية هي الخطوة المهمة للتسريع من عملية التفكك العضوي وللتخفيف من الروائح الصادرة عن النفايات أثناء عملية التخمر. وتظهر مراحل التخمير المختلفة ألواناً متباينة، حيث تحتوي عينات السماد الخام على ألوان فاتحة نتيجة المواد المتفككة. والسماد الناضج جزئياً يكون ذا لون داكن بسبب التفكك غير الكامل وكان لون النفايات الخام الناجم أصفرَ مُخْضَّراً، وتحول إلى بني مائل للسواد(أسمر) في نهاية التخمير أثناء نضجه، وهذا يتوافق مع أبحاث (دلو وآخرين،٢٠١٨) (طاهر وطباع،٢٠١٠).

الجدول (٣):قيم النتائج للمنتج النهائي لعملية التخمير

أكوام التخمير	C: N	N (%)	C (%)	EC (ms/cm -1)	pH	Moisture%
كومة التخمير العضوي	37.02	1.28	31.47	5.8	6.8	%55
كومة التخمير العضوي بإضافة البر بيوتك	26.4	1.05	32.6	6.5	7.2	%53
كومة التخمير العضوي بإضافة الكلس	28	0.95	34.1	7.3	8.06	%48
كومة التخمير من خليط المخلفات مع روث الماشية <	32.74	1.15	37.65	6.0	7.4	%49.6
كومة التخمير من خليط النفايات مع خليط م فرشة الدواجن .	27.47	1.82	35.16	8.8	7.9	%51.2
Zuccconi and de. Bertoldi,1987	25-50: 1	>0.6	30 – 40	-	5.5-9	-
المواصفة السورية	<25	-	>35	6-2	8-5	>35

٤ – ٦ – الملمس والانخفاض الحجمي للنفايات .

اختلف قوام وملمس الكتلة الحيوية لأكوام التخمير خلال عملية التخمير، فقد كانت في البداية على شكل تشكيلات كتلية رطبة ومتجمعة وخاصة أكوام التخمير في الوحدات P1, P5 ومقارنة مع الأكوام في الوحدات P3,P2 حيث كانت التكتلات بشكل أقل، وكلما اقتربت مرحلة النضج أصبحت كتلاً صغيرة حتى تصبح بشكل حبيبي ترابية الملمس بلون أسمر ورائحة التربة ،وهذا يدل على استقرار عملية الهضم ونضج السماد الناتج. كما أوضحت النتائج اختلاف في انخفاض حجم الكتلة الحيوية خلال سير التجربة، حيث كان الانخفاض ملحوظاً بشكل أكبر في الوحدة P5 من باقي الأكوام، ولكن الكومات في الوحدات P3,P2 هي أكثر الكومات التي حافظت على حجمها بشكل مستقر، وكانت الأكوام المشكلة للوحدة P3 ،أكثر الأكوام التي أعطت حجماً مستقراً. وكانت الفترة الزمنية التي استغرقت للوصول إلى مرحلة النضج والتبريد للحصول على سماد عضوي مدونة بالجدول(٣)، حيث تختلف مدة التخمير باختلاف سرعة التحلل ، ومن خلال النتائج كانت أقصر مدة زمنية هي بإضافة المتعضيات الفعالة والكلس حيث كانت الفترة الزمنية بإضافة المتعضيات أقل بشهر تقريبا عن التخمر العضوي الطبيعي

الجدول(٤): الفترة الزمنية التي استغرقتها الأكوام لإنتاج السماد العضوي

وحدة التخمير	P1	P2	P3	P4	P5
الفترة الزمنية/إسبوع	١٣	٩	١٠-٩	١١-١٠	١٢-١١

حيث إن النشاط الميكروبي يحدث على سطح العضوية و زيادة المساحة السطحية المعرضة للتحلل ومن ثم تشجيع النشاط الميكروبي وزيادة معدل التحلل. كما يعزى الانخفاض في حجم النفايات والتغير في ارتفاع الأكوام إلى سرعة تكوين الأحياء المجهرية بسبب وفرة الآزوت، حيث تقوم هذه الأحياء بتحليل المواد العضوية وخفض حجم النفايات العضوية بسرعة أكبر. ويستمر الانخفاض في الحجم نتيجة تحلل المواد العضوية إلى حد الثبات في الحجم. .وهذا يوافق ما نتجت به أبحاث كل من(2004) .Zheng and Chen, (2010) .Gautama. et al ، حيث بيّنت نتائج أبحاثهم أنه خلال ١٠-١٤ أسبوعاً من التخمير للنفايات العضوية نحصل على أسمدة جاهزة للاستخدام الزراعي وأنه خلال ٦-٨ أسابيع تخمير يتم تشكل الأسمدة الأولية.

٤-٧-التحليل الكيميائي والميكروبي

٤-٧-١-قياس المحتوى العضوي للسماد العضوي الناتج:

من خلال النظر إلى الجدول(٤) وملاحظة قيمة المغذيات في الجدول (٥) نجد أن القيم ضمن الحدود المقبولة لإنتاج السماد العضوي، التي يعّد قياسها ضرورياً لمعرفة الفرق ما بين السماد العضوي الناتج عن عملية التخمير والأسمدة التجارية، وكذلك الأمر من أجل تقييم سير عملية التخمير.

الجدول (٥): قيم المغذيات في السماد العضوي الناتج عن عملية التخمير

Times (Weeks)	***Total N %***					***Total P %***					***Total K %***				
	P 1	***P 2***	***P 3***	***P 4***	***P 5***	***P 1***	***P 2***	***P 3***	***P 4***	***P 5***	***P 1***	***P 2***	***P 3***	***P 4***	***P 5***
10	1.30	0.86	1.04	1.84	1.08	1.11	1.26	1.6	1.48	1.23	1.18	1.97	3	1.33	1.40

N % not available, the total P% (0.4 – 1.1) and total K % (0.6 – 1.7)
(Boedna,2003)

إن استقرار الكومبوست هو جانب مهم من جودة السماد، وهو يتعلق بالرقم التي استقرت فيها المادة العضوية خلال عملية التخمير .حيث يشتمل المحتوى العضوي على إجمالي محتوى الكربون العضوي والآزوت والفوسفور والبوتاسيوم وتشير القيم المحصلة بوضوح أن عينة الاختبار ضمن المعايير القياسية للسماد العضوي. إن تقدير كمية الكربون العضوي يعطي تقديراً مباشراً للكربون القابل للتحلل حيوياً في السماد. خلال العملية يتم تحويل الكربون إلى مركبات عضوية أكثر تعقيدا مثل المعادن والدبال، وفقدانه يتم على شكل ثاني أكسيد الكربون. يشمل إجمالي الكربون العضوي على أشكال متعددة للمادة العضوية في مراحل مختلفة من التحلل في السماد حيث أنها بعضها مقاومة للتحلل بشكل متزايد مقارنة بالجزء الآخر النشط بيولوجيا وهذا ما أكده(Weppen, 2002). . ويعزي انخفاض قيمة الفوسفور والبوتاسيوم إلى الأنشطة الميكروبية في مرحلة التخمير لأنها ضرورية جداً للعملية الاستقلابية. والزيادة في نسبة البوتاسيوم يعزى إلى زيادة النشاط الميكروبي وتحلل مواد السماد إلى جسيمات أصغر حجماً التي يمكن ان تمتص كميات كبيرة نسبياً، وكذلك العناصر الداخلة في تركيب الأكوام الحيوية تحافظ على المسامية وتمنع خسارة البوتاسيوم عند تشكل السماد وهذا موافق لما ذكره الباحثان Gallardo and Nogales,(1987).

وكذلك الأمر فإن عملية التخمير هي عملية أكسدة حيوية يتم فيها تشكل المواد العضوية من خلال، تمعدن الآزوت وتطاير الأمونيا(النترجة) وتكسير الجزيئات ونزع الهيدروجين إلى سماد عضوي بوساطة الكائنات الحية الدقيقة. ويجدر بالذكر أن أحد أكثر الآثار السلبية في تخمير روث الماشية خسارة الآزوت عن طريق تطاير الامونيا (النترجة)هذا ما أكده Singh and Kalamdhad,(2013);Tiquia and Tam (2000). وتختلف خسائر الآزوت باختلاف عدة عوامل بيئية (التهوية والرطوبة ودرجة الحرارة كما ذكر Bishop and) . Godfrey, 1983) .كما انه من المرجح ضياع جزء من الكربون أثناء عملية التخمير. ان التحلل الأولي للنتروجين والفوسفور يحدث في مرحلة الحرارة المعتدلة بينما تحلل الكربون العضوي خلال مرحلة الحرارة العالية خلال عملية التخمير. ويتم فقدان الكربون إما بسبب الأكسدة الحيوية (فقدان المواد الكربونية على شكل ثنائي أكسيد الكربون) وإما من خلال تمعدن الكربون (تحول الكربون غير العضوي إلى كربون عضوي)كما ذكر Zhang and He,(2006). كما تعمل وسائط الركائز على تعديل نسبة الرطوبة بخفض مستوى الرطوبة وارتفاع محتوى السيللوز الذي يعّد مصدراً للكربون وإضافة هذه الركائز (نشارة الخشب – الورق

وأوراق الاشجار–التبن ....الخ) يساعد في الإقلال من فقدان الآزوت عبر الإقلال من فقدان الامونيا(النشادر) كما أكد (Abdullah et al., 2013). كما لوحظ وجود تباين في الكربون العضوي وذلك لاختلاف وجود الركائز الغنية بمصادر الكربون (ذات تحلل منخفض) في بعض مكونات المعاملات الحيوية (كالتبن ونشارة الخشب)، حيث ان اللجنين الموجود في القش أسرع تحللاً من نشارة الخشب التي تدخل بشكل رئيسي في تركيب فرشة الدواجن.

وإن نسبة الكربون إلى الآزوت متدنية جداً في مخلفات المسالخ مما يتسبب في إنتاج الأمونيا السامة لذا كان لاستخدام المواد المساعدة في موازنة هذه النسبة وسير عملية التحلل بالشكل الافضل وهذا موافق لما ذكره (WRAP,(2002.حيث أثبت تعديل معدل C:N عن طريق المواد السيليلوزية وإضافة مصدر للنتروجين (روث الماشية)، إمكانية الاعتماد على عملية التخمير وأعطت منتجات نهائية تتميز بأرقام جيدة من الاستقرار وآمنة ومناسبة لتعديل خصوبة التربة. بالإضافة لذلك يمكن التقليل من خسارة الآزوت من خلال تعديل نسبة C:N وفقا للباحثين (Meijide et al., 2007) ، وثانياً عن طريق معالجة تغيرات درجات الحرارة كما ذكر (Hiraku et al., 2004). وإنّ الانخفاض في هذه النسبة يمكن أن يعزى إلى التحول الحيوي للكربون العضوي وإلىCO_2 وغازات أخرى ويتبع ذلك استهلاك وعدم وجود للأحماض العضوية وفقاً للباحثين (Sanmanee,et.al(2011.

٤–٧–٢– العناصر الثقيلة والمعدنية:

يبين الجدول (٦): تراكيز العناصر المعدنية الموجودة في السماد العضوي.

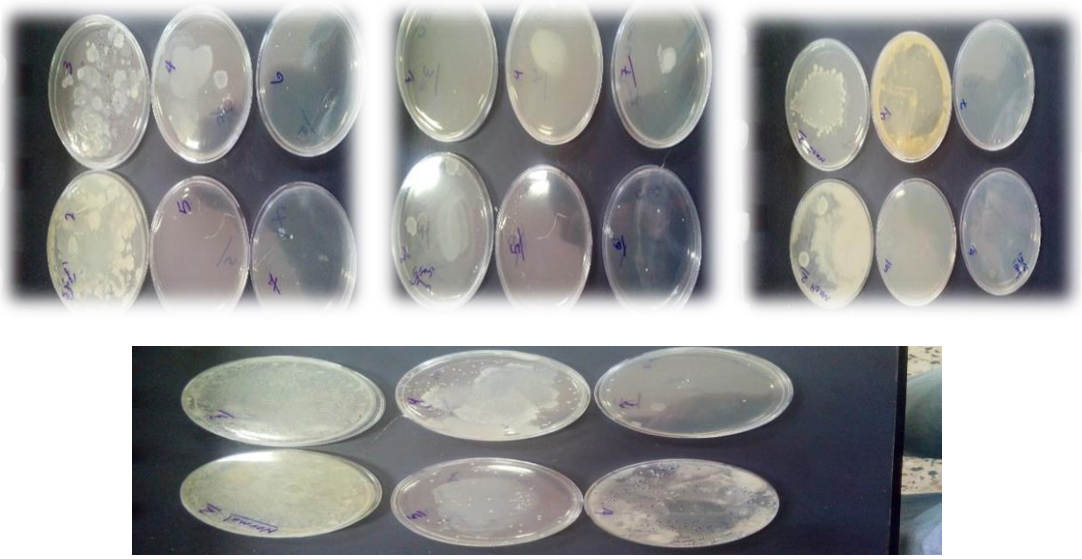
الجدول(٦): تراكيز العناصر المعدنية الموجودة في السماد العضوي

Compost	*Cd*	*Pb*	*Cu*	*Zn*	*Fe*	*Mn*
P1	1.8	37	67	310	11760	180
P2	1.6	44	153	312	19230	258
P3	1.2	18	105	325	10210	490
P4	2.8	44	73	352	9730	310
P5	2.7	45	80	311	14920	234
المواصفات السورية mg/l (ppm)	<3	<120	<250	>350	-	-

ومن خلال ملاحظة النتائج نجد أن تركيز كل من الكادميوم ((Cd والرصاص (Pb) والنحاس (Cu) والزنك (Zn) تقع ضمن المسموح للسماد العضوي الصالح للاستخدام. إن الزيادة في امتصاص المعادن الثقيلة يرتبط بالزيادة في قيمة الأس الهيدروجيني، ويعزى ذلك إلى حقيقة أن معظم العناصر المعدنية قابلة للذوبان في البيئة الحمضية. حيث يحتوي السماد العضوي عادة على معادن ثقيلة على أساس المواد الخام الأولية. وكذلك الأمر، وتعّد نشارة الخشب أكثر ملائمة في امتصاص العناصر ، حيث تعّد المواد البوليميرية في نشارة الخشب مثل اللغنين والتيانين والمركبات الفينولية الأخرى من طليعة المواد التي تتسم بالكفاءة في التقاط ايونات المعادن الثقيلة. وهذا ما أكدته أبحاث كل من ((Agbugui, 2015

٤-٧-٣- التحليل الميكروبي

أوضحت نتائج الزرع الجرثومي في نهاية التجربة كما توضح الصورة(٢٢)، أن أفضل النتائج في القضاء على المسببات المرضية وجدت في أكوام التخمير المشكلة للوحدة (P3). حيث لم يتم العثور على مستعمرات جرثومية في الأطباق المزروعة، أما في أكوام التخمير المشكلة للوحدة (p2) فقد كان عدد المستعمرات الجرثومية ٤×١٠^{٤} وأما عدد المستعمرات الجرثومية في أكوام التخمير الطبيعي(p1) فقد كانت ١,٨×١٠^{٧}.وفي أكوام التخمير المشكلة للوحدة (p4) كانت١,٢× ١٠^{٦} وأكوام التخمير المشكلة للوحدة (p5)كانت١,٣× ١٠^{٧} بالغرام الواحد من العينة.



صورة (٢٢): نتائج الزرع الجرثومي

بسبب استخدام الفلاحين للسماد العضوي، فإن من الضروري التأكد من خلوه من الكائنات الحية الممرضة. وقد تبين من نتائج التحليل الميكروبي للسماد خلوه من الكائنات الحية الممرضة. ويعود السبب في ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة والتي تعمل على قتل الكائنات الحية الممرضة. كما أن عملية نشر السماد بعد النضج تحت أشعة الشمس تعمل أيضا على قتل الكثير من الكائنات الحية الممرضة كما أشار Moqsud and Rahman, (2004) . كما أن محتوى الفضلات من المواد السكرية (قشور والفواكه التالفة وغيرها) يمكن ان يزيد رقم حرارة التخمر العضوي، خاصة في مرحلة الحرارة العالية ومن ثم ضمان فعالية تدمير المسببات المرضية والمتعضيات غير المرغوب فيها. وأظهرت الخمائر والمتعضيات الفعالة، فعالية في القضاء على العوامل الممرضة لعدة أسباب منها درجة الحرارة العالية، ورقم الحموضة المثالية لنمو المتعضيات والخمائر والرطوبة المثالية. ولكن عند القيام بعملية الزرع الجرثومي تبين وجود المستعمرات الجرثومية في أطباق الزرع للعينات التي زرعت من كوم التخمير المضاف إليها الخمائر والمتعضيات الفعالة، وكما هو مدون في الدراسات المرجعية بقدرة الخمائر والمتعضيات بالقضاء على المسببات المرضية بتآزر العديد من العوامل. فإن بقاء الجراثيم في نهاية التجربة يمكن أن يعزى لأسباب مختلفة منها، أن درجات الحرارة في الطبقات الخارجية لكوم التخمير كانت غير مميتة وكوم التخمير غير مستقرة حسب التغيرات المناخية كما ذكر Millner et al., (1987); . أو يمكن أن يكون من خلال عملية التدوير والتقليب أدى لإعادة غزو كوم التخمير من قبل المسببات المرضية كما أشار Bagge et al.,(2005). ومن المحتمل أن تكون هذه المستعمرات الجرثومية والبكتيرية طبيعية نتيجة إضافة المركب الحيوي الحاوي على الخمائر ومجموعة متعددة من المتعضيات الفعالة. وتشير الأبحاث إلى أن مجمل محتوى الفطريات في نهاية عملية التخمير أعلى من المحتوى الأولي، ويعزى ذلك، خلال مرحلة النضج والتي تعرف بمرحلة التبريد تهيمن الفطريات ومحللات رئيسية أخرى في تحّلل اللغنين والسيليلوز وفقاً Kutsanedzie et.al(.2012) . إن معظم الفطريات الغيت عندما تجاوزت رقم حرارة التخمير ٥٠مْ ونشاط للتجمعات الميكروبية عندما تنخفض درجة الحرارة عن ٤٥ مْ. وهذه موافق لما جاءت به أبحاث كل من (Hussian ,et.al., 2016; Paradelo et al., 2013; Neyens et al., (2003) ; (2008); Paradelo et al., 2013

وأخيراً نجد أنّ عملية التخمير هي عبارة عن أسلوب فعال في إدارة النفايات حيث تساعد في إدارة مجموعة مختلفة من النفايات والفضلات الحيوانية وفضلات الدواجن والنفايات الغذائية

والزراعية والنفايات البلدية والصرف الصحي، وتحوإليها إلى منتج قيم بتكلفة منخفضة ، كما نجحت عملية تخمير النفايات القابلة للتحلل في إنتاج السماد العضوي من أنواع مختلفة من النفايات، حيث بينت النتائج أن الطرائق المستخدمة في المعالجة تساعد على تحويل النفايات العضوية إلى محسنات تربة ذات نوعية جيدة وتوافق المواصفات السورية للسماد العضوي المصنع، وخلال فترة قصيرة وبطرائق صحية لا تضر بالبيئة. وهذا يؤكد على ضرروه معالجة النفايات العضوية بيولوجيا..

وكان لاستخدام الكلس الحي النتائج الفضلى. وله فعالية في القضاء على معظم المسببات المرضية، وهذا ما يسوّغ استخدام هذه الطريقة من قبل المنظمات الدولية سابقاً كطريقة رئيسة للتخلص من المخلفات. كما أن استخدام نشارة الخشب أسهم في إنجاح عملية التخمير من حيث الكفاءة، التكلفة، توافر المادة والوقت ولما إليها من خصائص فيزيائية مساعدة في المسامية والنفاذية حيث تجعل عملية التهوية وتبادل الهواء فيها سريعاً وسهلاً، بالإضافة إلى كونها مصدراً للكربون الضروري للكائنات الحية الداخلة في عملية التخمير علاوة على ذلك، بقاء تركيبها يساعد في استخدامها بصورة متكررة في عملية التخمير.

كما يجب ألا ننسى الدور المهم والفعال لعملية تدوير وتقليب كوم التخمير دورياً. حيث يوجد في كوم التخمير تباين في درجات الحرارة المتولدة ما بين الطبقات الخارجية (الباردة)، والطبقات الداخلية في مركز الكومة (الساخنة). ولذلك يتم التدوير لتتعرض الطبقات الخارجية لدرجات الحرارة المرتفعة في التخمير لأن حواف كومة التخمير تتعرض عادة لدرجات حرارة أقل. وتأثير التدوير والتقليب على تحطيم العوامل الممرضة يكون على الغرار نفسه، حيث إن الطبقات الخارجية لكومة التخمير باردة ودرجة الحرارة أدنى من المميتة ولا يحدث تحطيم للعوامل الممرضة. ومنطقة داخلية ساخنة درجات الحرارة فيها مميتة حيث يتم التثبيط الحراري الكامل. فعند تدوير الكوم في فترات زمنية مختلفة يحدث تغير في درجة الحرارة وينتج إعادة توزيع عشوائي للمواد وعدد من المسببات المرضية.

ولكن يعتري هذا الأسلوب مجموعة من السلبيات منها:

- ✓ وجود كميات كبيرة من أكياس البلاستيك والزجاج والنفايات الطبية الخطرة غير مفروزة من المصدر.
- ✓ الوقت الذي تحتاجه عملية المعالجة لا يتناسب مع كمية النفايات الكبيرة المتولدة يوميا عن التجمعات السكانية.

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions and Suggestions

٥-١ الاستنتاجات

١- كان الكلس الحي والخمائر من المواد المختبرة التي أعطت نتائج من حيث التخمر السريع والكفء وإزالة الروائح الكريهة ورفع درجات الحرارة والحموضة وزيادة سرعة التفكك الكلي وقدرة الأمان الحيوي بالقضاء على المسببات المرضية.

٢- كانت فترة تكوين السماد العضوي في التجربة أقصر منها في الأكوام المضاف إليها المركب الحيوي مقارنة مع باقي مجاميع التخمير.

٣- إن شكل الخط البياني لدرجات الحرارة مماثل للخطوط البيانية المعتادة في معالجة النفايات بطريقة التخمير الهوائي.

٤- معدل نسب المغذيات في السماد العضوي قريبة من نسب وجودها في السماد التجاري.

٥- تراكيز المعادن الثقيلة في السماد العضوي كانت ضمن الحدود المسموحة .

٦- أظهرت التجارب أنه خلال ١٠-١٤ أسبوعاً من التخمير للنفايات العضوية تم الحصول على أسمدة عضوية أولية والسماد يحتاج مدة استقرار تحت أشعة الشمس.

٢-٥ التوصيات Suggestions:

١- التركيز على فصل النفايات في المصدر واتباع أمور الوقاية والأمن الحيوي، كالاكتفاء بشراء الحاجيات الضرورية فقط وعدم المبالغة في المشتريات، وخاصة المواد الغذائية والطهي بكميات تتناسب مع الاستهلاك وعدم الإفراط. وإعادة الاستعمال للمواد التي يمكن الاستفادة منها والتقليل ما أمكن من المواد والأدوات التي تستعمل مرة واحدة.

٢- عند القيام بإجراء عملية التخمير للنفايات العضوية ننصح باتباع بروتوكول لأبعاد تتناسب مع كمية أكبر من النفايات العضوية.

٣- إمكانية تحويل هذه الدراسة إلى مشروع كبير لإنتاج السماد العضوي في مزارع الإنتاج الحيواني والأماكن التي تسمح بذلك.

٤- إجراء دراسات لاختبار مواد أخرى تساعد في التقليل من حجم النفايات وآثارها الضارة.

٥- التوجه نحو استثمار النفايات والحصول على الطاقة من خلال تأمين الدعم المادي والتجهيزات المطلوبة

٦- إجراء دراسات عن نتائج استخدام السماد العضوي الناتج عن عملية التخمير في الزراعة وتأثيراته في خصوبة التربة، ودراسة الجدوى الاقتصادية من إنتاج السماد العضوي.

٧- استخدام نشارة الخشب أو القش أو الركائز التي تساعد على موازنة التركيب خلال عملية التخمير.

٨- رش أكوام النفايات والتي تتأخر إزالتها وجمعها بالمركبات الحيوية، التي تساعد في تحلل وهضم النفايات العضوية وتخفض من حجم هذه النفايات وتقلل من الروائح وانتشار الحشرات والقوارض.

٩- إجراء دراسة الجدوى الاقتصادية من تحويل النفايات إلى سماد عضوي من خلال تجارب بأبعاد أكبر وكميات أكبر من النفايات العضوية.

١٠- تزويد المسالخ بمحطات معالجة المخلفات والاستفادة منها أو إنشاء مصنع على مستوى كل منطقة لمعالجة المخلفات الحيوانية ومخلفات المسالخ.

١١- مراقبة صارمة لأماكن الذبح العشوائية في الأسواق أو داخل المباني السكنية وتصريف مخلفات الذبح في مجاري الصرف الصحي ورمي أجزاء من مخلفات الحيوان في حاويات جمع النفايات وانتشار أجزاء مختلفة من الحيوان في الشوارع والتي تصبح مصدر عدوى ومصدراً مقززاً وتصدر روائح كريهة.

Abstract

In this research, a study of the methods used in the health disposal of organic waste and slaughterhouse waste and, highlighting several methods for disposal according to the principles approved by the World Organization for Animal Health. In addition to highlighting the reality of waste in Hama city and some factors affecting the amount of waste generated. For the application of modern methods in biosecurity, an aerobic organic Composting method was chosen to convert organic waste into organic fertilizer. Where a field model (heap system) was adopted to investigate the possibility of converting organic waste into organic fertilizer in the landfill in the eastern city of Hama (Casson mountain dump), to compare several Composting mechanisms and compare them with natural organic Composting.The proposed model consisted of 5 units and each unit consisted of 3 replicates of Composting stacks, and the composition of the stacks was several layers according to the layering system and the dimensions of the repeaters were (length 1.5m - height 1m - width 2m). The tested organic material was a mixture of 50 kg of Organic waste with 50 kg of slaughterhouse waste. Where the (EMOTHC) was added to the piles in the second unit at a rate of 0.5 kg per acre, and the addition of lime to the piles in the third unit at a rate of 5 kg per repeater and in the fourth unit 75 of the waste mixture was mixed with 25 kg of livestock manure in each repeater, and the fifth unit mixed 75 kg of waste mixture with 25 Kg of poultry bed for each cunning. The units were compared with the first unit (the natural Composting unit). Composting piles were followed during the process of decomposition and digestion, which lasted 10-14 weeks and conducting the required conductions, to assess the suitability of the organic fertilizer by measuring many factors, the most important of which was the temperature that ranged (50-60) 0 m and achieved the condition of organic Composting in all the piles with a height The temperature was more than 50 ° C for at least two weeks, and was more stable in the repeaters of the second and third units. The pH (6.5-8.5) was more stable in the third unit. The percentage of nutrients, heavy and electrical components was also within the permissible limitations, in addition to measuring the degree of biosecurity for the Composting process, as the results were consistent with previous studies. The Composting period lasted 9 weeks in the second unit and 10 weeks in the third unit, and exceeded 11 weeks in the rest of the Composting units, and this gives an idea of the nature of decomposition during the Composting process. Through experiments, we found that the piles treated with the biological compound and lime gave the best results to the studied criteria. The overall measures of compost in the units were in

accordance with the standards of compost issued by the Ministry of Industry for the year 2014.

Keywords : Disposal Methods of organic Wastes, Fermentation, C/N ratio Remnants of Slaughterhouse

المراجع

References

-١- المراجع العربية

١. ابو العجين، رامي عبد الحي سالم. (٢٠١١). تقييم إدارة النفايات الصلبة. رسالة ماجستير في الجغرافية من كلية الآداب بالجامعة الاسلامية. غزة.

٢. البغدادي، عبد الصاحب ناجي وضرغام ابو كلل. (٢٠١١). التحليل المكاني لمشكلة النفايات الصلبة، مجلة القادسية للعلوم الانسانية. المجلد(١١). العدد(٣).

٣. الدحدوح، احمد رشاد. (٢٠٠٣). النفايات الصلبة في مدينة غزة. مركز البحوث العربية، رسالة ماجستير، القاهرة

٤. الراوي، ساطع محمود، الطيار، احمد طه. (٢٠١٢). تركيب وإنتاجية النفايات الصلبة، مقارنة بين عقدين، مركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث، جامعة الموصل.

٥. الشريك، يوسف.م.١٩٩٦.تكنلوجيا اللحوم ومخلفاتها–الجودة–الحفظ–التداول–. كلية الزراعة – جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية.

٦. العبدلي، م.م، معن شريف(٢٠١٣). النفايات المنزلية الصلبة واثارها البيئية، مجلة تكريت للعلوم ٢٠(٦)، ص٢٨٢–٣٠٨.

٧. الفرج، مها سعد، (٢٠٠٥). مواقع ردم النفايات بدولة الكويت وتأثيرها على المناطق السكنية. دورية علمية، قسم الجغرافية. جامعة الكويت.

٨. المكتب المركزي للإحصاء بدمشق–دائرة الاحصاء بحماة.

٩. دلو، احمد، ماهر صالح. (٢٠١٥). دراسة مقارنة لبعض الطرائق المتبعة للتخلص من المخلفات الحيوانية والجثث النافقة ودراسة تأثيرها في المحافظة في صحة وسلامة البيئة. رسالة ماجستير/جامعة حماة.

١٠.دلو، احمد، ماهر صالح. (٢٠١٥). دراسة تأثير الخمائر والمتعضيات الفعالة في تخمير جثث الطيور النافقة ودورها في السيطرة على المسببات المرضية في مزارع الدواجن. مجلة جامعة البعث. مجلد(٣٧).

١١.دلو، احمد، دارم طباع، عبد العزيز عروانة (٢٠١٨). الهضم الهوائي للقمامة البلدية وتحويإليها إلى سماد عضوي. مجلة جامعة حماة. المجلد(١).

١٢.سيد، احمد سالم. (٢٠٠٤). المخلفات الصلبة المنزلية في مدينة اسيوط. المجلة الجغرافية العربية، العدد(٤٤)، الجزء(٢).

١٣.شرحولي مفيد،٢٠١٤تحويل النفايات العضوية إلى سماد طبيعي (محسنات التربة). مجلة بحوث جامعة حلب. سلسلة العلوم الهندسية (١) العدد(٧).

١٤.طاهر، ضياء محمد، دارم طباع. (٢٠١٠). تقييم التدابير الوقائية المتبعة تجاه الأمراض الطارئة العابرة للحدود في شمال العراق. رسالة دكتوراه/جامعة البعث.

١٥.عبد، سهاد كاظم، زومايا، جاكلين قوسن (٢٠١٤)، الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة واستراتيجياتها في بلديات المدن International Journal for Environment & Global Climate Change. SSN 2310-6743.

١٦.محافظة حماة، مديرية الخدمات الفنية–دائرة النفايات البلدية الصلبة.

١٧.مرشدي، علاء الدين م.ع. صالح. ربيع ومحمود، اسامة، م.١٩٩٩.المخلفات الحيوانية والاستفادة منها. دار المريخ للنشر. الرياض. المملكة العربية السعودية.

١٨.ندا، منصور.١٩٩٦.صحة اللحوم والاسماك. المجلد(١). الطبعة الأولى. منشورات جامعة عمر المختار–البيضاء–الجماهيرية الشعبية الليبية.

١٩.وزارة الصناعة السورية، ١٩٨٨.المواصفات السورية رقم ١٩٩٨–٢٠١٤ للسماد العضوي(الكومبوست).

٦-٢- المراجع الاجنبية

1- Abdullah, N., Chin, N. L., Mokhtar, M. N., & Saleena, F. T. (2013). Effects of bulking agents, load size or starter cultures in kitchen waste composting. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 3, 1-10.

2-Achmon, Y., Harrold, D.R., Claypool, J.T., Stapleton, J.J., VanderGheynst, J.S., Simmons, C.W., 2016. Assessment of tomato and wine processing solid wastes as soil amendments for biosolarization. Waste Manage. 48, 156–164.

3-Adewumi, I.K.; Ogedengbe, M.O.; Adepetue, J.A. and Aina, P.O. (2005) "Aerobic Composting of Municipal Solid Wastes and Poultry Manure", Journal of Applied Sciences Research, Vol.1, No.3, PP.292-297.

4-Agbugui PA. and Nwaedozie JM(2015),. "Adsorption of Heavy Metals from Simulated Landfill Leachates unto Composite Mix of Agricultural Solid Wastes" IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC), Volume 8, Issue 2 Ver. I. Feb PP 49-54.

5-Amin M, Hamidi A, Nastaein Q. Zaman and Shuokr Q Aziz, (2012). " A Review on Anaerobic Digestion, Bio-reactor and Nitrogen Removal from Wastewater and Landfill Leachate by Bioreactor" Advances in Environmental Biology, 6(7): 2143-2150.

6-Anders D., Nowak L.: 2008. Assessment of composting process with animal waste share. Infrastruct Ecol Rural Areas, 9, 35-46.

7-Allen, F. H. and Mark, J. E. (2003) . Composting for Mortality Disposal on Hog Farms, Virginia Tech Tidewater. Agricultural Research and Extension Center, Publication Number 414-020.

8-Anikwe M.A.N., K.C.A. Nwobodo. 2002. Long term effect of municipal waste disposal on soil properties and productivity of sites used for urban agriculture in Abakaliki, Nigeria. Bioresource Technology (83): 241–250..

9-Bagge, E., Sahlstro ¨m, L. and Albihn, A. (2005). The effect of hygienic treatment on the microbial flora of biowaste at biogas plants. Water Res 39, 4879–4886.

10-Banks CJ. 1994. Anaerobic digestion of solid and high nitrogen content fractions of slaughterhouse wastes. In: Environmentally responsible food processing, vol. 90. AIChE Symposium Series, _/09. pp. 103.

11-Banks CJ, Humphreys PN. 1998. The anaerobic treatment of a lignocellulosic substrate offering little natural pH buffering capacity. Water Science and Technology.29,pp35-38.

12-Batool, S. A. and Nawaz, M. 2009. Municipal solid waste management in Lahore City District, Pakistan. Waste Management, Vol. 29, Issue 6, pp.1971-1981.

13-Bertoldi, M., Zucconi, F. and Civilini, M. (1991). Temperature, pathogen control and product quality.Bio.Cycle. February, 1988. p. 43– 50.

14-Bishop, P. L., & Godfrey, C. (1983). Nitrogen variations during sludge composting. BioCycle, 24, 34-40.

15-Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., Arrigo, N., Palma, R.S., 2003. Chemical and microbiological parameters for the characterization of the stabilizing and maturing of pruning waste compost. Biol. Fertil. Soils 37, 184–189.

16-Burton, H., & Turner, C. (2003). Treatment Strategies for sustainable Agriculture. Manure management (2nd ed.).Silsoe Institute, Lister and Durling printers. Flitwick Bedford, UK**.**

17-Cambardella, C.A., Richard, T.L., Russell, A., 2003. Compost mineralization in soil as a function of composting process conditions. Eur. J. Soil Biol. 39, 117–127.

18-Cantrell, K.B., Ducey, T., Ro, K.S., Hunt, P.G., 2008. Livestock waste-to-bioenergy generation opportunities. Bioresource Technol. 99, 7941–7953.

19-Carter,T.A., Anderson,K.E., Arends,J., Barker, J. C., Bunton, K ., Hawkins,B., Parsons, J., Rives ,D. V., Scheideler, S. E., S.M. Stringham, S.M. and Wineland, M. J., 2007. Composting Poultry Mortality. North Carolina State University; College of Agriculture and life Science May 29.

20-Chen, S.J., Hung, M.C., Huang, K.L., Hwang, W.I., 2004. Emission of heavy metals from animal carcass incinerators in Taiwan. Chemosphere 55, 1197–1205.

21-Cole, A.J., Roberts, D.A., Garside, A.L., de Nys, R., Paul, N.A., 2016. Seaweed compost for agricultural crop production. J. Appl. Phycol. 28, 629–642.

22-Crecchio, C., Curci, M., Pizzigallo, M. D., Ricciuti, P., & Ruggiero, P. (2004). Effects of municipal solid waste compost

amendments on soil enzyme activities and bacterial genetic diversity. Soil Biology and Biochemistry, 36(10), 1595-1605.

23-Dahshan, H., Abd- Elall, A. M. M., Abd-El-Kader, M. A., & Megahed, A. M. (2013). Field-scale managementand evaluation of recycled cattle manure solids from livestock in Nile Delta ecosystem. African Journal ofAgricultural Research, 8, 2829-2836.

24-DEFRA, 2008. Joint Department of Environment Food and Rural Affairs, Welsh Assembly Government and Food Standards Agency: Consultation on Changes to BSE Testing. DEFRA Publications, London.

25-Eldridge, R. and Collins, J.(1996). Composting Dead Poultry. Extension Agricultural Engineer, Publication Number 442-037.

26- Edson M, Ayo S. Afolabi, Ambali S. Abdulkareem and Freeman Ntuli "Effect of pH on the Recovery and Grade of Base Metal Sulphides (PGMs) by Flotation", Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science (2011). Vol II, San Francisco, USA. pp 609-612.

27-Epstein, P. R. (2001). Climate change and emerging infectious diseases. Microbes & Infection; 3:747-754.

28-Franco, D. A. Animal Disposal. 2002. The Environmental Animal Disease, and Public Health Related Implications, California Department of Food and Agriculture Symposium, Sacramento, California. USA.

29-Fulhage, C.D. and Ellis, C. E. (1996). Composting Dead Swine, University of Missouri Cooperative Extension publication WQ351, University of Missouri, Columbia, Missouri.

30-Gabhane, J., William, S.P., Bidyadhar, R., Bhilawe, P., Anand, D., Vaidya, A.N., Wate, S. R., 2012. Additives aided composting of green waste: effects on organic matter degradation, compost maturity, and quality of the finished compost. Bioresour. Technol. 114, 382–388.

31-Gallardo – Lara F., and Nogales R, 1987.. Effect of application of town refuses compost on the soil–plant system–a review, Biol. wastes. 191(1), 35 – 62.

32-Guang G. Li, Tim C. Keener, Antoinette W. Stein, Soon J(2000),. Khang "CO2 reaction with Lime during SO2 removal with convective pass sorbent injection and high temperature filtration" Environ Engg and Policy 2, pp 47-56.

33-Gautam, S. P., Bundela, P. S., Pandey, A. K., Awasthi, M. K., & Sarsaiya, S. (2010). Composting of municipalsolid waste of Jabalpur city. Global Journal of Environmental Research, 4, 43-46.

34-Gary, A., Eric, S. and Robert, W. (2003). Static Pile Composting of Wild Birds, Game Birds and Backyard Poultry to Prevent the Spread of Avian Influenza (H5N1).

35-Giusti ,L.,(2009). A review of waste management practices and their impact on human health. Waste Management. journal Elsevier. 29 (2009) 2227–2239.

36-Guo, R., Li, G., Jiang, T., Schuchardt, F., Chen, T., Zhao, Y., & Shen, Y. (2012). Effect of aeration rate, C/N ratioand moisture content on the stability and maturity of compost. Bioresource Technology, 112, 171-178.

37 -Hansen, R.C., Keener, H.M., Marugg, C., Dick, W.A. and Hoitink, H.A.J. (1993). Composting of poultry manure. Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological and Utilization Aspects. Renaissance Publishers, Worthington, OH 43085 USA, pp. 131-153.

38-Hejnfelt A., Angelidaki 2009. Anaerobic digestion of slaughterhouse by-products. Biomass Bioenergy, 33, 1046-1054.

39-Huang, G. F., Wong, J. W. C., Wu, Q. T., & Nagar, B. B. (2004). Effect of C/N on composting of pig manurewith sawdust. Waste Management, 24(8), 805-813.

40-Hiraku, S., Gen, M., Hanatsu, S., Jun, N., Msaaki, S., Takako, S.Yutaka, N. (2004). Distribution of ammoniaassimilating bacteria in the composting process. Compost Science and Utilization, 12, 108113.

41-Hussian, A. S., Nadhem. H. H., Tarif. H. B., Adel. M. N., 2016. Recycling of Organic Solid Wastes of Cities to Biofertilizer Using Natural Raw Materials. Journal of Al-Nahrain University Vol.19 (1), pp.140-155

42-Hussong, D., Burge, W.D. and Enkiri, N.K. 1985. Occurrence, growth, and suppression of salmonellae in composted sewage sludge. Appl Environ Microb 50, 887–893.

43-Ilham, Z., Mohamed, F. and Abderahim, M.. (2004). Feather wastes digestion by new isolated strains Bacillus sp. in Morocco, African Journal of Biotechnology ;Vol. 3, No. 1, pp. 67-70.

44-Jumnoodoo, V., Mohee, R., 2011. Evaluation of FTIR spectroscopy as a maturity index for herbicide-contaminated composts. Environ. Waste Manage. 9, 89–99.

45-Kalambura, S., Kricka, T., Jurisic, V., Janjecic, Z., 2008. Alkaline hydrolysis of animal waste as pretreatment in production of fermented fertilizers. Cereal Res. Commun. 36, 179–182.
46-Kalbasi, A., Mukhtar, S., Hawkins, S.E., Auvermann, B.W., 2005. Carcass composting for management of farm mortalities: a review. Compost. Sci. Util. 13, 180–193.
47-Kalbasi, A., Mukhtar, S., Hawkins, S.E. and Auvermann, B.W. (2006). Design, Utilization, Bioscurity, Environmental and Economic Consideration of Carcass Composting. Compost Science and Utilization, Vol.14 NO2:90-102.
48-Kalbasi-Ashtari, A., Schutz, M.M., Auvermann, B.W., 2008. Carcass rendering systems for farm mortalities: a review. J. Environ. Eng. Sci 7, 199–211.
49-Karnchanawong, S., & Tadkaew, N. (2013). Effects of compost from co composting of sawdust, cow dung and eggshell on soil acidity neutralization and growth of vegetable. Digital proceeding of the .ICOEST' 2013. Nevsehir, Turkey. June 18-21, 2013.

50-Keener, H. & Elwell, D. 2006. Mortality composting principles and operation, In: Ohio livestock mortality composting manual, 1–7, Ohio State University Extension.

51-Keener, H.; Elwell, D. & Monnin, M.J. 2006. Mortality composting site selection and design options. In: Ohio livestock mortality composting manual, 9–12, Ohio State University Extension.

52-Kirby, M., Brizuela, C., Wilkinson, R., 2010. An investigation into farmer's perspective of the disposal of fallen livestock and animal by-products. Vet. Rec. 167, 606–609.
53-Kumar, S. (2005). Municipal Solid Waste Management in India: Present Practices and Future Challenge. pp 1-11.

54-Kutsanedzie F., Rockson G. N. and Achio S, 2012. Comparison of compost maturity, microbial survival and health hazards in two composting systems. J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci., 2(1), 175–193.
55-LAL B., REDDY M. R. V., 2005. Wealth from Wastes. Tata Energy Research Institute Press, The Energy and Resources Institute, 2nd, New Delhi, India.
56-Langston, J., Carman, D., Van Devender, K. and Boles, J.C. Jr. (1997). Disposal of Swine Carcasses in Arkansas, University of Arkansas

Cooperative Extension publication MP392. University of Arkansas, Little Rock, Arkansas.
57-Ligocka, A., Paluszak, Z., 2008. Evaluation of meat waste composting process based on fecal streptococci survival. Pol. J. Environ. Stud. 17, 739–744.
58-Liu D., Zhang R., Wu H., Xu D., Tang, Z., Yu G. Xu Z. and Shen Q2011. Changes in biochemical and microbiological parameters during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff. Bioresour. Technol, 1- 10,.
59- Ljupka Arsova, (2010). "Anaerobic digestion of food waste: Current status, problems and an alternative product", thesis submitted to Department of Earth & Environmental Engineering,Columbia University, may.
60- Mari, M., Nadal, M., Schuhmacher, M., Domingo, J.L., 2008. Monitoring PCDD/Fs, PCBs and metals in the ambient air of an industrial area of Catalonia, Spain. Chemosphere 73, 990–998.
61-(METAP 2000) METAP-Homs: Solid Waste Management Study, Draft Interim Report (Auszüge), 2000, Damaskus (Mohamad et al. 2001).
62-Makan, A., 2015. Windrow co-composting of natural casings waste with sheep manure and dead leaves. Waste Manage. 42, 17–22.
63-Meijide, A., Diez, J. A., Sanchez-Martin, L., Lopez-Femandez, S., & Vakkejo, A. (2007). Nitrogen oxideemissions from an irrigated maize crop amended with treated pig slurries and composts in a Mediterraneanclimate. Agriculture, Ecosystem and Environment, 121(4), 383-394.
64- Millner, P.D., Powers, K.E., Enkiri, N.K. and Burge, W.D. 1987. Microbially mediated growth suppression and death of Salmonella in composted sewage sludge. Microb Ecol 14, 255–265.
65-Ming-Muh, K. and Hsing - Yao, L. (1995). The study of the selection of feather-degrading microorganisms. J. Chin. Inst. Environ. Eng. 5 : 37-43.
66-Misra, R. V., Roy, R. N., & Hiraoka, H. (2003). On-farm composting methods. FAO Corporate DocumentRepository.
67-Mohd Din, Mokhtar Azizi, Wan Jaafar, Wan Zurina, Obot, Rev. M. Markson, Wan Hussin, Muhd Aminuddin, (2008). How Gis Can Be A Useful Tool To Deal With Landfill Site Selection, pp1-6.
68-Mohee, R., Boojhawon, A., Sewhoo, B., Rungasamy, S., Somaroo, G.D., Mudhoo, A., 2015. Assessing the potential of coal ash and

bagasse ash as inorganic amendments during composting of municipal solid wastes. J. Environ. Manage. 159, 209–217.

69-Moqsud, M.A. and Rahman, M.H. (2004) "Biochemical Quality of Compost from Kitchen Garbage in Bangladesh" Environmental Informatics Archives, Vol. 2, PP. 635-640. EIA04-063. International Society for Environmental Information Sciences (ISEIS-2004).

70- NABC, 2004. Carcass disposal: a comprehensive review. Report written for the USDA Animal and Plant Health Inspection Service. National Agricultural Biosecurity Centre, Kansas State University, USA.

71-Neves, L., Ferreira, V., & Oliveira, R. (2009). Co-composting cow manure with food waste: The influence oflipid content.

72- Neyens, E., Baeyens, J., Creemers, C., 2003. Alkaline thermal sludge hydrolysis. J. Hazard. Mater. 97, 295–314.

73-Ockerman, H.W. and Hansen.C.L. 1988. Animal By-Product Processing. Ellis Horwood Ltd., Chichester. England.

74-Ockerman, 2000, "Animal By-Product Processing & Utilization,CRC Press LLC.

75-Office of Environmental Public Health (OEPH). 2007. Disposal of Dead Livestock and Other Animal Carcasses .Technical advice and information :Oregon Public Health Division Office of Environmental Public Health Environmental Toxicology Section ,15 December.

76-OIE, 2007. Tool for the Evaluation of Performance of Veterinary Services, Second Edition. Office international des epizooties. World organization of animal health, France.

77-OIE, 2010. Terrestrial Animal Health Code Chapter 4.12. - Disposal of dead animals.

78-Paavola, T., Syvasalo, E., Rintala, J., 2006. Co-digestion of manure and biowaste according to the EC animal by-products regulation and Finnish national regulations. Water Sci. Technol. 53, 223–231.

79-Pan I. and Sen S.K. 2013.Microbial and physio-chemical analysis of composting process of wheat straw. Indian. J. Biotechnol. 12, 120–128,.

80-Pan I., Dam, B. and Sen S. K2012.. Composting of common organic wastes using microbial inoculants. Biotech. 2, 127– 134,

81-Paradelo, R., Moldes, A.B., Barral, M.T., 2013. Evolution of organic matter during the mesophilic composting of lignocellulosic winery wastes. J. Environ. Manage. 116, 18–26.

82-Pollard, S.J.T., Hickman, G.A.W., Irving, P., Hough, R.L., Gauntlett, D.M., Howson, S.F., Hart, A., Gayford, P., Gent, N., 2008. Exposure assessment of carcass disposal options in the event of

a notifiable exotic animal disease: application to avian influenza virus. Environ. Sci. Technol. 42, 3145–3154.

83-Rier, S.E., 2008. Environmental immune disruption: a comorbidity factor for reproduction? Fertil. Steril. 89, e103–e108.

84-Russ, C.F. and Yanko, W.A. ,1981. Factors affecting salmonellae repopulation in composted sludges. Appl Environ Microb 41, 597–602.

85-Sajjad, H. and Junaid, M. 2011. Evaluation of Kitchen Waste composting and its Comparison with Compost Prepared from Municipal Solid Waste, Pak. J. Engg. & Appl. Sci., Vol. 8, pp. 26-33.

86-Shefali Verma, (2002). "ANAEROBIC DIGESTION OF BIODEGRADABLE ORGANICS IN MUNICIPAL SOLID WASTES", thesis submitted to Department of Earth & Environmental Engineering, Columbia University, May.

87- Sanmanee N., Panishkan K., Obsuwan K. and Dharmvanii S(2011). Study of compost maturity during humification process using UV- spectroscopy, World Acad. Sci. Eng. Technol. 80, 403 – 405,.

88- Saqib, M., Ahmad, K. and Anindita, A.(2004). Composting. National Agricultural Biosecurty Center, Kansas State University.

89-Shyamala, D.C. and Belagali, S.L. 2012. Studies on Variations in Physico-Chemical and Biological Characteristics at Different Maturity Stages of Municipal Solid Waste Compost. International journal of environmental science, Vol: 2 No.4 pp. 1984-1997.

90-Singh, J., & Kalamdhad, A .S. (2013). Bioavailability and leachability of heavy metals during composting. Areview. International Research Journal of Environmental Science, 2(4), 59-64.

91-- Sivakumar, K., Kumar, V.R.S., Jagatheesan, P.N.R., Viswanathan, K., Chandrasekaran, D., 2008. Seasonal variations in composting process of dead poultry birds. Bioresource Technol. 99, 3708–3713.

92-Smit, J., & Nasr, J. (1992). Urban agriculture for sustainable cities: using wastes and idle land and water bodies as resources. Environment and Urbanization, 4(2), 141-152.

93-Steiner, C., Das, K. C., Melear, N., & Lakly, D. (2010). Reducing nitrogen loss during poultry litter compostingusing biochar. Journal of Environmental Quality, 39.

94-Taylor, D.M., 2001. Equipment Marketed by Waste Reduction Europe Ltd. to Destroy Animal Carcases and Tissues by Alkaline Hydrolysis: An Assessment of the Capacity of the Process to Reliably Inactivate BSE-Like Agents.

95-Teixeira, D.L., de Matos, A.T., Melo, E.D.C., 2015. Resistance to forced airflow through layers of composting organic material. Waste Manage. 36, 57–62.
96-Tiquia, S. M., & Tam, N. F. Y. (2000). Fate of nitrogen during composting of chicken litter. EnvironmentalPollution, 110, 535-541.
97-Torres-Climent, A., Gomis, P., Martin-Mata, J., Bustamante, M.A., Marhuenda-Egea, F. C., Perez-Murcia, M.D., Perez-Espinosa, A., Paredes, C., Moral, R., 2015. Chemical, thermal and spectroscopic methods to assess biodegradation of winerydistillery wastes during composting. PLoS One 10, e0138925.

98-Viau, E., Peccia, J., 2009. Survey of wastewater indicators and human pathogen genomes in biosolids produced by Class A and Class B stabilization treatments. Appl. Environ. Mircobiol. 75, 164–174.

99-Ward, A.J., Hobbs, P.J., Holliman, P.J., Jones, D.L., 2008. Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. Bioresource Technol. 99, 7928–7940.
100-Walker, F. (2004). On-farm composting of poultry litter. The Agricultural Extension Service, The University ofTennessee Institute of Agriculture.

101-Wang, J. Y., Stabnikova, O., Ivanov, V., Tay, S. T. L. and Tay, J. H. 2003. Intensive aerobic bioconversion of sewage sludge and food waste into fertiliser. Waste Manage Res., 21(5):405-415.

102-Weppen, P., 2002. Determining compost maturity: evaluation of analytical properties. Compost. Sci. Util. 10, 6–15.
103-Wilkinson, K.G., 2007. The biosecurity of on-farm mortality composting. J. Appl. Microbiol. 102, 609–618.
104-Wilkinson, K.; Davey, M. & Engleitner, S., 2010. Biosecurity of poultry mortality composting. Proceedings of Poultry Information Exchange, Gold Coast, Australia, May 23-26, 2010.

105-Woodgate, S., van der Veen, Johan, 2004. The role of fat processing and rendering in the European Union animal production industry. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 8, 283–294.
106-WRAP. 2002. Comparison of compost standards within the EU, North America and Australasia, The Waste and Resources Action Programmer, ISBN 1-84405-004-1.
107-WR2., 2003. Company website. www.wr2.net.

108-Yadav A., Gary V.2011.. Recycling of organic wastes by employing Eisenia fetida. Bioresour. Technol. 102(3), 2874–2880,
109-Yan, J.H., Xu, M.X., Lu, S.Y., Li, X.D., Chen, T., Ni, M.J., Dai, H.F., Cen, K.F., 2008. PCDD/F concentrations of agricultural soil in the vicinity of fluidized bed incinerators of co-firing MSW with coal in Hangzhou, China. J. Hazard Mater. 151, 522–530.

110-Zhang, L., Sun, X.Y., 2014. Effects of earthworm casts and zeolite on the two-stage composting of green waste. Waste Manage. 39, 119–129.
111-Zhang, Y., & He, Y. (2006). Co-composting solid swine manure with pine sawdust as organic substrate.Bioresource Technology, 97, 2024-2031.
112- Zuccconi F. and de. Bertoldi M, 1987. Compost specification for the production and characterization of compost from municipal solid waste, In: Compost production, quality and the use, (Eds.): M.De. Bertoldi, M.P. Ferranti, P.L., Hermite and F. Zucconi, Elsevier Applied Science Publishing Co., Inc., New York.

Syrian Arab Republic

Hama University

Faculty of Veterinary medicine

MSc. Vet. Med. (D.V.M)

A Comparative study of Hygienic Disposal Methods of organic Wastes and Remnants of Slaughterhouses

Thesis Presented by

Ahmad Mohammad Mossa Delo

MSc. Vet. Med. (D.V.M)

For

Doctorate Degree in Vet. Med. Sci.

Public Health

Under the supervision of

Prof. Dr.

Darem Tabbaa

Prof. Dr.

Abd Al-aziz Arwana

Faculty Of Veterinary Medicine
Hama University -Syria