JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (10)
27–شباط–2023
https://jaspss.com

بحث بعنوان

"تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبية والريع للسماد النباتي (الكمبوست) المنتج من المخلفات النباتية الوارده الى محطة السماد في مدينة اربد"

رهام "محمدعلي" الجمّال

بلدية اربد الكبرى

reham.jammal@irbid.gov.jo

rjammal@ymail.com

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (10)
27–شباط–2023
https://jaspss.com

الملخص :

السماد النباتي (الكمبوست) هومركبات عضوية متخمرة طبيعياً، تعتمد علي استخدام الكائنات الحية الدقيقة النافعة لتحليل المركبات العضوية، لذا هدفت الدراسة الى تقييم سماد الكمبوست المنتج من نسب مختلفه من المخلفات النباتية من حيث الخصائص الفيزيوكيميائية والميكروبية، وتقيم كمية المخلفات النباتية الموردة لمحطة تصنيع الكمبوست النباتي وكمية الريع المنتج من هذه المخلفات، وبينت نتائج الدراسة ان افضل الخلطات التي تحقق جودة عالية للسماد هي التي تصنع بنسبة 70% خضار وفواكه و30% اغصان واوراق، كما بينت انخفاض كمية النفايات الموردة في عام 2022 مقارنة مع عام 2021 بنسبة انخفاض بلغت 19%، كما أوضحت ان المعابر الحدودية تورد للمحطة ما يقارب 30% من واردات المحطة من النفايات النباتية.

الكلمات المفتاحية: كمبوست نباتي، نفايات، مركبات متخمرة، اغصان الاشجار.

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (10)
27-شباط-2023
https://jaspss.com

Abstract:

Compost is a naturally fermented organic compound, which depend on the use of beneficial microorganisms to decompose organic compounds. Therefore, the study aimed to evaluate the compost produced from different proportions of plant waste in terms of physicochemical and microbial properties, and to evaluate the amount of plant waste supplied to the compost manufacturing plant, and the amount of Yield from these wastes. The results of the study showed that the best mixtures which achieve high-quality compost are those made from 70% vegetables and fruits and 30% branches and leaves. It also showed a decrease in the amount of waste supplied in 2022 compared to 2021, with a decrease of 19%. It also explained that the border crossings supply the plant with about 30% of the plant's imports of plant waste.

Keywords: Plant compost, waste, fermented compounds, tree branches

1– المقدمة

سماد الكمبوست النباتي هو مواد عضوية متخمرة من اصل نباتي مثل (الاعشاب والاوراق والاغصان ومخلفات الخضروات والفواكه) والتي تخضع طبيعياً لعملية التحلل الحيوي (البيولوجي) بفعل البكتيريا النافعة وخاصة المحبة للحرارة المتوسطة Mesophilic والمحبة للحرارة العالية Thermophilicو تحت ظروف هوائية او لاهوائية كما يحدث في الغابات عندما تتساقط أوراق الأشجار في نهاية الموسم وتبدأ مختلف الكائنات الحية باستهلاك تلك الاوراق وتحويلها الى كمبوست طبيعي ويزيد بذلك محتويات التربة من الدبال أو حمض الهيوميك، والمستعمرات الميكروبية المفيدة التي تساعد على قمع مسببات الأمراض في التربة Hemida, et al 2018

عموماً تصنف الاسمدة إلى صنفين رئيسيين الكيميائية الصناعية والعضوية الطبيعية وتضم مخلفات حيوانية ونباتية، وتعتبر الاسمدة الكيميائية من سمات الزراعة الحديثة وتتكون من مواد معدنية وكيميائية تحضر في مصانع متخصصة، معدة لهذا الغرض، وتصنف إلى أسمدة بسيطة تحتوي على عنصر واحد فقط كالنتروجين، أو مركبة تحتوي على أكثر من عنصر كالنتروجين والفوسفور NP أو النتروجين والبوتاسيوم NKاو النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم معاً (NPK) وهي الاكثر استخداماً في الزراعة، Shatnawi, R.S.2018 اما الاسمدة العضوية الطبيعية فتضم مخلفات حيوانية ونباتية، وتخضع للتحلل بفعل الكائنات الحية الدقيقة النافعة تحت ظروف بيئية مناسبة للنشاط الميكروبي من درجة حرارة ورطوبة، ومن أهم ميزاتها أنها تحسن من تركيب التربة وبنيتها وقدرتها على امتصاص الرطوبة والاحتفاظ بها لفترات طويلة، كما أنها نادراً ما تكون سامة أو ضارة للنبات أو البيئة الا ان من مساوئها الروائح الكريهة 2016 ,et al

Proietti ويجب توفير ظروف ملائمة للنشاط الميكروبي، وهذا قد لا يتوفر على مدار العام في كل المناطق، مما يجعل فعالية هذه الاسمدة بطيئة نوعاً ما، تحت ظروف غير ملائمة Behrooznia, et al 2018.

لذا ادرك العديد من المهتمين اهمية العمل على تقليل الاعتماد على الأسمدة الكيماوية التجارية الضارة والاسمدة العضوية ذات الروائح الكريهه والاضرار البئية التي تسببها، والاعتماد على الاسمدة التي تحسن خصوبة التربة بدون ترك اثار غير صحية على البيئة والانسان، وهذا يمكن ان يتحقق بالاستفادة من المخلفات الزراعية والاعشاب والاغصان والخضروات والفواكه وبقايا الطعام، والتي تشكل في الاردن اكثر من 50% من النفايات البلدية الصلبة، وتحويلها الى مادة ذات قيمة عالية.

1.1- مشكلة ومبررات البحث:

1- تراكم المخلفات الزراعية النباتية من خضار وفواكه واغصان واوراق الاشجارفي شوارع واسواق البلدية تشوه المنظر العام وربما تصبح مأوى وبيئة مناسبة لتوالد وتكاثر الآفات والحشرات والزواحف والقوارض وإنبعاث الروائح الكريهة الناتجة عن تعفن وتحلل هذه المخلفات وانتشار الأمراض والأوبئة وبذلك قد يحدث تلوث بيئي خطير للهواء والتربة والمياه الجوفية.

2- ان عمليات جمع ونقل والتخلص من مخلفات النبات (الخضراوات والفواكه والاغصان) يشكل عبئاً مالياً على البلدية.

3-ان الاستمرار- باستخدام الاسمدة التي تتميز برائحتها الكريهة واحتوائها على ميكروبات ممرضة وطفيليات وديدان وملوثات كيميائية متمثلة بوجود عناصر معدنية ثقيلة مثل الرصاص والنحاس والزئبق والقصدير يجعل المنتجات الزراعية خطرا على صحة الإنسان. Gao, et al ,2010

1.2-أهداف البحث:

1-دراسة امكانية انتاج سماد طبيعي خالي من الروائح الكريهة، ويعتمد على استخدام افضل النسب من مواد طبيعية صحية مثل الخظروات والفواكه وبقايا الاشجارلانتاج الخلطة المثالية التي تزيد من خصوبة التربة وبذلك تحسن من الانتاجية.

2- تحليل المنتج النهائي فيزيائياً وكيميائياً وميكروبياً.

3-زيادة الايرادات المالية للبلدية من خلال تحويل المخلفات العضوية من الخضار والفواكه والاغصان والاوراق الى اسمده صحية تسوق وتباع في الاسواق الداخلية والخارجية.

1.3-اهمية البحث:

- العمل على تقليل تلوث اسواق وشوارع بلدية اربد بمخلفات الخضار والفواكه و اغصان واوراق الاشجار وانتشار مسببات الأمراض.
- ان اعادة تدوير المخلفات النباتية سوف ينتج عنها ايرادا مالياً للبلدية، وخفضاً بتكلفة النقل والتخلص منها.
- تقليل من كمية النفايات التي يتم توريدها لمكب الاكيدر يزيد من العمر التشغيلي للمكب.

2–دراسات مرجعية:

ادركت العديد من الدول عبرالسنوات القليلة الماضية ميزات المخلفات الزراعية في الإقتصاد والصناعة وبدأت العمل على تحويل تلك المخلفات التي تعتبر في تراكمها عبئاً كبيراً على كاهل البلدية والمزرعة والمزارع وظاهرة غير صحية على البيئة الى مادة ذات قيمة اقتصادية.

وكان احد افضل الحلول لمشكلة تراكم النفايات هو اعادة تدوير النفايات العضوية بتحويلها إلى سماد من شأنه أن يقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري كما ورد في العديد من الدراسات العلمية المنشورة ،وقد ذكرت (باسمة محيسن في دراستها، 2017) والتي استهدفت اقتصاديات تدوير المخلفات الزراعية في جمهورية مصر العربية حيث بينت الدراسة الفائدة من المخلفات الزراعية (النواتج الثانوية) واقتراح أفضل الاساليب والطرق الاقتصادية والبيئية للتعامل مع تلك المخلفات، وأوصت الدراسة بإقامة وحدات ومصانع لتدوير هذه المخلفات النباتية لانتاج سماد عضوي وذلك علي مستوى الجمهورية، والاهتمام بعقد دورات وندوات لزيادة الوعي البيئي عن الاضرار الناتجة عن حرق المخلفات النباتية، وانشاء مراكز لتجميع المخلفات النباتية وتوفير وسائل لنقله (محمد سالم وآخرون 2018) .ايضا استهدفت دراسة (حنان غالى2010) التعرف على المنظور البيئى للتخلص من مخلفات الزيتون واوصت بانشاء مصنع لتدوير مخلفات الزيتون وذلك بالاعتماد علي الموارد المحلية فى واحة سيوه–مصر والتي يأتي في مقدمتها تفل الزيتون، إلي جانب بقية المخلفات الزراعية الاخرى لتكون مصدراً للاعلاف والاسمدة (محمد سالم وآخرون 2018).

كما اشارت سكينة ابراهيم (2010)، فى دراستها التى استهدفت انتاج الكمبوست كسماد عضوى من مخلفات المزرعة وتحديد اهم مصادر المعلومات للتخلص من المخلفات الحقلية الزراعية وطرق تدويرها في إنتاج

سماد عضوي، وايضاً التعرف على ممارسات المزارعين للتخلص من المخلفات الحقلية الثانوية وتحديد أهم العقبات التي تواجه المزارع في تدوير المخلفات لانتاج الاسمدة العضوية الكمبوست، وأوصت الدراسة الى تعيين مرشد أخصائي بيئي والعمل على تغيير سلوك المزارعين لاستخدام هذه المخلفات للحفاظ على البيئة وضرورة توفير آلات وادوات تقطيع وكبس القش حتى يتمكن من تخزينها ومعاملتها ونشر المعارف والمهارات الخاصة بكيفية الاستفادة من هذه المخلفات بتصنيعها الى اعلاف غير تقليدية، وكذلك صناعة سماد الكمبوست (محمد سالم وآخرون 2018).

2.1 نضوج وثباتية السماد النباتي (الكمبوست):

السماد الناضج يحسن من خصوبة التربة عن طريق زيادة المواد العضوية في التربة، وقمع مسببات الأمراض النباتية التي تنقلها التربة، وتعزيز نمو النبات Jakubus et al 2011

ومع ذلك اذا كان السماد غير ناضج فله آثار ضارة على نمو النبات والبيئة بسبب وجود مركبات سامة للنبات، وأحماض عضوية منخفضة الوزن الجزيئي، وأكسيد الإيثيلين، ومسببات الأمراض [Thomas, etal 2019].

النضج يشير إلى درجة تحلل المواد العضوية للنبات المنتجة أثناء مرحلة التسميد النشط وإلى عدم وجود مسببات الأمراض، ويرتبط الاستقرار بمعدل النشاط الميكروبي في السماد العضوي، ويتم تقييمه من خلال الفحوصات التالية:

– **اللون** عندما ينضج السماد يصبح أكثر قتامة وتختفي الروائح الكريهة(Antil et al. 2014).ومن الممكن أن تكون الرائحة الكريهة أيضًا نتيجة التسميد اللاهوائي Sullivan and Miller, 2001) يرجع تغير اللون إلى زيادة مادة الدبال (Khan et al., 2009; Rashwan et al. 2020).

المواد الصلبة المتطايرة –Volatile Solids من المتوقع بشكل عام حدوث انخفاض بنسبة 50٪ في المواد الصلبة المتطايرة، ولأن الكربون العضوي يتفكك بواسطة الكائنات الحية الدقيقة (Sullivan and Miller، 2001)

– **الاس الهيدروجيني** : للسماد الناضج قيمة pH متعادلة وموصلية كهربائية EC أعلى مقارنة بالمواد العضوية (Antil et al2014) .

– **تركيز الكربون العضوي:** يشار إلى النضج عندما ينخفض تركيز الكربون العضوي المذاب ، بسبب استنفاد العناصر الغذائية (Wu et al.، 2000 ؛ .(WRAP 2015 بواسطة A spectroscopy : analysis مراقبة الكربون الموجود في المادة العضوية .(Kumar et al., 2013)

– **نسبة الكربون إلى النيتروجين** : خفض نسبة الكربون إلى النيتروجين في السماد المستقر من الى 30:1 أقل من 1: 20 إذا كانت المادة العضوية حمضية ، فإن فقدان الكربون والنيتروجين يكون متناسبًا. لذلك فإن نسبة C: N للسماد الناضج مماثلة لحالتها غير الناضجة Sullivan and Miller ,2001

– **اختبار معدل امتصاص الأكسجين:** سيكون للسماد العضوي المستقر معدل امتصاص أكسجين يبلغ 10 ملليمول O2 لكل كيلوغرام من المادة العضوية WRAP, 2015 .

- **اختبار Solvita**

يتم إجراء هذا الاختبار في درجة حرارة الغرفة، ويوضع هلام قياس لوني في السماد لمدة 4 ساعات (Venelampi et al.، 2010). يشير لون الجل إلى تركيز ثاني أكسيد الكربون والأمونيا المنبعثة من السماد. ((Brinton, 2000).

- **الكائنات الحية الدقيقة:** يحتوي السماد غير الناضج على نشاط إنزيمي مرتفع (WRAP، 2015). يستقر النشاط البيولوجي عندما ينضج السماد (Antil et al.، 2014) بالرغم من أن العديد من العوامل يمكن أن تمنع وظائف الكائنات الحية الدقيقة ، مثل جفاف السماد ونقص الأكسجين (Venelampi et al.، 2010).

- **التسخين الذاتي:** يوفر اختبار ديوار مؤشرًا لنضج السماد عن طريق قياس درجة الحرارة التي لن يرتفع للسماد الثابت فوق 20 درجة مئوية Wu, 2000

3- مواد وطرق البحث:

3.1-جمع المواد وتحضيرها:

جمعت مخلفات الخضروات والفواكه والنفايات الناتجة عن التقليم وتنظيف الحدائق واغصان واوراق الاشجار من مزارع وشوارع ومحلات بيع الخضار والفواكه والمولات والحسبة المركزية، من قبل فريق الجمع من المصدر في البلدية، ويتم نقلها بواسطة آليات البلدية المخصصة لهذه الغاية، ويتم اعادة فرزها في محطة السماد.

تم انشاء محطة تصنيع الكمبوست النباتي خارج حدود التنظيم السكني وبطاقة تشغيلية يومية من 30– 40 طن.

3.2– الإستراتيجية: اجراء عدة تجارب باستخدام نسب مختلفة من مخلفات الخضار والفواكه والاغصان والأوراق و خلطها معًا للحصول على افضل تركيبة من الخصائص الفزيائية والكيميائية ونسبة الكربون الى النتروجين C: N المرغوبة للتسميد.

3.3– التصميم النظري لتركيبة الخلطات الاولية من المدخلات:

يجب اجراء بعض الحسابات النظرية لتركيبة الخليط اعتماداً على المعلومات العلمية الخاصة بذلك مع مراعاة أن تحضر التركيبة ونسب الخلط بين الانواع المختلفة من النفايات العضوية وان تراعي متطلبات المزارعيين المحليين واحتياجاتهم حسب انواع المحاصيل والترب والمواسم الزراعية المختلفة وأنواع المخلفات العضوية في المشروع والنسب الاولية لتحضير خلطات السماد بالنسبة لحجم أو وزن الخلطة الكلي. هنالك عدة عوامل تؤثر في الحسابات النظرية لتلك الانواع منها طبيعة المصدر، عمر تلك المخلفات، مدى اختالطها بأنواع أخرى من النفايات أو المواد (النوعية) لذلك تعتبر هذه الحسابات تقريبية وتعطي دلالة أو مؤشر فقط عن المحتوى الموجود داخل الخليط وهنا يفضل أخذ عينات ممثلة من الخليط بعد اعداده وقبل البدء بالمعالجة وارسالها للمختبر واجراء الفحوصات المخبرية اللازمة للحصول على نسبة الخلط بشكل دقيق هذا يساعد في تفسير التغيرات في النشاط البيولوجي داخل المصفوفة خلال مراحل المعالجة المختلفة.

-**خطوات تجهيز السماد** :تم تصنيع السماد وفقاً- Abu Qdais et al 2019 مع بعض التعديلات

3.4-تحضيرالخلطة :

أ- فرز وفصل المواد المتعفنة وذات الروائح الكريهة وتنظيف المواد الاولية من الاوساخ.

ب- جرش مخلفات الاشجار بواسطة جاروشة خاصة.

ج- وزن المخلفات العضوية كالخضار والفواكه المفرزة لتكون اساس بناء كومة السماد وتشكل ما نسبته 70% من الوزن الكلي للكومة اما الاوراق والاغصان المجروشة فتشكل ما نسبته 30%.

د-تحضير الكومة: يتم تحضير الكومة بوزن اجمالي 100 طن ومحتوى رطوبة من 50-60٪. للوصول لهذه النسبة يتم إضافة الماء بعد اكتمال وزن الكومة (100 طن) واغلاقها إلى منطقة المعالجة حيث يتم تقليب الاكوام واضافة المياه بشكل يومي لاستكمال متطلبات عملية التحلل الهوائي ويتم قياس درجة الحرارة والرطوبة بشكل يومي ثم يبدأ التحلل الهوائي للمواد العضوية وتزداد درجة الحرارة داخل الصفوف او الاكوام لتصل (55-65 درجة مئوية ويجب أن تستمر لمدة 8 أسابيع متتالية لضمان تعقيم المادة العضوية وتطورها إلى منتج غني بالعناصر الضرورية وخالي من مسببات الأمراض وحشائش البذور.

هـ -جمع المنتج النهائي وتعبئته في اكياس ويخزن في مكان مظلل بعيدًا عن أشعة الشمس المباشرة.

و-اجراء الفحوصات المخبرية وذلك باخذ العينات وارسالها الى مختبر المركز الوطني للبحوث الزراعية. لتحليل التركيب الكيميائي والخصائص الفيزيائية للمنتج النهائي من حيث المادة العضوية ومحتوى النيتروجين الكلي ونسبة النتروجين للكربون ومحتوى الفسفور والصوديوم والبوتاسيوم وتركيز ايون الهيدروجين والصوديوم ونسبة الرطوبة ونسبة الشوائب"

4- النتائج والمناقشة:

4.1-تقدير نضج وثباتية الكمبوست:

تم الاعتماد على الاختبارات الحسية الظاهرة والفيزيائية لتحديد درجة النضج للسماد منها :

1-عندما اصبح لون السماد قاتم واختفت الروائح الكريهة اعتبر مؤشر نضج وهذا يتوافق مع ما نشر من خلال (Antil et al 2014).

2- تعبئة السماد في كف اليد والضغط عليها وعندما لا يترك اثر فهو قياس مستوى النشفان وهذا يتوافق مع ما نشر بواسطة Antil et al 2014

3-**اختبارالتسخين الذاتي:** يوفر اختبار ديوار مؤشرًا لنضج السماد عن طريق قياس درجة الحرارة بشكل متكرر والسماد الثابت لن يرتفع فوق درجة حرارة 20 درجة مئوية Antil et al 2014

4.2-التحليل الميكروبي:

تبين نتائج التحليل الميكروبي في الجدول رقم (1) خلو الكمبوست المنتج من الاغفان والبكتيريا المعوية الممرضة سالبة التصبغ- وعصوية الشكل Salmonella , E Coli ووجود البكتيريا المحبة للحرارة، وهذا يعود الي درجة حرارة التخمر حيث تصل درجة الحرارة خلال عملية التخمر الى 65 درجة مئوية وهى كافية للقضاء على معظم الميكروبات الممرضة سواء كانت بكتيريا محبة للحرارة المعتدلة او اعفان، وان البكتيريا المتبقية الحية هي من البكتيريا المحبة للحرارة المرتفعة، كذلك يعود هذا الانخفاض الى الفحص الظاهري

للعينات الذي يقوم به العاملون، حيث تستبعد المواد الاولية التي تظهر عليها علامات الفساد او روائح كريهة من الخلطة.

الجدول رقم (1) اعداد الميكروبات في الكمبوست النباتي الناضج

عدد كلي خمائر واعفان	عدد كلى لبكتيريا المحبة للحرارة المعتدلة (TCMB)	عدد كلى لبكتيريا المحبة للحرارة العالية (TCTB)	E–Coli	Salmonella
سلبي	$3x\ 10^4$	(0.00) CFU/g	(0.00) CFU/g	(0.00) CFU/g

المصدر: من اعداد الباحث

4.3–كميات مخلفات الخضروات والفواكه الواردة للمحطة ومصادرها لعام 2021 وعام 2022

بالرغم من انه في العقود الأخيره زاد إنتاج النفايات محليًا وعالميًا بسبب النمو السكاني وتحسين الظروف المعيشية ومن ضمنها مخلفات الخضروات والفواكه والتي تشكل من النفايات الصلبة في الدول النامية (أكثر من 50٪ ومن ضمنها الأردن) وان التنوع في الخضار والفواكه كمواد اولية يعزز من جودة السماد ويصبح المنتج النهائي أفضل فيما يتعلق بالعناصر المغذية ومن الناحيتين الفيزيائية والكيميائية.

كمية المخلفات الموردة لمحطة تصنيع السماد من الاسواق والمزارع والمعابر الحدودية ملخصة بالجدول رقم (2)

الجدول رقم (2) كمية مخلفات الخضار والفواكة والاغصان التي جمعت بالطن في عام 2021، وعام 2022

الشهر	2021			2022		
	مخلفات الخضاروالفواكه بالطن	مخلفات الاشجار بالطن	مخلفات الخضار والفواكه بالطن من المعابر الحدودية	مخلفات الخضاروالفواكه بالطن	مخلفات الاشجار بالطن	مخلفات الخضار والفواكه بالطن من المعابر الحدودية
كانون ثاني	150.26	72.41	43	86.48	25.4	179
شباط	88.1	71.72	248	65.5	24.7	0
آذار	107.14	55.18	20	94.2	25.234	0
نيسان	70.5	71.72	11	111.258	24.234	0
ايار	67.18	82.47	0	96.49	31.72	12.8
حزيران	88.9	55.31	0	106.285	35.78	0
تموز	82.02	33.5	19	91.45	15.37	0
آب	88.22	58.52	0	102.11	20.83	0
ايلول	75.08	9.75	0	80.42	37.3	0
تشرين اول	87.24	34.44	0	111.35	11.29	21.68
تشرين ثاني	95.06	33	0	72.48	27.26	82.5
كانون اول	81.1	27.38	52.72	58.64	28.5	0
	1080.8	605.4	393.72	1076.663	307.618	295.98

المصدر :بلدية اربد الكبرى–محطة السماد

يلاحظ من الجدول (2) بان كمية الخضروات والفواكه والاغصان التي تم ادخالها للمحطة في عام 2021 بلغت 2079.92 طن وان كمية الخضروات والفواكه والاغصان التي تم ادخالها للمحطة في عام 2022 بلغت 1680.26 طن ،وهذه النتائج تبين ان هناك انخفاض في كمية المواد الاولية اليومية الموردة للمحطة وبنسبة انخفاض تقدر ب 19.2 % وقد يعزى انخفاض في الكمية الموردة الى عدم كفاية عدد العاملين في فرق الجمع وانخفاض في عدد الاليات المخصصة لجمع النفايات المفرزة من المصدر.

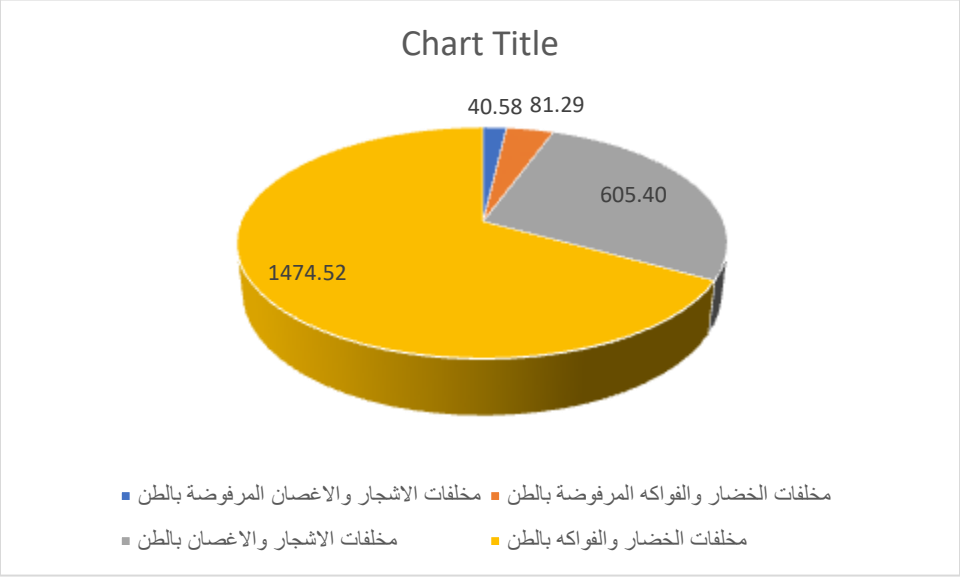
كما يلاحظ من الجدول (2) ان الكميات المدخلة من المعابر الحدودية لعام 2021 و 2022 كانت 689.7طن وتشكل ما مانسبته 31.9 % من المدخلات الخضار والفواكه وتعد هذه النسبة مرتفعة وذات مصدر جيد لتزويد المحطة بالمواد الاولية وذات تكلفة منخفضة للجمع وتعد مصدر ايرادات جيد للبلدية من خلال رسوم بدل اتلاف. وعليه يجب تعزيز الشراكات ما بين البلدية و دائرة الجمارك وشركات التخليص.

ونلاحظ ايضاً من الجدول (2) وجود تذبذب فى كمية مخلفات الخضار والفواكه من الاسواق والمعابر الحدودية التي ادخلت المحطة ،فقد بلغت في شهر شباط 336.1 طن و وعادت وانخفضت بالاشهر الاخرى لتصل الى43.83 طن بشهر تشرين اول، اما بخصوص التذبذب في الكميات ربما يعزى الى عدم جدية فرق الجمع من المصدر.

1- ربع سماد الكمبوست النباتي وكمية المخلفات الغير صالحة للاستخدم لعام2021

يعرف الريع بانه كمية او وزن المواد الاولية المطلوبة لاعطاء كمية معينة من الكمبوسبت اما المخلفات الغير صالحة للاستخدام فهي المخلفات التي تظهر عليها التعفن والرائحة الكريهه وهي ملخصة بالشكل رقم (1)

الشكل رقم (1)



جدول رقم(3) :كمية المواد الاولية المدخلة وكمية الريع لعام 2021

الشهر	2021							
	مخلفات الخضار والفواكه بالطن	مخلفات الاشجار والاغصان بالطن	مخلفات الخضار والفواكه المرفوضة بالطن	مخلفات الاشجار والاغصان المرفوضة بالطن	مخلفات الخضار والفواكه والمعابر الحدودية بعد عملية الفرز بالطن	مخلفات الاشجار والاغصان بعد الفرز بالطن	المواد الاولية للتصنيع (مخلفات الخضار والفواكه + 30% اغصان واشجار) بالطن	السماد المنتج بالطن
كانون ثاني	193.26	72.41	2.27	1.13	190.99	71.28	248.29	38.60
شباط	336.10	71.72	18.68	9.32	317.42	62.40	412.65	60.90
آذار	127.14	55.18	5.14	2.56	122.00	52.62	158.61	22.70
نيسان	81.50	71.72	2.33	1.17	79.17	70.55	102.92	16.10
ايار	67.18	82.47	6.00	3.00	61.18	79.47	79.53	11.93
حزيران	88.90	55.31	6.64	3.32	82.26	51.99	106.93	15.90
تموز	101.02	33.50	6.32	3.15	94.70	30.35	123.11	18.47
آب	88.22	58.52	6.47	3.23	81.75	55.29	106.28	15.94
ايلول	75.08	9.75	3.34	1.67	71.75	8.09	93.27	15.20
تشرين اول	87.24	34.44	6.91	3.45	80.33	30.99	104.43	13.90
تشرين ثاني	95.06	33.00	5.64	2.82	89.42	30.18	116.24	17.44
كانون اول	133.82	27.38	11.55	5.77	122.27	21.61	158.95	24.70
المجموع	1474.52	605.40	81.29	40.58	1393.23	564.82	1811.20	271.77

المصدر: بلدية اربد الكبرى–محطة السماد

يلاحظ من الجدول (3) بان مجموع كميات مخلفات الخضار والاغصان والفواكه من الاسواق والمعابر الحدودية التي رفضت عند وصولها المحطة في عام 2021 بلغ 121.87 طن وبلغت الكميات المتبقية من الخضروات والفواكه من الاسواق والمعابربعد الفرز وبعد اضافة 30% من وزنها اغصان واوراق اشجار 1811.2 طن وكانت كمية السماد المنتج 271.77 طن. وتشكل هذه الكمية ما نسبته حوالي 15 % من الماده الاوليه والتي تعد نسبة منخفضة.

كما نلاحظ من الشكل (1) ان كمية المواد الاولية من الخضار والفواكه التي رفضت في عام 2021 لاسباب متعلقة بظهور علامات التعفن وروائحة كريهة بلغت 81.29 طن اي ما نسبته حوالي % 5.5 وهذا يعزى الى ترك المواد الاولية فترة طويلة قبل توريدها الى المحطة مما يعطي فرصة لنمو الاعفان وتكاثرها وتلفها.

وبين الشكل رقم (1) ان كمية الاغصان والاشجار التي رفضت في عام 2021 بلغت 40.58 طن ويشكل نسبة 6.7% من المخلفات التي تم توريدها الى المحطة بسبب عدم ملاءمتها للتصنيع مثل نبات الواشنطونيا وقد يعزى ذلك الى ضعف معرفة جامعي النفايات المفرزة بانواع الشجر الملائم للتصنيع.

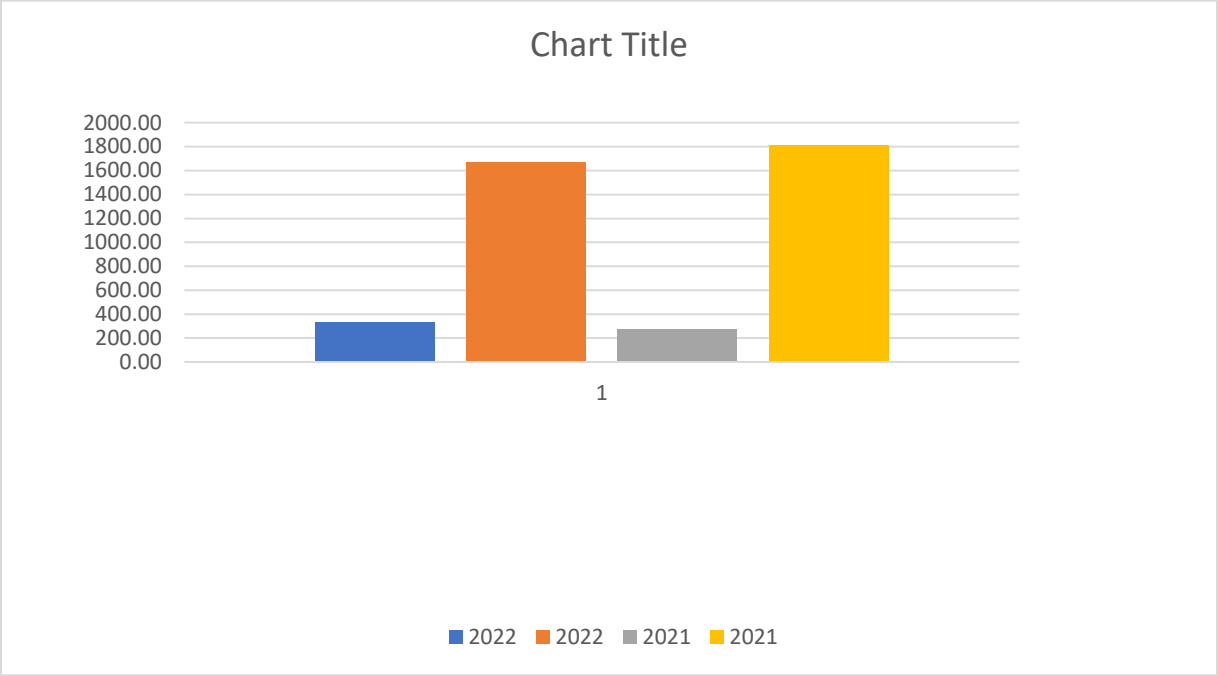
5–ريع سماد الكمبوست النباتي وكمية المخلفات غير صالحة للاستخدم لعام2022

الجدول(4) كمية المواد الاولية المدخلة وكمية الريع لعام 2022

الشهر	2022							
	مخلفات الخضار والفواكه بالطن	مخلفات الاشجار والاغصان بالطن	مخلفات الخضار والفواكه المرفوضة بالطن	مخلفات الاشجار والاغصان المرفوضة بالطن	مخلفات الخضار والفواكه بعد الفرز بالطن	مخلفات الاشجار والاغصان بعد الفرز بالطن	المواد الاولية للتصنيع (مخلفات الخضار والفواكه + 30% اغصان واشجار) بالطن	السماد المنتج بالطن
كانون ثاني	265.48	25.40	61.36	15.34	204.12	10.06	265.36	55.20
شباط	65.5	24.70	0.00	0.00	65.50	24.70	85.15	17.03
آذار	94.2	25.23	6.16	1.54	88.04	23.69	114.45	21.50
نيسان	111.258	24.23	0.00	0.00	111.26	24.23	144.64	29.10
ايار	109.29	31.72	1.79	0.45	107.50	31.27	139.75	26.90
حزيران	106.285	35.78	0.89	0.22	105.40	35.56	137.02	27.40
تموز	91.45	15.37	2.36	0.59	89.09	14.78	115.82	23.80
آب	102.11	20.83	2.34	0.59	99.77	20.24	129.70	26.10
ايلول	80.42	37.30	5.70	1.42	74.72	35.88	97.14	20.20
تشرين اول	133.03	11.29	0.52	0.13	132.51	11.16	172.26	33.60
تشرين ثاني	154.98	27.26	3.86	0.96	151.12	26.30	196.46	38.60
كانون اول	58.64	28.50	5.60	1.40	53.04	27.10	68.95	14.60
	1372.64	**307.62**	**90.58**	**22.64**	**1282.07**	**284.97**	**1666.69**	**334.03**

يلاحظ من الجدول رقم (4) ان كمية مخلفات الخضار والاغصان والفواكه والمعابر الحدودية والاغصان التي رفضت عند وصولها المحطة في عام 2022 بلغت 113.22 طن وبلغت الكميات المتبقية من الخضروات والفواكه من الاسواق والمعابربعد الفرز وبعد اضافة 30% من وزنها اغصان واوراق اشجار 1666.69 طن وكانت كمية السماد االمنتج 334.03 طن. وتشكل هذه الكمية ما نسبته حوالي 20 % من الماده الاوليه.

الشكل (2) يبين كمية المواد الاولية وكمية الريع لعام 2021 وعام 2022



وبمقارنة نسبة كمية السماد المنتج في عام 2022 مع نسبة كمية السماد المنتج في عام 2021 نجد النسبة ارتفعت بمعدل 5% وهذا يعزى الى اختلاف نوع المواد الاولية حيث ان المواد الاولية الداخلة في التصنيع في عام 2021 تحوي نسبة اعلى من المياه كما ان المواد الواردة من المعابر الحدودية كانت في معظمها من مادة البطاطا التي تحوي كميات كبيرة من الماء، اما في عام 2022 كان يتم جمع قشور البرتقال والموز وغيرها من محلات العصائر.

6-تحليل التركيب الكيميائي والخصائص الفيزيائية للكمبوست المنتج:

يعتمد التركيب الكيميائي للسماد الي حد كبير على تركيب المركبات لعضوية الداخلة في عملية التحلل لانتاج السماد العضوي (Hemidat,etal,2018) يبين الجدول رقم (5) ملخص لنتائج التحليل الكيميائي لعينات

السماد (الكمبوست) في عام 2022 حيث توضح النتائج ان نسبة الرماد الكلي بلغت في العينة 36.1% والتي تعبر عن درجة نقاومة المادة وخلوها من الشوائب الغريبة عن المنتج.

جدول رقم 5 التركيب الكيميائي والفيزيائي لسماد الكمبوست في محطة سماد بلدية اربد الكبرى

No	Test Name	Result	Unit
1	PH	8.5	
2	EC	3.9	ds/m
3	Ash	36.1	wt/wt%
4	Moisture	28.9	wt/wt%
5	Organic Matter	35	wt/wt%
6	N	2	wt/wt%
7	P	0.4	wt/wt%
8	K	2.3	wt/wt%
9	CL	0.37	wt/wt%
10	C/N	10:9	
11	Bulk Density	0.6	gm/cm3
12	Ni	10.2	Ppm
13	Cd	0.0012	Ppm
14	Pb	0.013	Ppm

المصدر: المركز الوطني للبحوث الزراعية

نلاحظ ايضا ان نسبة المادة الصلبة الكلية بلغت 71.1% والتي تشمل العناصر الغذائية العضوية بنسبة 35% والمواد اللاعضوية بنسبة 36.1% وهذا يعزى الى ان المواد الاولية من الخضراوات والفواكه غنية بالعناصر الغذائية اللاعضوية مقارنة بالسماد الحيواني الذي يتميز بارتفاع العناصر الغذائية العضوية.

ونلاحظ من الجدول(5)ان نسبة الكربون: النيتروجين C:N بلغت 10:9 وهي نسبة مرتفعة للنيتروجين مقارنة بالنسبة المثالية والتي تبلغ 10:1 – 20:1 وبذلك فإن هناك ارتفاع في عنصر النيتروجين الذي يتحول إلى نيتروجين أمونيا متطايرة والذي يؤثر على نشاط الكائنات الحية الدقيقة.

كما نلاحظ من الجدول(5)ان نسبة الرطوبة في العينة بلغت 28.9% وهي اعلى من حدود المواصفة القياسية الاردنية والتي يجب ان لا تزيد عن 25% ويعتبر ارتفاع الرطوبة في المنتج من العوامل التي تسبب نمو الميكروبات وتكاثرها مما تؤدي الى فساد المنتج بسرعة وبذلك فان العملية التصنيعية للمنتج بحاجة لمراقبة لخفض نسبة الرطوبة.

ونلاحظ من الجدول(5) ان الاس الهيدروجيني pH لسماد الكمبوست بلغت 8.5 وهي اعلى بقليل من حدود المواصفة القياسية الاردنية والتي تبلغ 7.5 وتفضل معظم الأجناس البكتيرية الوسط المتعادل pH 7.5للنمو والتخمير لانه يسهل على النبات الاستفادة من العناصر الغذائية. وعندما يميل السماد للقاعدية يصبح من الصعب امتصاص بعض المركبات مثل الحديد ولذلك يفضل استخدامه للتربة الحمضية، او اضافة مخلفات حامضية التفاعل مثل قشور الحمضيات.

ويبين الجدول (5) الناقلة الكهربائية للكمبوست EC (قياس ملوحة السماد) حيث بلغت 3.9 ملي سمنز/سم وهي ضمن حدود المواصفة الارنية رقم 962\2011 والتي تنص على ان لا يزيد الناقل الكهربائي عن 10 ملي سمنز/سم، ويذلك يمكن استخدام هذا السماد لجميع المحاصيل.

اما بخصوص عنصر النيتروجين والتي بينت الدراسات وجود علاقة وثيقة بين مياه الشرب الملوثة بمشتقات نتروجينية، ومخاطر الاصابة بسرطان البنكرياس والدماغ , Coss, A., et al,2004

فكانت نتائج التحليل الكيمبائي ان النيتروجين الكلي للكيمبوست المنتج بلغ 2.0 وهو ضمن الحد للمواصفة رقم963 لعام 2011, اما بخصوص نسبة عنصر الفسفور بسماد الكمبوست المنتج من مخلفات الخضار والفواكه فقد بلغت 0.4 وهي نسبة منخفظة وتكمن أهمية عنصر الفوسفور في أنه قادر على تقليل الآثار الضارة لزيادة عنصر النيتروجين في التربة، وذلك لأن الزيادة في نسبة الفوسفور تقلل من امتصاص النيتروجين غير العضوي، كما يعمل عنصر الفسفور على التسريع من عملية النضج للنبتة، وبالتالي فهو يعمل كمضاد لعمل وتأثير عنصر النيتروجين الذي يؤدي إلى اتجاه النبات نحو النمو غير السليم. Yang and C.Y. Yang, 2011 تبين نتائج التحليل الكيمبائي ان البوتاسيوم الكلي للكيمبوست المنتج بلغ2.3. وهو اعلى من الحد لمسموح به للمواصفة القياسية رقم963 لعام 2011 والذي يبلغ 0.5 – 0.1

اما بخصوص العناصر المعدنية الثقيلة ذات الطبيعة السمية فقد كانت ضمن حدود المواصفة القياسية المسموح بها رقم 963 لعام 2011

الخلاصة:

ان مخلفات الخضروات والفوكة تعتبر من المخلفات المناسبة للا ستخدام في صناعة الكمبوست كما ان الكمبوست المنتج من استخدامها متطابق مع متطلبات المواصفة القياسية الخاصة بالكمبوست

جدول 6 المواصفة الاردنية 962 \2011 والمواصفة النمساوية للسماد

parameter	*Standard*		
	Jordanian standard (2011/962)	*Austria*	*US EPA (2002)*
C/N	*10:1-20:1*	*< 18:1*	*10:1-20:1*
pH	*7.0 - 8.0*	*6.5 - 8.5*	*5.5 - 8.0*
EC (ds/m)	*N.A*	*1.5 - 3.5*	*2.0 – 13.0*
V.S %	*30 - 70*	*>20*	*20 - 75*
Total (N) %	*1.0 -2.0*	*0.7-1.5*	*1.0 -2.0*
Total (P) %	*0.5 – 0.9*	*0.2-1.5*	*0.1-2.0*
Total (K) %	*0.1 – 0.5*	*0.1 -1.5*	*0.1-2.0*
M.C %	*< 20 @ packaging*	*40 - 55*	*30 - 50*
O_2 %	*>5*	*N.A*	*N.A*
CO_2 %	*< 2.0 – 1.0*	*N.A*	*N.A*
Density kg/m^3	*500 - 700*	*N.A*	*N.A*

شكر وعرفان:

اتقدم بوافر الشكر لبلدية اربد الكبرى والوكالةالالمانية للتعاون الدولي giz على الدعم المقدم لانجاز هذه الورقة البحثية.

الخلاصة :

مخلفات الخضار والفواكه واغصان واوراق الاشجار تعتبر مواد اولية لانتاج السماد النباتي الكمبوست ذو الجودة العالية.

المعابر الحدودية هي مصدر جيد لتزويد المحطة بالمواد الاولية.

انخفضت كمية المواد الاولية الموردة الى المحطة في عام 2022 عما كانت عليه في عام 2021.

التوصيات:

1. ابرام اتفاقيات شراكة مع دائرة الجمارك وشركات التخليص لزيادة كميات المواد الاولية اللازمة لتصنيع السماد النباتي الكمبوست.
2. ابرام اتفاقيات شراكة مع تجار القطاع الخاص ومالكي محلات الخضار والفواكه والمولات لزيادة كميات المواد الاولية.
3. تعزيز فريق الجمع من المصدر في بلدية اربد بالعمالة والاليات.
4. رفع مستوى الوعي البيئي لدى المزارعين والتجار والمواطنين.الجما

المصادر والمراجع

Abu Qdais, H., Wuensch, C., Dornack, C. and Nassour, A. (2019). The role of solid waste composting in mitigating climate change in Jordan. Waste Management & Research, 37(8), pp.833-842.

Antil, R.S., Raj, D., Abdalla, N. and Inubushi, K., 2014. Physical, chemical, and biological parameters for compost maturity assessment: a review. *Composting for sustainable agriculture*, 83-101.

Brinton, W., Evans, M., Droffner, R., & Brinton, W., 1995. A standardized Dewar test for evaluation of compost self-heating. *Biocycle*. 36.

Brinton, W.F., 2000. Compost quality standards and guidelines. *Final Report by Woods End Research Laboratories for the New York State Association of Recyclers.*

Coss, A., et al., Pancreatic cancer and drinking water and dietary sources of nitrate and nitrite. Am J Epidemiol, 2004. 159(7): p. 693-701. 16. Ho, C.K., Y.H.

Hemidat, S., Jaar, M., Nassour, A. and Nelles, M. (2018). Monitoring of Composting Process Parameters: A Case Study in Jordan. Waste and Biomass Valorization, 9(12), pp.2257-2274

Gao, M.; Liang, F.; Yu, A.; Li, B.; Yang, L. Evaluation of stability and maturity during forced-areation composting of chicken manure and sawdust at different C/N ratios. *Chemosphere* 2010, *78*, 614–619. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]

Jakubus, M.; Bakinowska, E.; Gałka, B. The quantitative changes of nutrients in two contrasting soils amended with sewage sludge compost evaluated by various statistical tools. *Acta Agric. Scand. B-S P* 2018, *68*, 39–49. [Google Scholar] [CrossRef]

Khan, M.A.I., Ueno, K., Horimoto, S., Komai, F., Someya, T., Inoue, K., Tanaka, K. and Ono, Y., 2009. CIELAB color variables as indicators of compost stability. *Waste management*, 29(12), 2969-2975.

Kumar, D.S., Kumar, P.S., Rajendran, N.M. and Anbuganapathi, G., 2013. Compost maturity assessment using physicochemical, solid-state spectroscopy, and plant bioassay analysis. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(47), 11326-11331

.Proietti, P., Calisti, R., Gigliotti, G., Nasini, L., Regni, L., and Marchini, A. (2016). "Composting optimization: Integrating cost analysis with the physical-chemical properties of materials to be composted". Journal of Cleaner Production, 137, 1086-1099.

Rashwan, M., Alkoaik, F., Abdel-Razzak, H., Ibrahim, M., Fulleros, R., Shady, M. and Abdel-Ghany, A., 2020. Evaluation of tomato waste compost stability and maturity using CIELAB color indicator. *Journal of Plant Nutrition*, 43 (10), pp.1427-1437.

-Shatnawi, R.S. (2018). "Solid-waste management: Classification and public perception on management options at Applied Science University". Jordan Journal of Civil Engineering, 12 (3), 379-388

Sullivan, D.M. and Miller, R.O., 2001. Compost quality attributes, measurements, and variability. *Compost utilization in horticultural cropping systems*, 95-120.

Venelampi, O., Vikman, M., Kapanen, A. and Itävaara, M., 2010. Methods and Procedures to Assess Compost Maturity and Stability. *Compost Science & Utilization*, 18 (3), 174-183.

Thomas C.L.; Acquah, G.E.; Whitmore, A.P.; McGrath, S.P.; Haefele, S.M. The effect of different organic fertilizer on yield and soil and crop nutrient concentrations. *Agronomy* 2019, *9*, 776. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version

WRAP, 2015, Banbury, Literature review: Compost stability impact and assessment, Prepared by Dimambro, ME., Steiner, J., Rayns, F., Wallace, P

Wu, L., Ma, L.Q. and Martinez, G.A., 2000. Comparison of methods for evaluating stability and maturity of biosolids compost. *American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America.* 29 (2), 424-429

محمد سالم إبراهيم , ثناء النوبى أحمد سليم .– سامى السعيد على ,سهام أحمد عبد الحميد. لتقييم المالى لمشروع إنتاج سماد الكمبوست بواحة سيوة , 0) معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس, المجلد الرابع وألربعون، الجزء الثاني, 491