**وزارة التعليم العالي والبحث العلمي**

**جـــامـعـة قاصدي مرباح ورقـلـــــة**

**كلية الرياضيات وعلوم المادة**

**قسم الكيمياء**

**مذكرة مقدمة من اجل نيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء**

التخصص: كيمياء المحيط

**من إعداد: غانية دنيا**

**بعنوان**

# *تثمين المخلفات العضوية لتحضير كمبوست ودراسة خواصه الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية*

**نوقشت علنا يوم: 2020/09/21**

**أمام لجنة المناقشة**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **هادف الدراجي** | **أستاذ محاضر(ا)** | ***جامعة قاصدي مرباح ورقلة*** | **رئيسا** |
| **بلفار محمد الاخضر** | **أستاذ محاضر(ا)** | ***جامعة قاصدي مرباح ورقلة*** | **مناقشا** |
| **شاوش خولة** | **أستاذ مساعد(ا)** | ***جامعة قاصدي مرباح ورقلة*** | **مؤطر** |

**الموسم الجامعي:2020/2019**

بسم الله الرحمن الرحيم

# اهداء

بسم الله وحمده والصلاة والسلام على من لا نبي بعده

محمد صلى الله عليه وسلم

بعد إتمام هذا العمل المتواضع لله بمعنى الكلمة أحمد الله عز وجل،

فاتح الأبواب وميسر الصعاب والهادي إلى الصواب، نحمده ونشكره لنكون

ممن قال فيهم الله تعالى

﴿ وإذ تأذن ربكم لئن شكرتم لأزيدنكم ولئن كفرتم إن عذابي لشديد ﴾

وبعد ما رست سفينة هذا البحث على شواطئ الختام لله بمعنى الكلمة أهدي

ثمرة هذا الجهد المتواضع إلى من قال فيهم الله تعالى

﴿ وقضى ربك ألا تعبدوا إلا إياه وبالوالدين إحسانا ﴾ الإسراء الآية (23)

وجميع من قدم المساعدة لإتمام هذا العمل

# شكر وعرفان

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

﴿ فاذكروني أذكركم واشكروا لي ولا تكفرون ﴾

الحمد لله حمدا كثيرا والشكر له بكرة وأصيلا على نعمة الحياة

بداية وعلى كل النعم ختاما ومن نعمه أن اصطفاني وجعلني من طلبة العلم

النعمة التي يحسد عليها كل إنسان ويتمناها كل الناس

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم ﴿ من لم يشكر الناس لم يشكر الله ﴾

فيسرني التوجه بالشكر الخالص إلى أعضاء لجنة المناقشة الذين قبلوا مناقشة هذا العمل وإثرائه بآرائهم وملاحظاتهم

الأستاذ الهادف دراجي محاضر(ا) لقبوله ترأس اللجنة والأستاذ بلفار محمد الاخضر محاضر(ا) مناقشا

والأستاذة شاوش.خ. مساعد(ا) مؤطرة .

كما أقدم امتناني لعمال مخبر ADE بورقلة واختص بالذكر عيشة ونشيدة على المساعدة والتوجيه

وتوفير الوقت والوسائل.

والشكر إلى كل من ساعدني في انجاز هذا العمل من قريب أو بعيد

وكل زميلاتي وأساتذتي بجامعة قاصدي مرباح.

# قائمة الجداول


| الرقم | العنوان | الصفحة |
|---|---|---|
| 1 | يبين قدرة الجزائر على تثمين النفايات | 11 |
| 2 | يمثل الفرق بين الأسمدة العضوية والكيميائية | 16 |
| 3 | يمثل الطريقة الأولى يدوية بدون أجهزة (يسمى كمبوست منزلي) | 19 |
| 4 | يمثل الطريقة الثانية نصف آلية تتدخل الأجهزة في بعض المراحل فقط (يسمى كمبوست المزارع) | 20 |
| 5 | يمثل الطريقة الثالثة آلية بشكل كامل في مصانع متطورة مكلفة في إنشائها (يسمى صناعي) | 21 |
| 6 | يمثل المراحل التي يمر بها الكمبوست الهوائي | 25 |
| 7 | يحدد نسبة الرطوبة و الطريقة المتبعة لتحديد كمية الماء اللازمة حسب حالة الخليط | 37 |
| 8 | يمثل نوع المخلفات العضوية المستعملة | 43 |
| 9 | يمثل تدرج المواد العضوية من حيث سرعة تفككها ومدى ملاءمتها للأسمدة | 43 |
| 10 | يمثل قيم الدليل الهيدروجيني | 47 |
| 11 | يمثل قيم الناقلية الكهربائية | 47 |
| 12 | يمثل يمثل نسبة المادة العضوية | 48 |
| 13 | يمثل نسبة الكربون العضوي | 48 |
| 14 | يمثل تركيز العناصر الكبرى والصغرى | 49 |
| 15 | نتائج الكشف عن المسببات المرضية | 49 |

# قائمة الأشكال


| الرقم | العنوان | الصفحة |
|---|---|---|
| 1 | أنابيب صرف الغاز و الشكل النهائي لحوض مركز ردم تقني. | 10 |
| 2 | نسب مكونات النفايات المنزلية بالجزائر | 12 |
| 3 | يوضح العناصر الكبرى التي يحتاجها النبات | 14 |
| 4 | يمثل الأسمدة بنوعيها صناعية وعضوية | 15 |
| 5 | نموذج تخطيطي لوحدة انتاج الغاز | 19 |
| 6 | يمثل الأحياء الدقيقة الهوائية المفككة للمواد العضوية | 24 |
| 7 | يمثل تغيرات درجة حرارة الكمبوست 1 بدلالة الأيام | 45 |
| 8 | يمثل تغيرات درجة حرارة الكمبوست 2 بدلالة الأيام | 45 |
| 9 | يمثل وزن و مردود الكمبوست | 46 |

# قائمة الصور


| رقم | العنوان | الصفحة |
|---|---|---|
| 1 | تمثل معالجة المخلفات الزراعية بالحرق | 8 |
| 2 | نموذج لمحرقة نفايات | 8 |
| 3 | وحدة إنتاج غاز الميثان (البيوغاز) | 19 |
| 4 | تمثل بعض أشكال أوعية الكمبوست المنزلي | 20 |
| 5 | تمثل مخلفات زراعية قبل وبعد أن تم تحويل الى كمبوست | 20 |
| 6 | تمثل نماذج محطات صناعة الكمبوست | 21 |
| 7 | تمثل طرق تقليب الكمبوست صناعي | 21 |
| 8 | تمثل اسطوانات التخمير | 21 |
| 9 | تبخر الماء نتيجة ارتفاع في درجات الحرارة | 21 |
| 10 | تمثل طرق تقليب الكمبوست الصناعي | 23 |
| 11 | دلو | 28 |
| 12 | شبكة | 28 |
| 13 | خلاط كهربائي | 28 |
| 14 | محرار زئبقي | 28 |
| 15 | المواد المستعملة في كمبوست المزارع | 29 |
| 16 | آلة الفرم | 29 |
| 17 | جرار | 29 |
| 18 | عربة يدوية | 29 |
| 19 | مجرفة | 29 |
| 20 | ميزان | 29 |
| 21 | محرار الكتروني | 29 |
| 22 | مواد الكمبوست المنزلي مطحونة | 34 |

| | | |
|---|---|---|
| 23 | سعف مطحون و كرناف مطحون | 34 |
| 24 | تمثل غمر مخلفات النخيل في حوض الماء | 34 |
| 25 | تمثل كيفية الوضع للمكونات داخل الدلو | 34 |
| 26 | تمثل طريقة فرش المصفوفة | 34 |
| 27 | طريقة تقليب الكمبوست (منزلي _ مزرعة) | 35 |
| 28 | تهوية المصفوفة | 35 |
| 29 | تمثل تطورات الكمبوست | 35 |
| 30 | نواتج الغربلة | 36 |
| 31 | حالات تحديد نسبة الرطوبة | 37 |
| 32 | تجربة أولى | 39 |
| 33 | فطر من نوع coprinus comatus | 44 |
| 34 | تمثل نتائج تجربة الكمبوست 1 على البقدونس 2020/03/20 | 50 |
| 35 | تمثل نتائج تجربة الكمبوست 1 على البقدونس 2020/05/05 | 50 |
| 36 | تمثل نتائج تجربة الكمبوست 1 و 2 على الشعير 2020/09/15. | 51 |

# قائمة المختصرات

| الاختصار | التسمية | |
|---|---|---|
| OMS | Organisation mondiale de la santé | المنظمة العالمية للصحة |
| CET | Centre d'enfouissement technique | مركز الردم التقني |
| NPK | nitrogène phosphore potassium | نتروجين فوسفور بوتاسيوم |
| MO | Matière Organique | المادة العضوية |
| CE | Conductivité électrique | الناقلية الكهربائية |
| pH | Potentiel Hydrogène | الأس الهيدروجيني |
| ECN | European Compost Network | شبكة السماد الأوروبي |
| CFU | Colony Forming Unit | وحدة تكوين المستعمرات |

# الفهرس


| الرقم | العنوان | الصفحة |
|---|---|---|
| | إهداء | |
| | شكر وعرفان | |
| | قائمة الجداول | |
| | قائمة الأشكال | |
| | قائمة الصور | |
| | قائمة المختصرات | |
| | مقدمة عامة | |
| | الجزء النظري | |
| I | الفصل الأول: مفاهيم عامة حول النفايات الصلبة وطرق معالجتها | |
| 1 | مفهوم النفايات | 4 |
| 1.1 | حسب منظمة الصحة العالمية | 4 |
| 2.1 | حسب القانون الجزائري | 4 |
| 2 | أنواع النفايات | 4 |
| 1.2 | تصنيف حسب القانون الجزائري | 5 |
| 2.2 | تصنيف حسب الجمعية البرلمانية من اجل الاتحاد المتوسط | 5 |
| 3 | طرق معالجة النفايات | 5 |
| 1.3 | الطريقة الأولى: تصدير النفايات | 6 |
| 2.3 | الطريقة الثانية: الحرق | 6 |
| 1 | تعريف عملية الحرق | 6 |
| 2 | نوع النفايات الموجهة للحرق | 6 |
| 3 | العوامل الأساسية لعملية الحرق | 6 |
| 4 | فوائد عملية الحرق | 7 |
| 5 | مساوئ عملية الحرق | 7 |

| | | |
|---|---|---|
| 6 | أسباب عدم الحرق بالجزائر | 7 |
| 3.3 | الطريقة الثالثة: الردم التقني | 8 |
| 1.3.3 | تعريف عملية الردم التقني | 8 |
| 2.3.3 | مفهوم مركز الردم التقني | 8 |
| 3.3.3 | أصناف مراكز الردم التقني | 8 |
| 4.3.3 | من شروط مراكز الردم التقني | 9 |
| 5.3.3 | ايجابيات الردم التقني | 9 |
| 6.3.3 | نسب إنتاج النفايات الصلبة المنزلية في الجزائر | 9 |
| 4.3 | الطريقة الرابعة: استرجاع وإعادة التدوير | 10 |
| 1.4.3 | مفهوم استرجاع وإعادة التدوير | 10 |
| 2.4.3 | المواد القابلة للتدوير والاسترجاع | 10 |
| 3.4.3 | فوائد عملية التدوير | 11 |
| 4.4.3 | أعادة التدوير و الاسترجاع في الجزائر | 11 |
| 5.3 | الطريقة الخامسة: التسميد | 12 |
| 1.5.3 | النفايات القابلة للتسميد | 12 |
| 2.5.3 | الاستفادة من النفايات العضوية في الجزائر لصناعة الأسمدة | 12 |
| II | الفصل الثاني: المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية | 13 |
| 1 | تعريف الأسمدة | 14 |
| 2 | أسباب استعمال الأسمدة | 15 |
| 3 | أنواع الأسمدة | 15 |
| 2.3 | الفرق بين السماد المتحلل(كمبوست) وغير المتحلل | 17 |
| 4 | مفهوم مصطلح الكمبوست (compost) | 17 |
| 5 | تعريف الكمبوست | 17 |
| 1.5 | الكمبوست اللاهوائي | 18 |
| 1.1.5 | استخدامات الكمبوست اللاهوائي | 18 |
| 2.5 | الكمبوست الهوائي | 19 |
| 1.2.5 | أصناف الكمبوست الهوائي | 19 |
| 2.2.5 | العوامل المؤثرة في تحلل مكونات الكمبوست | 22 |

| | | |
|---|---|---|
| 3.2.5 | دور الأحياء الدقيقة داخل كومة الكمبوست | 24 |
| 4.2.5 | المراحل التي يمر بها الكمبوست | 25 |
| | الجزء تطبيقي | |
| III | الفصل الثالث: المواد والطرق المستعملة | 26 |
| 1 | مكان العمل | 27 |
| 2 | المواد والوسائل المستعملة | 27 |
| 3 | طريقة العمل لتحضير الكمبوست | 30 |
| 4 | طرق التحليل | 36 |
| 1.4 | المراقبة في الموقع | 36 |
| 5 | تقيم نضج السماد | 37 |
| 1.5 | أخد العينات | 38 |
| 2.5 | تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعينات | 38 |
| 3.5 | تحديد الخواص الميكروبيولوجية | 38 |
| 6 | تجربة الكمبوست | 39 |
| IV | الفصل الرابع: النتائج والمناقشة | |
| 1 | نتائج المراقبة في الموقع | 42 |
| 1.1 | المراقبة البصرية | 42 |
| 1.2 | اختبارات درجة الحرارة | 44 |
| 2 | نتائج الخواص الفيزيائية والكيميائية | 46 |
| 3 | الخواص الميكروبيولوجية | 49 |
| 4 | نتائج تجربة الكمبوست | 50 |
| | الخلاصة العامة | 53 |
| | المراجع | |
| | الملاحق | |
| | الملخص | |

المقدمة العامة

## المقدمة.

إن زيادة عدد السكان، والتطور الكبير الذي حصل في القرن الماضي أدى إلى زيادة كمية النفايات المتولدة بنسبة كبيرة نتيجة النشاطات البشرية لتصبح من أهم قضايا العصر، وهذا ما جعل الحاجة ملحة إلى البحث عن الطرق المناسبة من أجل التخلص من هذا الكم الهائل من النفايات.

في الماضي كان الناس يتخلصون من نفاياتهم عن طريق الطمر، حيث أن مساحات كبيرة من الأراضي استخدمت من أجل طمر النفايات لكن مع التوسع السكاني ظهر نقص في الأراضي إضافة إلى الوعي البيئي بالمخاطر الناجمة عن هذه العملية، أدى إلى البحث عن طرق بديلة أكثر فعالية وأكثر اقتصادية لمعالجة النفايات والتخلص الجذري منها تتناسب مع تركيبة النفايات. في معظم الدول النامية ومنها الدول العربية تعتبر النفايات البلدية نفايات عضوية، حيث يشكل المحتوى العضوي نسبة تصل حتى 70%من تركيب تلك النفايات، في الجزائر على سبيل المثال تشكل النفايات العضوية نسبة تفوق 54 % من كمية النفايات البلدية المتولدة يوميا.

## الإشكالية.

تظهر الجزائر في هذا المجال كدولة من دول العالم الثالث التي مازالت تعاني من مشكلة سوء تسيير النفايات الصلبة، فرغم وضع جملة من القوانين المتعلقة بتسيير النفايات, نذكر منها على سبيل المثال

القانون 01 – 19 والمتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها وإزالتها، إلا أنها لا تزال متأخرة بأشواط نتيجة للعديد من المشاكل استنادا إلى التقديرات المقّدمة من قبل المدير العام للوكالة الوطنية للنفايات، فإن كمية النفايات المنزلية تمثل 75 % في المائة من إجمالي النفايات من جانب آخر تقّدر حصة المواطن الجزائري كمعّدل يومي ب1.2 كغ في المدن الكبيرة، ومن بين 0.5 – 0.8 كغ في المدن المتوسطة والصغيرة .

شهدت الجزائر تزايد في كمية النفايات المنزلية من 202 كلغ للفرد سنويا عام 1980 الى 322 كغ للفرد سنويا عام 2019 [38] وهو بالتالي من بين أعلى المستويات في منطقة شمال إفريقيا التي تقّدر معدلات إنتاج النفايات فيها مابين 170 – 190 كغ سنويا.[14]

كما أن اغلب النفايات أو مخلفات الزراعية يكون مصيرها الحرق دون وضع خطط لاستغلالها، وهذا نتيجة التنظيم القانوني لتسير النفايات في الجزائر الذي لم يصنف النفايات الزراعية كصنف مستقل رغم ما تشكله من مشاكل، إذ تم إدراجها بحسب طبيعتها تارة ضمن النفايات المنزلية عندما يتعلق الأمر بالنفايات العضوية وتارة ضمن النفايات الصناعية وغيرها.

وحسب ما صرح به المدير العام للوكالة الوطنية للنفايات هذا ما أدى أن الجزائر تضيع سنويا 38 مليار دينار في عدم استغلال هذه النفايات القابلة للاسترجاع كأسمدة لاستصلاح الأراضي الفلاحية وبالمقابل يتم تكديسها في مراكز الردم التقني أو تحرق داخل المزارع بالنسبة للمخلفات الزراعية .[16]

وهنا نطرح السؤال:

- كيف يمكن معالجة مشكلة النفايات العضوية واستغلالها لتحويلها الى ثروة بيئية و اقتصادية.

## الهدف من الموضوع.

- أهداف ذات جانب بيئي:

المحافظة على البيئة من ظاهرة التلوث، إطالة عمر مراكز الردم التقني، تشجيع الزراعة العضوية، الحفاظ على صحة المواطن من مخاطر التلوث والاستفادة من غذاء عضوي.

- أهداف ذات جانب اقتصادي:

الحد من استيراد الأسمدة الكيماوية، إثراء الأراضي بالعناصر الغذائية، تشجيع إقامة مشاريع لتصنيع الكمبوست، توفير مناصب عمل.

## أسباب اختيار الموضوع.

إن الوضع البيئي الراهن يحتم علينا الاهتمام بجدية اكبر لإيجاد حلول فعالة واقل ضررا.

وفي دراستنا هذه نسلط الضوء على نوع محدد من النفايات وهي النفايات العضوية، فهي دراسة حول طرق تثمين النفايات العضوية المنزلية والزراعية عن طريق التحلل الهوائي.

تم إتباع خطة عمل مقسمة الى جزئيين:

الجزء النظري: نقدم فيه مفاهيم عامة حول النفايات وطرق التخلص منها بالإضافة الى التعريف بأنواع الأسمدة والفرق بينها.

الجزء تطبيقي: يلخص طرق العمل لتحضير نوعين من الكمبوست المنزلي والمزرعة و مناقشة الملاحظات والنتائج المتحصل عليها.

# الجزء النظري

# مفاهيم عامة حول النفايات الصلبة وطرق معالجتها

# I . مفاهيم عامة حول النفايات الصلبة وطرق معالجتها.

## 1. مفهوم النفايات.

نجد أن النفايات محل اهتمام الكثيرين في هذا العصر فتعددت مفاهيمها و تعاريفها.

### 1.1 حسب منظمة الصحة العالمية (OMS).

يقصد بالنفاية المخلفات أو القمامة أو القاذورات وهي بعض الأشياء التي يصبح صاحبها لا يريدها في مكان ما وفي وقت ما،وأصبحت ليست لها أهمية أو قيمة، و يعرفها البعض بأنها مواد عديمة الفائدة ولا يحتاجها الإنسان ويجب التخلص منها ومن وجهة نظر البيئة تعتبر خطرا ابتداء من الوقت الذي تحدث علاقة بينها وبين البيئة.[1]

### 2.1 حسب القانون الجزائري.

تعرف النفاية حسب القانون 01-19 على أنها البقايا الناتجة عن عمليات الإنتاج أو التحويل أو الاستعمال وبصفة عامة كل مادة أو منتج وكل منقول يقوم المالك أو الحائز عليه بالتخلص منه وإزالته . [2]

## 2. أنواع النفايات.

إن تصنيف النفايات يسمح لنا بالتعرف على النفايات وتحديد الطرق المثلى لمعالجتها ،ولإحصاء كامل لأنواع النفايات يجب علينا إتباع تصنيف معين ويكمن المشكل في أنه يمكن لنوع محدد من النفايات أن يصنف عدت تصنيفات وذلك حسب المعيار الذي يأخذه في تصنيف خاص.

### 1.2 تصنيف حسب القانون الجزائري.

الإصدار رقم: 01-19 المؤرخ في 27 رمضان 1422 الموافق لـ 12 ديسمبر 2001، الذي يتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها وإزالتها إلى:

- ✓ النفايات الخاصة بما فيها النفايات الخاصة الخطيرة.
- ✓ النفايات المنزلية وما شابهها.
- ✓ النفايات الهامدة.[2]

## 2.2 تصنيف حسب الجمعية البرلمانية للاتحاد من أجل المتوسط.

**1.2.2 نفايات التغليف** : مثل البلاستيك والورق وغيرها.

**2.2.2 النفايات السريرية:** ويقصد بها النفايات الناتجة عن الرعاية الصحية وهي نفايات خطيرة كونها قد تحمل العدوى وجراثيم خطيرة.

**3.2.2 النفايات الزراعية:** وهي فضلات البساتين والحدائق وكل ما ينتج عن الأنشطة الزراعية وتشمل أيضا المخصبات والمبيدات.

**4.2.2 النفايات الكهربائية الالكترونية** : وهي نفايات عصرية وبدأت في التزايد بكثرة في السنوات الأخيرة وهي عبارة عن أجهزة تالفة وتحتوي على مواد خطرة كالمعادن الثقيلة فقد تجد 60 مادة في الإلكترونيات المركبة، لأنها تعتمد في تصنيعها على العديد من المواد الأولية.

**5.2.2 النفايات الصناعية** : وهي مخلفات الصناعة كمخلفات التعدين والمعالجة ومنها عدة أصناف:

- نفايات سامة.
- نفايات كيميائية.
- نفايات صلبة صناعية.
- نفايات صلبة بلدية.

**6.2.2 نفايات المنازل الخطرة** : وهي المواد التي تجمع من المنازل ونجد فيها مواد سامة أو قابلة للاشتعال مثل بقايا الطلاء ومواد التنظيف والزيوت والبطاريات والمبيدات الحشرية، والتي تحتاج إلى عناية كبيرة عند التخلص منها.[3]

**3. طرق معالجة النفايات:** يتم اختيار طرق معالجة النفايات حسب تركيبها و المناخ في تلك المنطقة و هي كما يلي خمسة طرق :

- ✓ التصدير.
- ✓ الحرق.
- ✓ الردم التقني.
- ✓ أعادة التدوير و الاسترجاع.
- ✓ التسميد.

## 1.3 الطريقة الأولى: تصدير النفايات.

يتم استعمال هذه الطريقة خاصة في النفايات المشعة لما لها من أضرار كبيرة تستغل الدول الكبرى المتقدمة الوضع لتصدير نفاياتها الى الدول النامية مقابل مبالغ مالية لتدفن نفاياتها داخل أراضيها ، أوفي حالات الحروب وتكون هذه العملية دون مقابل مادي .

من بين أشهر الصفقات هي اتفاقية دولة غينيا على استقبال 15 ألف طن من نفايات الولايات المتحدة أمريكية مقابلة مبلغ 120 مليون دولار سنويا. [4]

## 2.3 الطريقة الثانية: الحرق.

### 1. تعريف عملية الحرق.

هو عملية حرارية تتمثل في التهديم التام للنفايات وتحويلها إلى مواد بسيطة تحت تأثير درجة حرارة عالية والأكسجين،كما تسمح هذه الطريقة لتقليص حجم النفايات حتى 90% حسب محتواها وتحويلها إلى غاز وحرارة.

### 2. نوع النفايات الموجهة للحرق.

هي النفايات التي لا يمكن إرجاعها أو دفنها في مراكز الردم التقني مثل: النفايات المنزلية الملوثة، نفايات العلاج والجراحة، نفايات المذابح، الأغذية الفاسدة...الخ [5]

### 3. العوامل الأساسية لعملية الحرق.

هناك شروط أساسية يجب احترامها لكي تتم عملية الاحتراق على أكمل وجه في ( حجرة الاحتراق ).

- **درجة الحرارة** : بالنسبة للمواد العضوية البسيطة تستوجب درجة حرارة ما بين 800 – 900° مئوية لضمان أكسدة تامة ( حرق تام ) أما بالنسبة للمواد الأكثر تعقيدا تتطلب درجة حرارة اكبر من 1000° مئوية ، لتجنب تشكل مركبات جد سامة مثل DIOXINE.

- **مدة الاحتراق:** يجب أن تكون كافية للسماح بالحرق التام للنفايات في الغالب مدة الاحتراق من 1الى 2 ساعة كافية للحرق النفايات العضوية البسيطة ، أما بالنسبة للمواد العضوية المعقدة تصل الى 4 ساعات.

- **الدوران:** يسمح بالمحافظة على تجانس الخليط الغازي وتجنب نقص في الأكسجين وخلق مناطق باردة تنقص من سرعة عملية الحرق ، النفايات تخلط وتدار بواسطة وسائل أوتوماتيكية.

## 4. ايجابيات عملية الحرق.

- ✓ تنقص من حجم النفايات إلى 90%
- ✓ تنقص من وزن النفايات إلى 60%
- ✓ القضاء على جميع العوامل الممرضة والناقلة للأمراض بتأثير درجة الحرارة العالية أي يلعب دور المعقم
- ✓ استخلاص الطاقة: يمكن استخدام الطاقة الحرارية في تموين المناطق السكنية، وتوليد الطاقة الكهربائية.
- ✓ الرماد: يستعمل في تعبيد الطرقات، وردم الأماكن المنخفضة.[5][7]

## 5. سلبيات عملية الحرق.

ينتج عن حرق 1طن من النفايات 4000 – 5000 م$^3$ من الغازات تتكون أساسا من $H_2O$ و $CO_2$ إضافة إلى بعض الغازات الضارة. [5]

## 6. أسباب عدم الحرق بالجزائر.

إن الجزائر لا تفضل استعمال تقنية الحرق حسب رأي " السيد طاهر طولبة " نائب مدير النفايات الحضرية في وزارة التهيئة والإقليم والبيئة ، وذلك راجع لأسباب اقتصادية وتقنية منها:

- ✓ إن النفايات في الجزائر تمتاز برطوبة عالية كلما كانت نسبة الرطوبة عالية كلما كانت نسبة المواد العضوية كبيرة ( 70 – 75 % ) بالتالي تكون القدرة الحرارية منخفضة .
- ✓ الأفران تتطلب درجة حرارة عالية ما بين 1700 – 1800° مئوية لتجنب تشكل غازات (DIOXINE).
- ✓ فرن لحرق 2000 طن/ يوم من النفايات يكلف 150 – 200 مليون يورو.
- ✓ يقدر حرق 1 طن من النفايات في الدقيقة بـ : 5000 دج مقابل 4000 دج إذا قمنا بعملية الدفن.
- ✓ استخلاص طاقة الكهرباء من الحرق مكلف أكثر من ذلك المولد من شركة "Sonelgaz".[8]

◥ لكن رغم هذا فان اغلب النفايات أو مخلفات الزراعية يكون مصيرها الحرق وهذا راجع لكمياتها المتزايدة وعدم توجيهها للاستغلال الجيد مثل تحويلها لأسمدة زراعية، وهذا نتيجة أن التنظيم القانوني لتسير النفايات في الجزائر لم يصنف النفايات الزراعية كصنف مستقل رغم ما تشكله من مشاكل، إذ تم إدراجها بحسب طبيعتها تارة ضمن النفايات المنزلية عندما يتعلق الأمر بالنفايات العضوية وتارة ضمن النفايات الصناعية وغيرها.

**الصورة 1: تمثل معالجة المخلفات الزراعية بالحرق[5]**

**الصورة 2: محرقة نفايات.[8]**

## 3.3 الطريقة الثالثة: الردم التقني.

### 1.3.3 تعريف عملية الردم التقني.

تعرف عملية الرد التقني للنفايات الصلبة بأنها أسلوب علمي معاصر يتم ضمنه تجنب أكبر قدر ممكن من المخاطر الجانبية التي تحدث نتيجة التخلص التقليدي للنفايات وتعتبر هذه العملية من أكثر الطرق استخداما لاسيما في دول العالم الثالث، فهي عملية تهدف إلى تقليص واحتواء حجم النفايات الصلبة إلى أقل حجم ممكن للحد من الأضرار البيئية الناجمة عنها، ومنه تلقى مراكز الدفن التقني رواجا كبيرا.[9]

### 2.3.3 مفهوم مركز الردم التقني (CET).

هو كل مركز مهيأ و مشغل بطريقة تسمح بدفن النفايات دون الأضرار بالبيئة و لا صحة المواطنين،حيث يتم طمر النفايات في حفر ترابية كبيرة ويتم تغطيتها بطبقة من التربة بهدف امتصاص الرطوبة والتقليل من انتشار الروائح و القوارض والحشرات وتستعمل المعدات الثقيلة لضغط هذه الطبقة إلى اقل سمك ممكن وتستمر هذه العملية بالتناوب بين طبقات من نفايات والتراب الى غاية امتلاء الحوض.[10]

### 3.3.3 أصناف مراكز الردم التقني .

الصنف 1 : وهي مراكز الردم لمعالجة النفايات الخطيرة

الصنف 2 : وهي مراكز الردم الموجهة لمعالجة النفايات المنزلية والنفايات المشابهة لها

الصنف 3 : وهي مراكز الردم الموجهة لمعالجة النفايات الصناعية ( النفايات الخاصة و النفايات الطبية ... وغيرها..) [11][12]

### 4.3.3 من شروط مراكز الردم التقني.

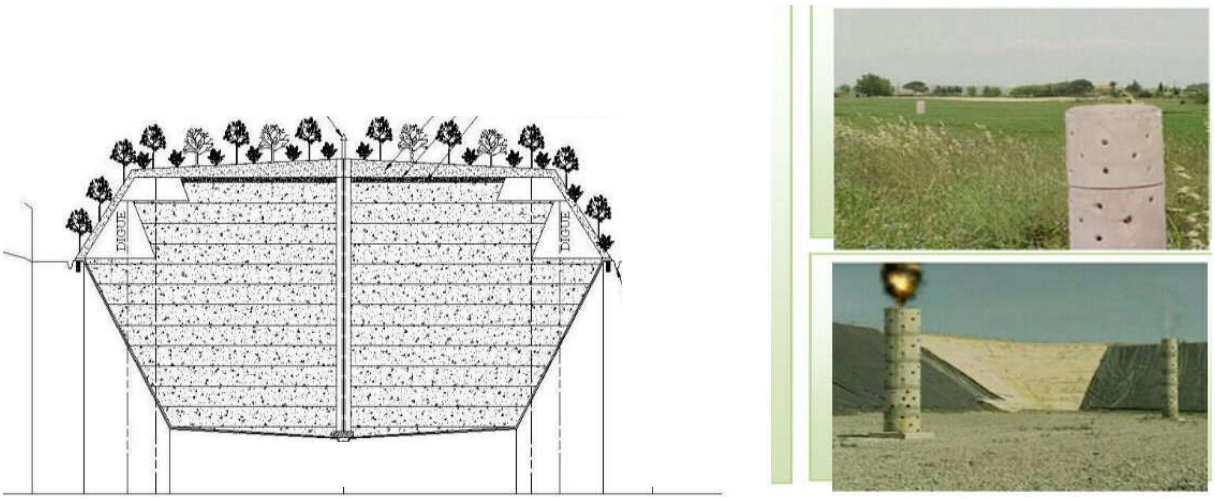
- ✓ البعد عن المناطق السكانية أكثر من 200 م.
- ✓ الأخذ بعين الاعتبار اتجاه التوسع العمراني لضمان عدم وصوله إلى المركز.
- ✓ ان تكون تربة المركز ملائمة لنوع النفايات مع إقامة قاعدة عازلة بحاجز بلاستيكي.
- ✓ أن يجهز بنظام لصرف و استرجاع العصارة والغازات الناتجة عن النفايات.

### 5.3.3 ايجابيات الردم التقني.

- ✓ يعتبر طريقة جيدة مع تكلفة اقتصادية منخفضة ومضمونة صحيا.
- ✓ استيعاب كميات كبيرة من النفايات باستعمال أسلوب الضغط.
- ✓ الاستفادة من مناطق التشجير.
- ✓ استغلال غاز الميثان الناتج لتوليد الطاقة.

### 6.3.3 نسب إنتاج النفايات الصلبة المنزلية في الجزائر.

حسب إحصائيات الوكالة الوطنية للنفايات فان كل جزائري ينتج 322 كلغ من النفايات المنزلية سنويا ضمن استهلاكياته اليومية للمواد الغذائية و المواد الأخرى وتقدر حصة الفرد الجزائري في اليوم الواحد ب 1.2 كلغ في المدن الكبرى و بحيث تقدر ب 0.5 الى 0.8 كلغ في المدن المتوسطة والصغيرة و حسب نفس الإحصائيات فان الفرد في الجزائر يمثل مستويات عليا في انتاج النفايات المنزلية في منطقة شمال إفريقيا، معدلات إنتاج النفايات المنزلية في هذه البلدان ما بين 170 و 190 كلغ سنويا للفرد الواحد. كما إن كمية النفايات المنتجة في الجزائر سنويا تفوق 13.6 مليون طن، و يجدر الإشارة إلى ان الجزائر هي من اكبر الدول المستهلكة للأكياس البلاستيكية عالميا حيث يتم استعمال ما بين 6.0 و7.5 مليار كيس بلاستيكي سنويا في الجزائر. [13]



**الشكل 1: تمثل أنابيب صرف الغاز و الشكل النهائي لحوض مركز الردم التقني CET.[10]**

## 4.3 الطريقة الرابعة: الاسترجاع وإعادة التدوير.

### 1.4.3 مفهوم الاسترجاع وإعادة التدوير:

تعتبر هذه الطريقة مؤشر للمساهمة بالحفاظ على البيئة إلا أنها لا تستطيع لوحدها التكفل بكل النفايات. فإعادة التدوير ( RECYCLAGE ) يعني استخدام منتج أكثر من مرة واحدة واسترجاع وتحويل المواد المبددة والمهملة بشكل نفايات إلى سلع جديدة و ذلك بهدف التقليل ما أمكن من مقدار المواد التي تدخل في الدورة الاقتصادية.

- **التدوير:** إعادة الدمج المباشر للنفاية ضمن دورة الإنتاج التي أنتج منها، أين أصبح كبديل كلي أو جزئي للمواد الأولية الخام، تكون ذات جودة أقل من الأصلية.
- **الاسترجاع:** أعادة استعمال لغير محل مع عدم دخول في دورة إنتاج ويعتبر ارخص الطرق المستعملة.[6]

### 2.4.3 المواد القابلة للتدوير والاسترجاع:

من بين النفايات الصلبة التي يمكن أن تسترجع

- ✓ **الورق و الورق المقوى:** يستعمل لتغليف أو يعاد استعماله كمواد أولية.
- ✓ **الزجاج:** القارورات يمكن أن يعاد استعمالها بعد أن تنظف وتطهر أما بقايا الزجاج يمكن أن تصلح كمواد أولية لتصنيع الزجاج الجديد.
- ✓ **البلاستيك:** يمكن أن يعاد إنتاجه في شكل حبيبات كمادة أولية لإعادة الاستعمال.
- ✓ **القماش:**إعادة الاستعمال للألبسة المستعملة أو إعادة تثمينها في الصناعة كمادة أولية[15]

### 3.4.3 فوائد عملية التدوير.

- ✓ تقليص فاتورة استيراد مواد أولية وتقليص استغلال المواد الطبيعية و الانخراط في الثقافة العالمية لحماية البيئة وتثمين النفايات.
- ✓ إيجاد فرص عمل في استعادة واستخدام المواد المدورة مثلا:
  الاستثمار في رسكلة قارورة ماء واحدة يوفر 7 آلاف منصب شغل.[16]
- ✓ بناء منشآت صناعية جديدة.
- ✓ التقليل من كمية النفايات.
- ✓ حماية الثروات الطبيعية و الاقتصاد في المواد الأولية مثلا :

( 01 ) طن من البلاستيك المدور يسمح باقتصاد (700 كلغ من البترول الخام).

( 01 ) كلغ من الألمنيوم المدور يعطينا واحد كلغ من الألمنيوم ( بعد إذابته ).

( 01 ) طن من الكارتون المدور يسمح باقتصاد 2.5 طن من الخشب . [17]

### 4.4.3 أعادة التدوير و الاسترجاع في الجزائر.

تسجل الجزائر تأخر كبير في مجال تثمين النفايات بسبب غياب سياسة ملائمة لتنمية سوق النفايات كما تشير وزارة البيئة و تهيئة الإقليم في مجال تثمين النفايات إلى استعادة 760.000 طن في السنة من أصل 13 مليون طن سنويا، وقد قدرة هذه النفايات المثمنة ب3.5 مليار دينار جزائري.[16]

**جدول رقم1: يبين قدرة الجزائر على تثمين النفايات سنويا.[16]**

| نوع النفاية | كمية(طن/سنة) |
|---|---|
| **الورق** | 385.000 |
| **البلاستيك** | 130.000 |
| **المعدن** | 100.000 |
| **الزجاج** | 50.000 |
| **مواد أخرى** | 95.000 |
| **المجموع** | 760.000 |

## 5.3 الطريقة الخامسة: التسميد.

تعتبر هذه الطريقة هي أفضل الطرق للتخلص من النفايات العضوية وتنقسم الى نوعين ..

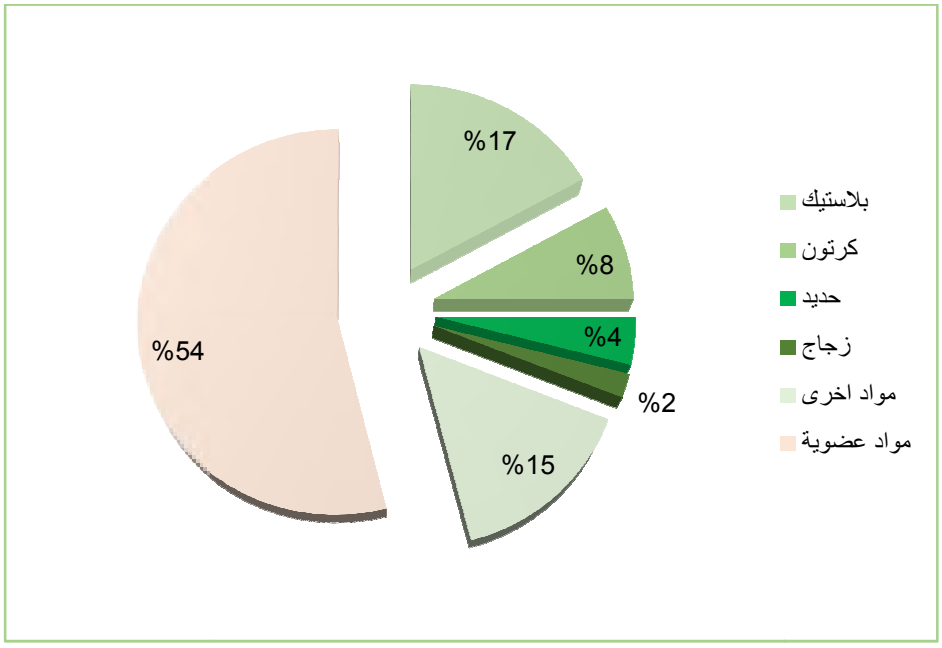
- ✓ مواد عضوية غير مخمرة (غير متحللة ) تكون اقل جودة و قد تسبب أضرار.
- ✓ مواد عضوية مخمرة (متحللة) ويطلق عليها اسم كمبوست وتكون ذات جودة عالية.[18]

### 1.5.3 النفايات القابلة للتسميد: هي كل النفايات العضوية وتتمثل في

- ✓ نفايات صلبة منزلية: بقايا الطعام والخضر والفواكه...الخ
- ✓ نفايات صلبة زراعية: بقايا المحاصيل الأوراق و الأغصان المتساقطة...الخ
- ✓ فضلات ومخلفات حيوانية.

### 2.5.3 الاستفادة من النفايات العضوية في الجزائر لصناعة الأسمدة.

كشف المدير العام للوكالة الوطنية للنفايات كمال ومان سنة 2018 أن الجزائر تضيع سنويا 38 مليار دينار في عدم تثمين النفايات العضوية المنزلية لوحدها، حيث تفوق نسبة النفايات العضوية % 54 من باقي المواد الأخرى. وهي قابلة للاسترجاع كأسمدة لاستصلاح الأراضي الفلاحية بدلا من تكديسها في مراكز الردم التقني.[16]




**الشكل 2: نسب مكونات النفايات المنزلية بالجزائر.[16]**

# المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية

# II .المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية.

## 1. تعريف الأسمدة.

تعرف الأسمدة الزراعية بأنها مواد طبيعية أو صناعية تزود النبات بعناصر غذائية ضرورية لنموه وتطوره وتزيدة إنتاجه. وتبعاً لمصدرها، تصنف الأسمدة لصنفين رئيسيين هما: الأسمدة العضوية (طبيعية)، والأسمدة الكيميائية (صناعية)، تنتج الأسمدة الكيميائية من مواد مُصنعة أما الأسمدة العضوية فمصدرها النباتات و الحيوانية المتحلِّلة، تتكون هذه الأسمدة من العناصر الضرورية لنمو النبات،[19]

يبلغ المجموع الحالي لهذه المواد حوالي 15عنصر. وهي موضحة في المخطط التالي :

**الشكل 3: يوضح العناصر الكبرى التي يحتاجها النبات.**

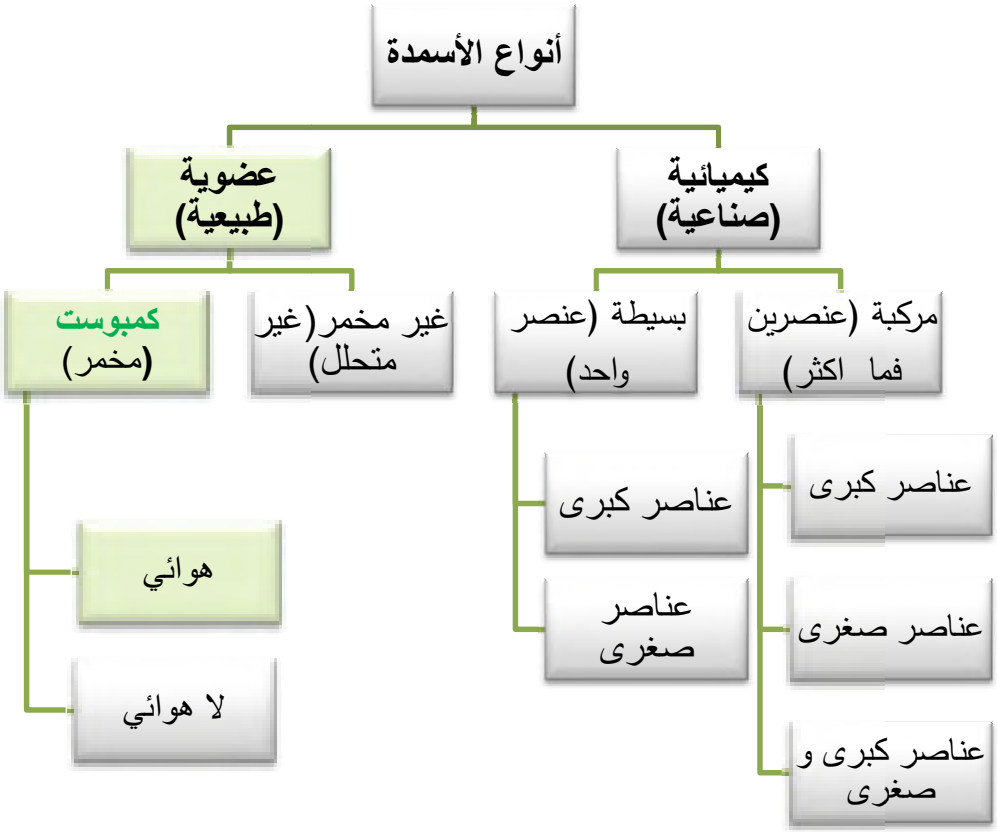
**العناصر الصغرى :** بورون – كلور – نحاس – حديد منغنيز – مولبيديوم – زنك

وتبعاً للكمية التي يحتاجها النبات من العناصر المغذية المختلفة، تقسم هذه العناصر إلى عناصر رئيسية ( كبرى) وهي التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة، وعناصر ثانوية ( صغرى) وهي التي يحتاجها النبات بكميات أقل، ولكنها ضرورية أيضاً.

## 2. أسباب استعمال الأسمدة

يتم استعمال الأسمدة لكي تحافظ التربة على خصوبتها يجب أن يكون هناك توازن بين ما تفقده من المواد الغذائية سواء أكان ذلك بواسطة النبات أو بعمليات أخرى كالغسل والانجراف وبين الموجود فيها بالأصل وما يتكون فيها. ومن أهم مسببات انهيار خصوبة التربة هو استثمارها في الزراعة لمدة طويلة دون إتباع نظام زراعي مناسب وهذا ما يستدعي استعمال الأسمدة.[21]

## 3. أنواع الأسمدة.




**الشكل 4: يمثل الأسمدة بنوعيها الكيميائية والعضوية.**

## 1.3 الفرق بين الأسمدة العضوية والكيميائية

تعتبر الأسمدة العضوية أفضل من الكيميائية لعدة أسباب منها

**الجدول 2: يمثل الفرق بين الأسمدة العضوية والكيميائية.**[22]

| الأسمدة الكيميائية (صناعية) | الأسمدة العضوية (الطبيعية) |
|---|---|
| عبارة عن مواد معدنية مصنعة | مزيج من بقايا نباتية وحيوانية بدرجات مختلفة من التحلل |
| خالية من الكربون | تتكون بنسبة تتراوح بين 45% و 50% من الكربون باعتبارها مواد عضوية |
| توفر العناصر المغذية المحددة (عنصر أو أكثر) حسب نوع السماد بسيط أو مركب | توفر مختلف العناصر المغذية الكبرى والصغرى |
| أكثر عرضة للفقد بالغسل أو عمليات الفقد المختلفة. | اقل عرضة للفقد بالغسل أو عمليات الفقد المختلفة. |
| يقلل من عدد الكائنات المجهرية التي تتعايش مع النبات و تقوم بتحليل المواد العضوية وتفكيكها، ومنه يدمن النبات على أسمدة صناعية | تشجيع عمل الكائنات المجهرية المفيدة لتفكيك المواد العضوية والحفاظ على توازن التربة |
| سريع التأثير والامتصاص والكمية الزائدة تتراكم في النبات والتربة وتتسرب إلى المياه الجوفية | يمتص ببطئ فيزود النبات بالغذاء حسب الحاجة دون إحداث تراكم في نبات أو التربة أو تسرب للمياه الجوفية |
| عموماً لا تؤثر في خصائص التربة عدا إضافتها للعناصر الغذائية المحددة وبعض التأثيرات في درجة تفاعل التربة والملوحة | تحسن خواص التربة فتجعل من التربة الرملية أكثر قدرة على الاحتفاظ بالرطوبة أما الطينية اقل احتفاظا بالماء |

## 2.3 الفرق بين الأسمدة المتحللة (كمبوست) وغير المتحللة.

عند إضافة السماد العضوي غير متحلل للتربة تتحرك نحوه البكتريا للقيام بمهام التحلل ، وحتى تقوم بذلك نجد أن البكتريا تقوم باستهلاك النتروجين لنفسها بشراهة حتى تنمو وتتكاثر فيبدأ التنافس بين النبات والبكتريا على نتروجين التربة التي هي حتما محسومة لصالح البكتريا وعند الانتهاء من هذه المرحلة تبدأ البكتريا في عمليات التحلل للسماد العضوي وإنتاج النتروجين ويكون النبات قد تجاوز مرحلة التكون الخضري التي عندها يكون الاحتياج حاد للنتروجين إذن يجب تخمير المخلفات الحيوانية والنباتية خارج الحقل الزراعي لإنتاج السماد العضوي المخمر(الكومبوست) حتى تكتمل عملية التحلل والتخمر فتكون العناصر الغذائية سهلة وميسرة للامتصاص عند الإضافة للنبات فيستفيد منها بشكل مباشر .

كذلك لضمان القضاء على بذور الحشائش والفطريات الضارة ومسببات الأمراض بسبب وصول درجة الحرارة مابين (40 و70م° ) داخل الكومة أثناء فترة التحلل عند التخمر لإنتاج الكمبوست ، وبالتالي من الخطأ استخدام السماد الغير متحلل في الحقول مباشرة دون المرور بمراحل التحلل خارج الحقول الزراعية لما لها من أضرار تنحصر في الآتي: [20][22]

- ✓ انتشار كثيف للحشائش والأعشاب الضارة من خلال إعادة إنبات بذورها الساكنة في روث الحيوان.
- ✓ العناصر الغذائية غير ميسرة لامتصاص النبات حيث أن هذا السماد يحتاج لوقت طويل حتى يمر بمراحل التحلل.
- ✓ أن هذا السماد غير متحلل فيتم تحلله في حقل بواسطة البكتريا التي تنافس النبات بالغذاء على نيتروجين هذه التربة كما أن البكتريا قد تضر بالنبات عندما تتغذي على جذوره.
- ✓ انتشار الديدان الثعبانية الضارة (سالمونيلا مثلا) ووجود البويضات ويرقات الحشرات الضارة النشطة.
- ✓ انتشار أمراض تفحم الجذور.

## 4. مفهوم مصطلح الكمبوست (compost).

هو مصطلح لاتيني يعني خليط أو مجموعة مواد متعددة أو مختلفة المصادر.

## 5. تعريف الكمبوست.

هو سماد عضوي مخمر (متحلل) ناتج من التحلل الحيوي(البيولوجي) للمادة العضوية سواء كانت من أصل

نباتي أو حيواني بفعل الكائنات الدقيقة النافعة تحت ظروف بيئية معينة من الدفء والرطوبة والتهوية الجيدة ، وهناك نوعان من الكمبوست بحسب نظام وطريقة إنتاجه كمبوست هوائي و كمبوست لاهوائي.

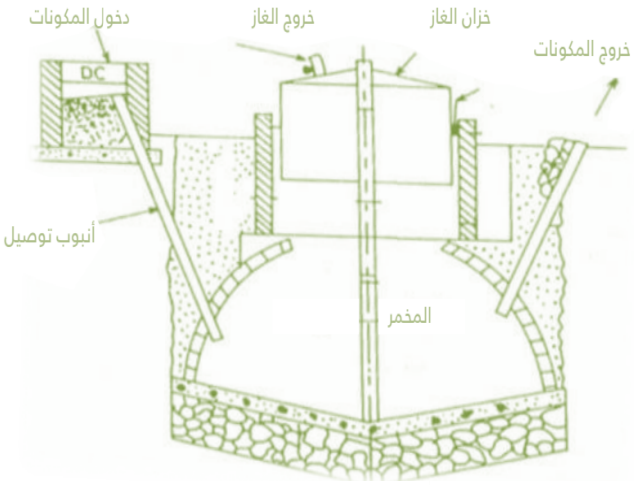
## 1.5 الكمبوست اللاهوائي.

يتم إنتاجه من خلال عملية الطمر اللاهوائي بالردم تحت الأرض أو بواسطة مطمورة خاصة لإنتاجه، ويكون مغطى بإحكام بغطاء بلاستيكي غير نفوذ لضمان انعدام الهواء أو الأكسجين داخل كومة السماد مع وجود رطوبة عالية، من خلال غمر الكومة بالماء فتزيد الرطوبة فيحل الماء محل الهواء (هذه الطريقة التقليدية التي يستخدمها المزارعون الأجداد). فالتحلل أو التخمر اللاهوائى لبقايا المواد العضوية نباتية كانت أو حيوانية يتم في غياب الأكسجين فتختنق البكتريا الهوائية النافعة وتموت وتنشط بدلا منها البكتريا اللاهوائية التي بدورها تقوم بهدم المادة العضوية لكن بصورة بطيئة وتكون الحرارة الناتجة غير كافية للقضاء على المسببات المرضية حيث تكون أكسدة هذه المواد غير تامة مما يؤدى إلى تكوين وتراكم الأحماض العضوية والكحوليات ويلاحظ انطلاق غاز الميثان ($CH_4$) وغاز الهيدروجين ($H_2$) وكذلك غاز كبريتيد الهيدروجين ($H_2S$) المسئول عن الرائحة الكريهة أثناء عملية التصنيع، ونشير هنا إلى أن مدة تصنيع السماد بهذه الطريقة تحتاج إلى وقت أطول من الطريقة الهوائية، ويرجع ذلك إلى أن الطاقة الحرارية المنطلقة في الظروف الهوائية لعمليات التحلل والتخمر تكون أعلى بكثير من مستويات الطاقة الحرارية الناتجة في ظروف التخمر أو التحلل اللاهوائي وبالتالي فإن المنتج النهائي رديء ورائحته كريهة ولا يوفر احتياجات النبات.

### 1.1.5 استخدامات الكمبوست اللاهوائي.

يمكن استخدامه لإنتاج الطاقة فروث الحيوانات ومخلفات الحقل عند خلطها بالماء بمعزل عن الهواء وبفعل أنواع متخصصة من البكتريا فإنه ينتج الغاز الحيوي المكون من غاز الميثان ($CH_4$) بنسبة 50 إلى 70٪ كما ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$) بنسبة 20 الى 25٪ بالإضافة إلى عدد من الغازات الأخرى بنسب قليلة مثل: الهيدروجين ($H_2$) والنيتروجين ($N_2$) و كبريتيد الهيدروجين ($H_2S$).[22]

الصورة 3: وحدة إنتاج غاز الميثان (البيوغاز).




الشكل 5:نموذج تخطيطي لوحدة انتاج الغاز.[22]

## 2.5 الكمبوست الهوائي.

هو عملية تحويل النفايات العضوية القابلة للتفكك البيولوجي الى عناصر بسيطة سهلة الاستعمال من قبل النبات بواسطة الأحياء الدقيقة الهوائية ضمن شروط وظروف معينة ومحددة، إلى مادة معقمة خالية من مسببات الأمراض وصحية وصالحة للاستخدامات الزراعية الآمنة تسمى الكومبست.

يمثل التفاعل العام لتفكك المادة العضوية أثناء عملية الكمبوست بواسطة الأحياء الدقيقة الهوائية بالمعادلة التالي

[طاقة حرارية + ( [N] + [P] + [K] ) + $CO_2 + H_2O$ ← $O_2$ + مادة عضوية] [24]

الكائنات الحية الدقيقة

### 1.2.5 أصناف الكمبوست الهوائي.

يمكن تمييز ثلاثة أصناف من الكمبوست الهوائي، تختلف في المكان والحجم والطريقة. تتلخص في الجداول التالية:

**الجدول 3: الطريقة الأولى يدوية بدون أجهزة (يسمى كمبوست منزلي).[22][24]**

| | |
|---|---|
| **نوع النفايات المعالجة** | **مواد بنية: مثل قشور المكسرات و نشارة الخشب وغيرها** |
| | **مواد خضراء :** مثل بقايا الطعام و والخضار الفاسدة و مخلفات الحديقة و غيرها |
| **مكان المعالجة** | داخل مكان مفتوح في المنزل مثل حديقة المنزلية، شرفة، الاسطوح |
| **المدة اللازمة للنضج** | لا تتجاوز ثلاثة أشهر |

**الصور 4: تمثل بعض أشكال أوعية الكمبوست المنزلي**

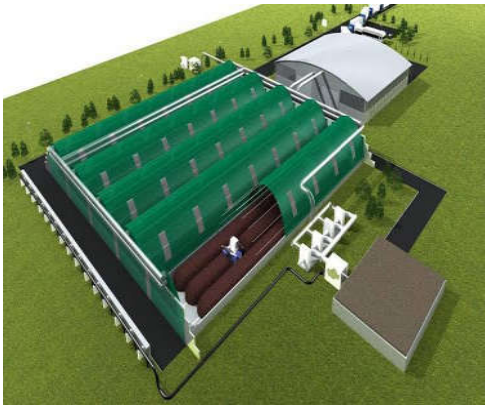
**الجدول 4:الطريقة الثانية نصف آلية تتدخل الأجهزة في بعض المراحل فقط (يسمى كمبوست المزارع).**[22][24]

| | |
|---|---|
| **نوع النفايات المعالجة** | **مواد بنية:** مثل سعف النخيل و الكرناف والألياف وجميع المخلفات الخشبية الجافة ـ نواتج تقليم الأشجار وغيرها |
| | **مواد خضراء : مثل** نواتج التعشيب ـ . الأوراق الخضراء ـ الثمار المتساقطة . بقايا المحاصيل وغيرها. |
| | **مخلفات الحيوانات:** وهي مواد غنية بالنيتروجين مثل الروث وفرش الحظائر وغيرها |
| **مكان المعالجة** | داخل الحقول والمزارع على الأرض بعيدا عن المحاصيل الزراعية |
| **المدة اللازمة للنضج** | مدة غير محددة |

**الصورة 5: تمثل مخلفات زراعية قبل وبعد أن تم التحول الى كمبوست .**[23]

**الجدول5: الطريقة الثالثة آلية بشكل كامل في مصانع متطورة مكلفة في إنشائها (يسمى صناعي).[22][24]**

| | |
|---|---|
| **نوع النفايات المعالجة** | **مواد بنية:** مثل سعف النخيل والكرناف والألياف وجميع المخلفات الخشبية الجافة من مختلف الأشجار ـ نواتج تقليم الأشجار وغيرها |
| | **مواد خضراء :** مثل مختلف مخلفات أسواق الخضر والمزارع و المصانع الغذائية وغيرها. |
| | **مخلفات الحيوانات:** وهي مواد غنية بالنيتروجين مثل الدماء،العظام، الجلود و الشحوم، الروث وفرش الحظائر وغيرها |
| **مكان المعالجة** | داخل مصانع خاصة مجهزة |
| **المدة اللازمة للنضج** | لا تتجاوز ثلاثة أشهر |



**الصورة 6: تمثل نماذج محطات صناعة الكمبوست[24]**

**الصورة 7: تمثل طرق تقليب الكمبوست صناعي[22]**

**الصورة 9: تمثل اسطوانات التخمير[24]**

**الصورة 8: تبخر الماء نتيجة ارتفاع في درجات الحرارة[22]**

## 2.2.5 العوامل المؤثرة في تحلل مكونات الكمبوست.

يعتمد تحلل المادة العضوية على المحافظة على النشاط البكتيري والعوامل التي تبطئ أو توقف نمو الأحياء هي

**◥ مكان الوضع.**

- ✓ لذلك يجب تجنب الأرض ذات المستوى المنخفض لتفادي تجمع المياه فيها أثناء هطول الأمطار بالإضافة لتجنب ارتفاع مستوى الماء الأرضي لأن ذلك يؤدي إلى التقليل من كفاءة عملية التحلل داخل الكومة.
- ✓ أن يكون موقع وحدة إنتاج الكمبوست مظلل تحت الأشجار مثلا أو تحت مظلة بحيث يقي المصفوفات من أشعة الشمس العمودية خاصة في فصل الصيف التي تعمل على تبخر العناصر الغذائية ، وكذلك لتجنب عمليات الغسيل لتلك العناصر عند هطول الأمطار ، ويجب أن تكون وحدة إنتاج السماد مفتوحة لدخول الهواء من جميع الاتجاهات .
- ✓ إذا تم تشكيل كومة سماد الكمبوست على الأرض فيجب أن تكون بعيدة عن المساحات المزروعة.

**◥ تنوع المواد العضوية لتصنيع الكمبوست .**

إن التنوع و الوفرة في المحتوى العضوي للمادة من مواد بنية ومواد خضراء يمثل تنوع في كمية العناصر الغذائية في الكمبوست الناتج وهو ما يحفز في تنوع البكتيريا، فإذا كانت المادة العضوية المضافة غنية بالعناصر الغذائية فان الكائنات الدقيقة عند تحليلها لهذه المادة فإنها تأخذ ما يكفيها لبناء خلايا جديدة وتكاثرها باستمرار مع تحريرها بشكل مبسط صالح لاستخدام النبات مما يمنع التنافس بين النبات و الكائنات الدقيقة على الغذاء و يزيد في خصوبة التربة.

**◥حجم أجزاء المادة العضوية.**

يؤدي فرم أو تقطيع المادة العضوية إلى أجزاء صغيرة (0.5 _ 2 سم) إلى التقليل من فترة التحلل، لان فترة التحلل تتناسب طرديا مع حجم و أجزاء المادة المتحللة.

**◥ نسبة الرطوبة.**

تعتبر رطوبة المواد الداخلة في عملية صناعة الكمبوست الهوائي عاملا محددا لسير عملية التفكيك، حيث أن الأحياء الدقيقة تحتاج الماء للقيام بعملياتها الحيوية لأنها لا تستطيع أخذ الغذاء والأكسجين إلا في حالته المنحلة في الماء. يتأرجح محتوى الرطوبة ضمن مجال واسع من الناحية التقنية يتراوح مجال الرطوبة المثالي بين

(50-60%) من وزن المواد الداخلة. كما أن محتوى الماء العالي يعيق وصول الأكسجين إلى البكتريا بسبب ملئه الفراغات ضمن المواد مما يؤدي إلى تفاعلات لا هوائية وروائح و رشاحة كبيرة. على عكس ذلك فإن المحتوى الضعيف للماء اقل من 30% يعيق نشاط البكتريا.

**◥ التهوية.**

يعتبر وجود الأكسجين ضروريا لإتمام عملية التحلل الهوائي. إذ تحتاجه الأحياء الدقيقة الهوائية من أجل تنفسها ونشاطها واتمام عملها في تفكيك المواد العضوية، يزداد استهلاك الأكسجين أثناء هضم المواد سريعة التفكك.فإذا لم يتوفر الأكسجين المطلوب في الهواء المحيط بها تموت البكتريا الهوائية وتبدأ تلك اللاهوائية بالتكاثر. ولتوفير التهوية اللازمة يتم تقليب كومة الكمبوست كل فترة تختلف المدة حسب النوع.

**◥ درجة الحرارة.**

تعد تغيرات درجة الحرارة دليل على نجاح وجودة الكمبوست لذلك وجب المتابعة الدورية بواسطة جهاز مع اخذ الحذر بحيث أن لا تزيد درجة الحرارة عن 70مْ لتجنب احتراق وترمد كومة الكمبوست وهذا يحدث فقط في المصفوفات الكبيرة. أو استعمال طريقة الفحص اليدوي بإدخال اليد وسط الكومة وتحسس تغيرات الحرارة ويتم تطبيقه في الأغلب على الكمبوست المنزلي.[22][24][25]

**الصورة 10: تمثل العوامل المؤثرة في تحلل مكونات الكمبوست.**

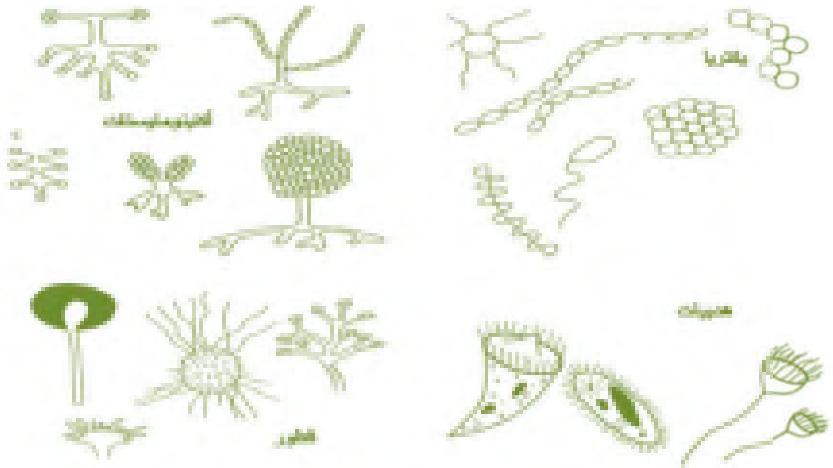
### 3.2.5 دور الأحياء الدقيقة داخل كومة الكمبوست.

ان الأحياء الدقيقة هي المسؤولة بشكل رئيسي عن عملية تفكيك المواد العضوية وتحويلها إلى (كمبوست) فمهما توفرت العناصر المغذية في السماد فهذا لا يعني إمكانية النبات استعمالها فهو لا يمتلك القدرة لتحويلها الى شكل يمكن الاستفادة منه الا بتوفر الأحياء الدقيقة التي تتغذى على العناصر المتواجد في المواد العضوية بحيث يشكل الكربون أحد أهم المغذيات للبكتريا من اجل تكاثرها و اللبنة الأساسية في بناء السكريات والكربوهيدرات وأثناء تغذيتها على هذه المواد تنطلق كميات كبيرة من الطاقة على شكل حرارة وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء ونتيجة لتلك الحرارة المنطلقة فان درجة حرارة المطمورة تصل الى 70مْ [26] مما يساعد في القضاء على الميكروبات والفطريات الممرضة والنيماتود وموت بذور الحشائش، هذا إلى جانب أن الكائنات الحية الدقيقة تقوم بإفراز العديد من المضادات الحيوية التي تساعد في القضاء على الممرضات في الكومة أو عند إضافتها إلى التربة مما يجعل لها دور كبير في المقاومة الحيوية ولتفادي استخدام المبيدات، وتقوم هذه الكائنات الدقيقة بإفراز منظمات و منشطات النمو الطبيعية والتي تحسن من جودة المحاصيل في ما بعد.[25]

وتتمثل هذه الاحياء الدقيقة في:

**البكتريا** وهي المسؤول الأول على عملية تفكيك النفايات العضوية حيث تعمل في درجات الحرارة العالية والمنخفضة وتتغذى على المواد سهلة التفكك كالسكريات والبروتينات.

اما **الأكتينومايستات** تتغذى على المواد سهلة التفكك وتنشط في مختلف درجات الحرارة، بينما تقوم **الفطور والهدبيات** بأشكالها المختلفة بتفكيك المواد المقاومة للتفكك ذات النسبة الكبيرة من الكربون مثل لحاء الشجر (الليجنين).



**الشكل 6: يمثل الأحياء الدقيقة الهوائية المفككة للمواد العضوية.**[24]

### 4.2.5 المراحل التي يمر بها الكمبوست.[22]

يمر الكمبوست بالمعالجة الحرارية وفق المراحل التالية

**الجدول 6: يمثل المراحل التي يمر بها الكمبوست الهوائي.**

| المرحلة | درجة الحرارة | الكائنات الحية | العمل |
|---|---|---|---|
| **مرحلة التسخين (ثرموفلك)** | 20 ـ 50 درجة مئوية | البكتريا والفطريات التي تعيش بدرجة حرارة معتدلة | تفتيت الكربوهيدرات البروتينات والنشاء |
| | 50. 70. 50 درجة مئوية | الكائنات الحية الدقيقة المحبة للدفء أو المتحملة للدفء | تفتيت إضافي للمركبات المعقدة كالسليلوز |
| **مرحلة التبريد (ميزوفلك)** | 25. 50 درجة مئوية | الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في درجة حرارة معتدلة | تفتيت السليلوز واللجنين |
| **مرحلة التحلل (النضج) (سيكروفلك)** | 20 ـ 25 درجة مئوية | الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في درجة حرارة معتدلة | تركيب المواد الغذائية |
| | | حيوانات التربة (كالديدان والعناكب) | خلط العناصر المركبة العضوية والمعدنية |

# الجزء التطبيقي

# الفصل الثالث

## المواد والطرق المستعملة

## 1. مكان العمل.

الكمبوست المنزلي: تم إعداده في المنزل

كمبوست المزارع: داخل غابة جامعة قاصدي مرباح ليطاس ورقلة

## 2. المواد والوسائل المستعملة.

بالنسبة للكمبوست المنزلي المواد المستعملة:

| مواد غنية بالنيتروجين ورطبة | مواد غنية بالكربون و جافة |
|---|---|
| بقايا الخضر<br>بقايا الشاي والقهوة<br>قشور البيض<br>7 كغ | أوراق الأشجار المتساقطة<br>نشارة الخشب<br>قشور الفول السوداني<br>قشور المكسرات<br>2 كغ |

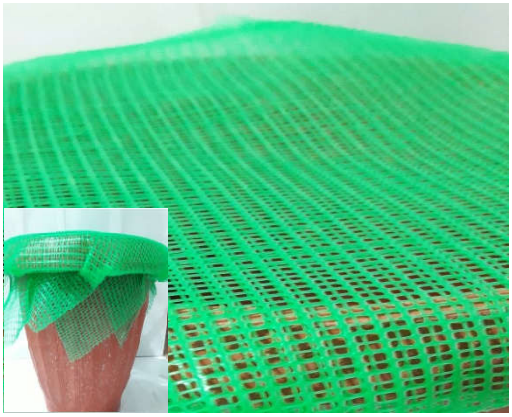
**صورة 9: تمثل المواد النيتروجينية المستعملة في الكمبوست المنزلي.**

**صورة 10: تمثل المواد الكربونية المستعملة في الكمبوست المنزلي.**

## الوسائل المستعملة.

**صورة 11: دلو.**

من اجل تحضير الكمبوست بداخله



**صورة 12: شبكة.**

لتغطية الدلو وعدم السماح للحشرات بوضع بيضوها

**صورة 13: خلاط كهربائي.**

لتقطيع المواد المستعملة

**صورة 14: محرار زئبقي.**

لمتابعة درجة حرارة الكمبوست

**بالنسبة لكمبوست المزارع المواد المستعملة:**

| مواد نيتروجينية | مواد كربونية |
|---|---|
| فضلات الحيوانات 80 كغ<br>( بقر 50% ودجاج 50% )<br>سعف النخيل الأخضر | سعف النخيل اليابس 50%<br>الكرناف 50%<br>ليف النخيل<br>300 كغ |

**الصورة 15: المواد المستعملة في كمبوست المزرعة.**

**الوسائل المستعملة.**

**الصورة 16: آلة الفرم.**

من اجل فرم السعف والكرناف .

**الصورة 17: جرار.**

من اجل جمع السعف والكرناف بعد تقليم.

**الصورة 18: عربة يدوية.**

**الصورة 19: مجرفة، شوكة، فأس.**

**الصورة 20: ميزان.**

**الصورة 21: محرار الكتروني.**

## 3. طريقة العمل لتحضير الكمبوست.[24]

### الجمع و الفرز

جمع المخلفات اللازمة من المطبخ و الحديقة للكمبوست المنزلي، ومن الغابة المتواجدة بليطاس لكمبوست المزارع مع الفرز لفصل المواد غير عضوية منها كقطع البلاستيك والمعادن والزجاج وإزالة المواد الضارة كالحجارة وأكياس النايلون من النفايات من أجل ضمان جودة الكمبوست.

### التقطيع و الطحن

تقطيع وطحن المخلفات المستعملة الى أجزاء صغيرة حوالي 0.5_2 سم لزيادة المساحة السطحية اللازمة لعمل البكتريا و تأمين البنية والمسامية اللازمتين لضمان وصول الأكسجين والماء لها، وهذا يؤدي إلى التقليل من فترة التحلل لان فترة التحلل تتناسب طرديا مع حجم و أجزاء المادة المتحللة. (صورة 22 و23)

### التخمير

كمبوست المنزل

اختيار دلو ذو حجم كبير (ارتفاع 30 سم وقطر 25 سم ) به فتحات من الأسفل لصرف المياه الزائدة

(صورة 11)

كمبوست المزرعة

بتاريخ 2019/11/20 تم وضع 300 كغ من مخلفات النخيل من سعف وكرناف المقطعة في حوض وغمره بالماء لمدة 10 أيام ثم يعاد غمر الحوض بالماء بعد جفافه لمدة 10 أيام أخرى، وهذا من اجل تلين وترطيب المكونات لشدة جفافها. (صورة 24)

بتاريخ 2019/12/01 تم وضع المخلفات التي يقدر وزنها ب 9 كغ من مخلفات نيتروجينية وكربونية بطريقة تعاقب الطبقات داخل الدلو.

سمك طبقة المواد النيتروجينية 1.5 سم أما طبقة المواد الكربونية 3 سم .

ثم تغطية الدلو بشبكة تعمل على منع الحشرات من وضع بيضها في الخليط (صورة 12).

بعد مرور 20 يوم من الغمر في الماء تم اختيار أرضية صلبة ورشها بالماء لتهيئة الرطوبة أسفل الكومة قبل البدء بفرش الطبقات من مخلفات النخيل المغمورة في الماء وروث الحيوانات على شكل مصفوفة بعرض 2 م وارتفاع 1 م

سمك طبقة المواد النيتروجينية 15 سم طبقة المواد الكربونية 30 سم .

(صورة 26)

فرش المواد بطريقة الطبقات المتعاقبة تسمح بتوزيع جيد للرطوبة و تخلل الهواء عبر تلك الطبقات (صورة 25).

طبقة الأولى تكون من مواد كربونية لأنها أكثر مسامية مما يسمح بوصل الأكسجين أسفل الكومة وبعدها طبقة من المواد نيتروجينية لتسمح بانتشار الرطوبة بين طبقات المواد الكربونية يتم الاستمرار في هذا النظام الى غاية الطبقة الأخيرة وتكون من مواد كربونية لصرف الحشرات.

## الترطيب

يتم ترطيب الخليط بماء الحنفية بشكل مستمر مرة كل 4 أيام.

المرة الأولى يوم وضع الخليط تم رش القليل من الماء على سطحه ليحافظ على رطوبته، المرة الثانية بعد أربعة أيام وتستمر العملية.

كمية الماء المضافة غير ثابتة يتم تحديدها حسب حالة الخليط وفق (الجدول رقم 7).

يتم ترطيب المصفوفة بماء البئر المتواجد على مستوى غابة الكلية بشكل مستمر مرة كل 20 يوم.

المرة الأولى بعد 20 يوم من وضع المصفوفة وتستمر العملية كل 20 يوم.

كمية الماء المضافة غير ثابتة يتم تحديدها حسب حالة الخليط وفق (الجدول رقم 7).

## التقليب (التهوية)

تم تقليب الكومة بعد يومين من وضعها ويستمر التقليب كل يومين لمدة شهر ثم تقلب مرتين في الأسبوع لمدة شهر آخر وبعدها يتم تقليبها مرة كل أسبوع في الشهر الثالث.

يساعد التقليب على تحسن التهوية وبالتالي تسريع عملية التحلل كذالك نقل المواد العضوية من الأطراف إلى الوسط حيث تعقمها الحرارة العالية(صورة 27)

تم تقليب المصفوفة بعد عشرين يوم من فرشها ويستمر التقليب كل عشرين يوم لمدة ستة أشهر. (صورة 28)

لاكن تم التوقف عن التقليب في الشهر الرابع.

## النضج

بعد شهرين ونصف من بداية العملية بدأت علامات النضج تظهر على الكمبوست الى غاية الشهر الثالث بتاريخ 2020/02/30 تم توجيهه الى التخزين بعد عملية الغربلة.[24]

لم تتم مواصلة العمل عليه تم التوقف بتاريخ 2020/03 لكن بعد ستة أشهر يتم نضجه وهذا حسب التجارب السابقة.[22]

**علامات النضج:**

اللون البني الداكن أو الغامق

القوام إسفنجي

الرائحة مقبولة كرائحة التراب المرشوش بالماء

انخفاض في درجة الحرارة

تراجع في الحجم الى ثلث.

## التخزين

تم تخزين الكمبوست المصنع على مستوى المنزل في أكياس ورقية بعيدا عن أشعة الشمس يمكن الاحتفاظ به لمدة ثلاث سنوات.[24]

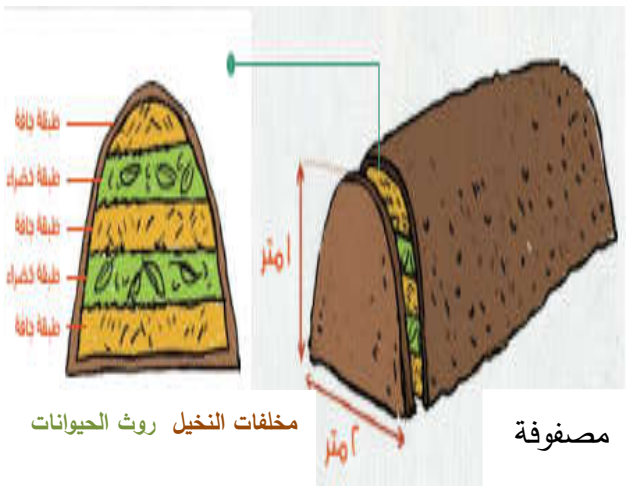
## الصور

صورة 22: مواد الكمبوست المنزلي مطحونة.

صورة 23: سعف مطحون كرناف مطحون.

الصورة 24: تمثل غمر مخلفات النخيل في حوض الماء.

صورة 25: تمثل كيفية الوضع للمكونات داخل الدلو




مصفوفة

صورة 26: تمثل طريقة فرش المصفوفة

الإمداد بالأكسجين عن طريق الانتقال و الانتشار

بالقلب من الأسفل الى الأعلى

**الصورة 27: طريقة تقليب الكمبوست (منزلي _ مزرعة)**

**الصورة 28: تهوية المصفوفة**

**الصور 29: تمثل تطورات الكمبوست.**

**الصورة 30: نواتج الغربلة.**

# 4. طرق التحليل.

## 1.4 المراقبة في الموقع.

من اجل متابعة تطور عملية التسميد تم القيام بملاحظات في مواقع العمل من خلال:

- ✓ المراقبة البصرية
- ✓ اختبارات درجة الحرارة
- ✓ اختبارات الرطوبة

**◥ المراقبة البصرية.**

تعتبر جد مهمة لمراقبة وتقييم السماد خلال التطور، يتم ملاحظة الحجم، اللون، الملمس بشكل منتظم وكذلك ظهور الكائنات الحية الدقيقة مثل الحشرات.

كما يساعدنا اختبار الرائحة من التحقق من عدم وجود تخمر لاهوائي، و تحديد مدى نضج السماد من رائحته.

**◥ اختبارات درجة الحرارة.**

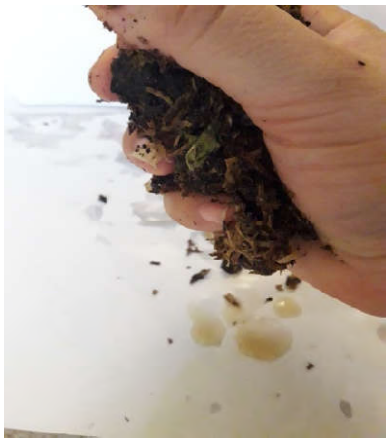
تمت قراءة درجات الحرارة يوميا باستخدام ترمومتر الكتروني بالنسبة لكمبوست المزارع يتم ادخاله على عمق 50 سم أما للكمبوست المنزلي تم استخدام ترمومتر زئبقي مع استعماله على عمق 15 سم.

**◥ اختبارات الرطوبة.**

يتم أخذ عينة على عمق 40 _ 50 سم داخل المصفوفة أما الدلو على عمق 15 سم، نقوم بتطبيق ضغط على العينات بواسطة راحة اليد و نلاحظ. الجدول رقم 7 يلخص العملية.

**الجدول 7: يحدد نسبة الرطوبة و الطريقة المتبعة لتحديد كمية الماء اللازمة حسب حالة الخليط.[27]**

| الحالة | ما ينتج عنها | المعالجة |
|---|---|---|
| **1** عندما تتناثر العينة وتكون اليد جافة. | البيئة غير دافئة لانعدام الرطوبة المثلى فتتوقف البكتريا الهوائية عن القيام بمهام التحلل. | لابد من الرش بالماء لإعادة الرطوبة للنسبة المثلى. |
| **2** عندما ينساب ماء العينة من بين أصابع اليد وتكون العينة مثل العجينة. | الرطوبة عالية وتحل جزيئات الماء محل جزيئات الأكسجين فيحدث اختناق للبكتريا الهوائية ونشاط للبكتريا اللاهوائية غير مرغوبة. | يجب التوقف عن الرش بالماء وتهوية الكومة بالتقليب. |
| **3** عندما تتكور العينة بقبضة اليد وتكون راحة اليد منداة كالعرق. | البيئة مناسبة لنشاط البكتريا الهوائية فتتم عملية التحلل الهوائي على أكمل وجه. | المحافظة على هذه البيئة بالمتابعة الدورية ويتوقف الترطيب أو الرش بالماء من عدمه على حالة العينة. |



**صورة 31: تمثل الحالات:**

**الحالة 1.**

**تناثر العينة بعد الضغط عليها**

**الحالة 2.**

**انسياب الماء بعد الضغط عليها**

**الحالة 3.**

**تأخذ شكل عجينة متماسكة بعد الضغط عليها**

# 5. تقيم نضج السماد.

## ◥ التحاليل المخبرية.

تم اجراء التحاليل على مستوى مخبر المديرية الجزائرية للمياه ADE ورقلة،

مخبر البحث العلمي بجامعة قاصدي مرباح، مخبر ميكروبيولوجيا بمستشفى محمد بوضياف.

## 1.5 أخد العينات.

بما أن الكمية المتحصل عليها من الكمبوست المنزلي صغيرة فتم تقليبها جيدا واخذ كمية من الوسط والاحتفاظ بها داخل علبة من البوليمار.أما كمبوست المزرعة لم يتم اخذ عينات منه.[22]

## 2.5 تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعينات.

### 1.2.5 قياس الأس الهيدروجيني (pH).

تم قياس درجة ال pH بواسطة جهاز pH–mètre باتخاذ نسبة (1:5) ماء مقطر، كمبوست.[28]

### 2.2.5 قياس الناقلية الكهربائية (CE).

تم قياس الناقلية بواسطة جهاز قياس الناقلية الكهربائية conductivité mètre باتخاذ نسبة (1:5) ماء مقطر، كمبوست.[28]

### 3.2.5 المادة العضوية و الكربون العضوي.

تم استعمال طريقة calcination.[29]

### 4.2.5 تحديد تركيز البوتاسيوم الكلي [K].

باستعمال جهاز اللهب. [30]

### 5.2.5 تحديد تركيز الفوسفور الكلي [P].

باستعمال جهاز المطياف الضوئي.[30]

### 6.2.5 تحديد تركيز الكالسيوم و المغنزيوم $[Ca^{+2}]$ $[Mg^{+2}]$.

تم باستخدام المعايرة اللونية.[30]

## 3.5 تحديد الخواص الميكروبيولوجية.

تم الكشف عن المسببات المرضية كل من:

اشريشياكولي ( E. coli ) عصيات سلبية غرام.

سلمونيلا (salmonella) عصيات سلبية غرام.

## 6. تجربة الكمبوست

تم القيام بتجربتين:

**1.6 التجربة الأولى:** تم تجربة الكمبوست المنزلي بإضافته الى الرمل وزراعة بذور البقدونس فيه،

لتتم هذه التجربة بالمقارنة بين ثلاث حالات:

**الحالة الأولى:** 4/1 كمبوست + 4/3 رمل

**الحالة الثانية:** 4/1 روث بقر + 4/3 رمل

**الحالة الثالثة:** 4/4 رمل

**صورة 32: تمثل 4/4 رمل 4/1 روث بقر + 4/3 رمل 4/1 كمبوست + 4/3 رمل**

**2020/03/02**

## 2.6 التجربة الثانية

تم تجربة الكمبوست المنزلي ومقارنته بكمبوست المزرعة على بذور الشعير بتاريخ 2020/09/10 وفق الحالات التالية:

**الحالة الأولى:** 4/1 كمبوست منزلي + 4/3 رمل

**الحالة الثانية:** 4/1 كمبوست مزارع + 4/3 رمل

**الحالة الثالثة:** 4/4 رمل

**كمبوست (1):** كمبوست المنزلي

**كمبوست (2):** كمبوست المزرعة

# الفصل الرابع

## النتائج والمناقشة

# IV النتائج و المناقشة

## 1. نتائج المراقبة في الموقع

### 1.1 المراقبة البصرية

كمبوست المنزل

كان تحلل المواد سريعا فخلال ثلاثة أشهر فقد ثلثي حجم الخليط .

وهذا نتيجة استعمال مواد سهلة التحلل واغلبها تحتوي على نسب عالية من الرطوبة مثل بقايا الخضر (الجدول8 و9) يوضح سرعة التحلل. بالإضافة الى طحنها بواسطة الخلاط الكهربائي مما يساعد على زيادة المساحة السطحية اللازمة لعمل البكتريا.

عدم ظهور الحشرات والفطور نتيجة الانتقاء للمواد والتغطية بواسطة شبكة.

ظهور بقايا بعد الغربلة لم تكمل عملية التحلل لكونها من المواد صعبة التحلل مثل قشور المكسرات. (الصورة 30)

كمبوست المزرعة

كان تحلل المواد متوسط السرعة فخلال ستة أشهر فقد ثلثي حجم الخليط حسب دراسة سابقة.

وهذا نتيجة استعمال مواد صعبة التحلل وقليلة الرطوبة مثل الكرناف (الجدول8 و9) يوضح نوع المخلفات العضوية وسرعة تحللها. بالإضافة الى تقطيعها الى أحجام متفاوتة.

بعد شهرين بداية ظهور اليرقات في المصفوفة نتيجة وضع الحشرات لبيضها مثل الذباب والعناكب وغيرها بالإضافة الى الفطور من نوع coprinus comatus على سطح المصفوفة نتيجة استعمال الروث. (الصورة 34)

**الجدول 8: يمثل نوع المخلفات العضوية المستعملة.**

| نوع المخلفات العضوية | مصادر هذه المخلفات |
|---|---|
| مخلفات نباتية بنية اللون و جافة. وهي مواد بطيئة التحلل تتركز فيها **المواد السليلوزية و الخشبين** وتحتوي على نسبة عالية من الكربون. | سعف النخيل و الكرناف والألياف، قشور المكسرات وجميع المخلفات الخشبية الجافة. |
| مخلفات نباتية خضراء غضّة. وهي مواد سريعة التحلل تتركز فيها **السكريات** وتحتوي على نسبة عالية من النيتروجين. | الخضر و الفواكه المتعفنة و القشور، الأوراق الخضراء وغيرها. |
| مخلفات الإنتاج الحيواني تتركز فيها **البروتينات** و تحتوي على نسبة عالية من النيتروجين. | روث وفرش الحظائر ـ القرون ـ الأظلاف . الدم ـ مسحوق العظام. |
| مخلفات الدواجن تتركز فيها **البروتينات** و تحتوي على نسبة عالية من النيتروجين. | الزرق . الريش . قشور البيض. |

**الجدول 9: يمثل تدرج المواد العضوية من حيث سرعة تفككها ومدى ملائمتها للأسمدة.**

| المادة العضوية | قابلية التفكك البيولوجي | مدى ملاءمتها للأسمدة الهوائية |
|---|---|---|
| السكريات | سريعة |  |
| البروتينات | | |
| الدسم | متوسطة | |
| السيللوز | | |
| الخشبين | صعبة | |
| الراتنجات | | |

**الصورة 33: فطر من نوع coprinus comatus**

## 2.1 اختبارات درجة الحرارة

**بالنسبة للكمبوست المنزلي:**

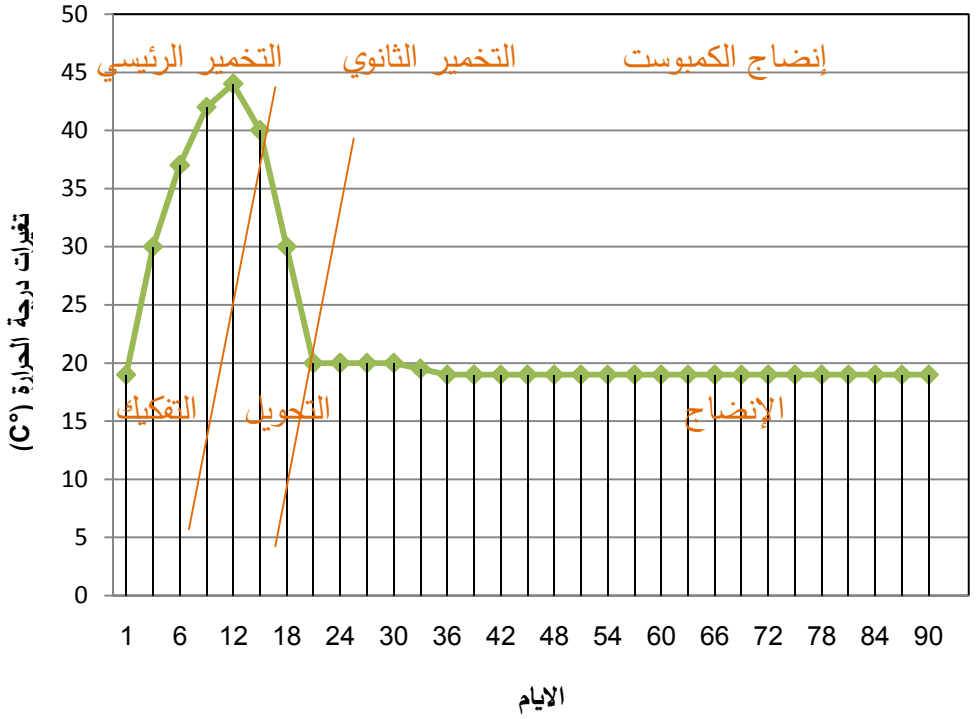
لم تتعد درجة الحرارة 44 درجة مئوية وهذا يعني انه لم تنشط فيه الكائنات الحية الدقيقة المحبة للدفء أو المتحملة للدفء المسئولة عن التفتيت التكميلي للمركبات المعقدة كالسليلوز وهذا ما شاهدناه في نواتج الغربلة بعض البقايا التي لم تكمل تحللها مثل قشور المكسرات. لكن رغم هذا و من خلال المنحنى (الشكل 7) يمكن التمييز بين مراحل سير العملية و الانتقال من طور لآخر وإتمام جميع المهام، وهذا يشير إلى مدى نجاح العملية.[24]

يرج السبب في عدم تجاوز هذه الدرجة الى صغر حجم الكمبوست وضياع في الطاقة الحرارية.[25]

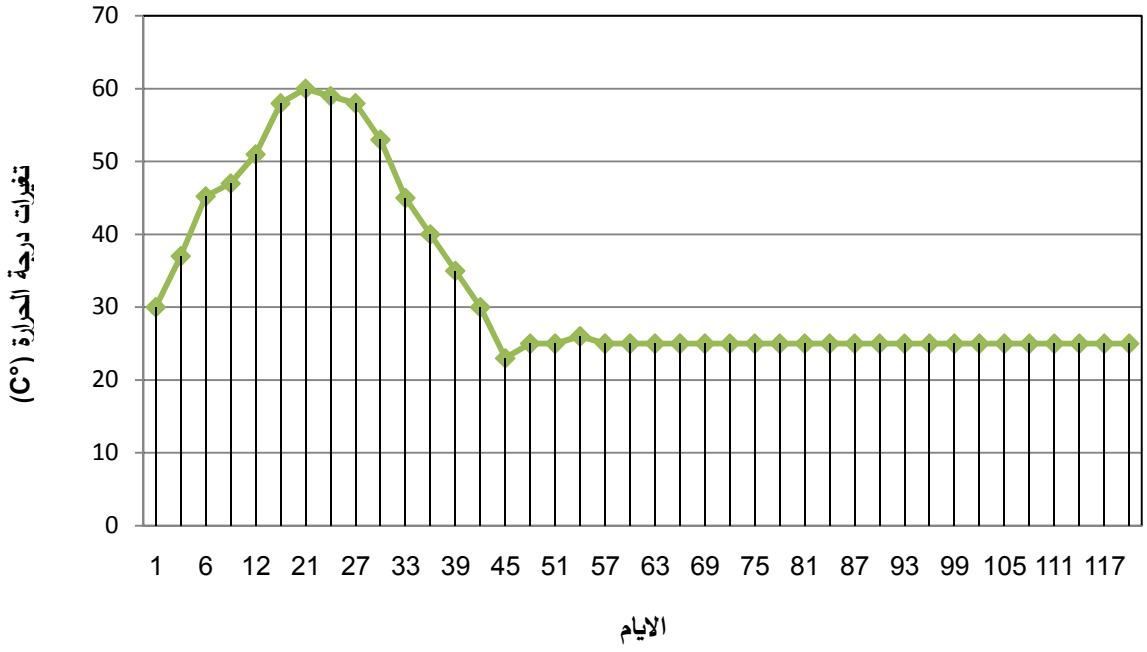
**بالنسبة لكمبوست المزرعة:**

وصلة درجة الحرارة الى 60 درجة مئوية، تعتبر هذه القيمة جيدة بالنسبة لحجمها ومكوناتها. وخاصة انه تم استعمال روث الحيوانات الذي من الممكن أن يحمل مسببات مرضية، فالارتفاع في درجات الحرارة يعني بمعالجة حرارية للخليط.

ومن خلال المنحنى (الشكل 8) يمكن التمييز بين مراحل سير العملية و الانتقال من طور لآخر، وهذا يشير إلى قيام الكائنات الحية الدقيقة بعملها.[24]




**الشكل 7: يمثل تغيرات درجة حرارة الكمبوست 1 بدلالة الأيام.**

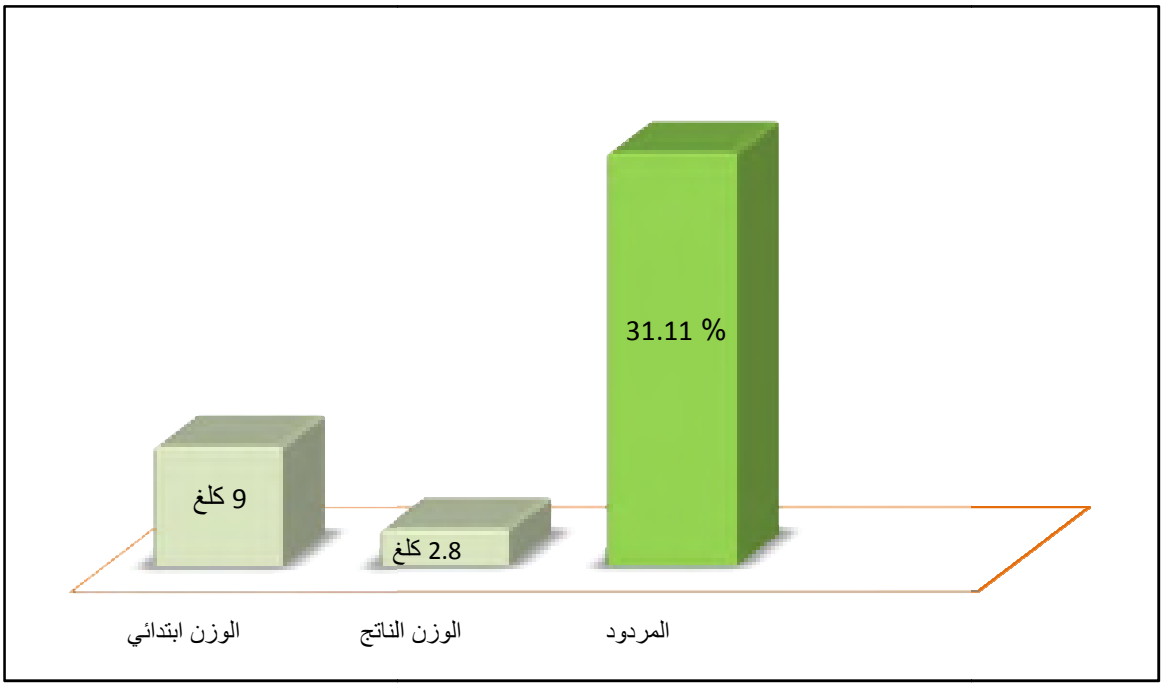



**الشكل 8: يمثل تغيرات درجة حرارة الكمبوست 2 بدلالة الأيام.**

## 2. نتائج الخواص الفيزيائية والكيميائية.

### 1.2 الوزن.

تم تقدير وزن الكمبوست الناضج بثلثي الحجم الأصلي للخليط.




**الشكل 9: يمثل وزن و مردود الكمبوست.**

### 2.2 الأس الهيدروجيني (pH).

تم تقدير قيمة pH ب 7.96 وهي داخل المجال المسموح به حسب الشبكة الأوروبية للكمبوست .

وهذا يساعد على استفادة النبات من العناصر بسهولة، على عكس الكمبوست الذي يملك pH حامضي فيسبب تلف في الجذور.

أما بالنسبة للكمبوست القلوي فيصعب امتصاص بعض المغذيات منه مثل الحديد، و لكنها ليست بالمشكلة الكبيرة إذا تم إضافته للتربة الحمضية.[31]

تم الاستعانة بنتائج دراسة سابقة لمخلفات النخيل وروث الحيوانات من نفس المكان لتقريب الفكرة. وكما لاحظنا ارتفاع بسيط في pH قد يكون بسبب المكونات أو المياه.[32]

**الجدول10 : يمثل قيم الدليل الهيدروجيني.**

| القيمة المتحصل عليها بالنسبة للكمبوست 1 | المجال المسموح حسب منظمة ECN[33] | القيمة المتحصل عليها بالنسبة للكمبوست 2 حسب دراسات سابقة. |
|---|---|---|
| 7.96 | 8.5 – 6.5 | 8,6 |

## 3.2 الناقلية الكهربائية (CE)

تحدد الناقلية الكهربائية لمعرفة ما إذا كان المنتوج ذا ملوحة معتدلة أو مرتفعة فهذا يساعد على معرفة نوع المحاصيل المناسبة له.

كما انه لا تتوفر معايير موحد لأنه كما سبق وذكر هذا يعتمد على نوع المواد المستعملة ونوع المحاصيل الموجه له ، كما افادة بعض الدراسات بأنه من (0 _ 2 ملي سيمنز/سم) تعتبر مناسبة لكل المحاصيل، أما من (2 _ 4 ملي سيمنز/سم ) فتتأثر بها المحاصيل الحساسة، أما إذا تجاوزت هذه القيم فتكون موجه للمحاصيل المقاومة للملوحة.

ولكن رغم هذا يتم استعمالها على التربة الرملية لارتفاع نفاذيتها وسرعة غسلها.[34]

**الجدول11 : يمثل قيم الناقلية الكهربائية.**

| القيمة المتحصل عليها بالنسبة للكمبوست 1. | القيمة المتحصل عليها بالنسبة للكمبوست 2 حسب دراسة سابقة. |
|---|---|
| 3.30 ملي سيمنز/سم | 5.38 ملي سيمنز/سم |

### 4.2 المادة العضوية و الكربون العضوي.

نلاحظ في( الجدول 12 ) أن نسبة المادة العضوية بالنسبة للكمبوست 1 جيدة وهذا عائد الى الفرز وانتقاء المواد العضوية فقط. وقيام الكائنات الدقيقة بعملها من تفكيك و تحليل. وهذا ما يعكسه نسبة الكربون فهو يمثل نسبة % 42 من العناصر الغذائية داخل النبات(صورة 9 في الملحق).

أما بالنسبة للكمبوست 2 نسبة المادة العضوية منخفضة نسبيا إلا أنها تبقى داخل المجال المسموح وسبب هذا الانخفاض حسب المرجع المعتمد انه بسبب حالة زيادة مقاومة المواد العضوية للتحلل البيولوجي.[32]

**الجدول 12: يمثل نسبة المادة العضوية و الكربون العضوي.**

| | النسبة المتحصل عليها بالنسبة للكمبوست 1 | المجال المسموح به حسب منظمة ECN[33] | النسبة المتحصل عليها بالنسبة للكمبوست 2 حسب دراسات سابقة. |
|---|---|---|---|
| **نسبة المادة العضوية** | 81.6 % | 20≤ | 41 % |
| **الكربون العضوي** | 45.33 % | 10 ≤ | 22.77 % |

### 5.2 تركيز العناصر الكبرى والصغرى.

البوتاسيوم الكلي [K] ، الفوسفور الكلي [P] و الكالسيوم و المغنزيوم $[Ca^{+2}]$ $[Mg^{+2}]$

تم الكشف عن المواد الكبرى والصغرى التي يحتاجها النبات فيما اذا كانت متوفرة أم لا أما بالنسبة للمعاير فلا توجد معايير موحدة لان هذا عائد الى نوع المواد والمياه المستعملة.

بل تتوفر دراسات لتحديد نوع السماد الموافق لنوع المحصول.

**الجدول 13: يمثل تركيز العناصر الكبرى والصغرى.**

| | القيم |
|---|---|
| **تركيز [K] المتحصل عليها بالنسبة للكمبوست 1** | 6.23 ملغ/ل |
| **تركيز [P] المتحصل عليها بالنسبة للكمبوست 1** | 4.87 ملغ/ل |
| **تركيز [$Ca^{+2}$] المتحصل عليها بالنسبة للكمبوست 1** | 2.40 ملي مكافئ/ل |
| **تركيز[$Mg^{+2}$] المتحصل عليها بالنسبة للكمبوست 1** | 9.78 ملي مكافئ/ل |

## 3. الخواص الميكروبيولوجية.

كانت النتائج سالبة في كلا الاختبارين وهذا عائد لانتقاء وفرز المواد المستعملة وعدم إضافة روث الحيوانات الذي هو المساعد الأول على نقل المسببات المرضية بالإضافة الى المعالجة الحرارية التي لها دور في القضاء عليها.

**الجدول 14: نتائج الكشف عن المسببات المرضية.**

| | **اشريشياكولي ( E.coli ) عصيات سلبية غرام** | **سلمونيلا (salmonella) عصيات سلبية غرام** |
|---|---|---|
| **القيم** | 0 CFU/g | 0 غ |
| **المجال المسموح به حسب منظمة ECN[35]** | 0 – 100 CFU/g | 0 – 25 غ |

## 4. نتائج تجربة الكمبوست.

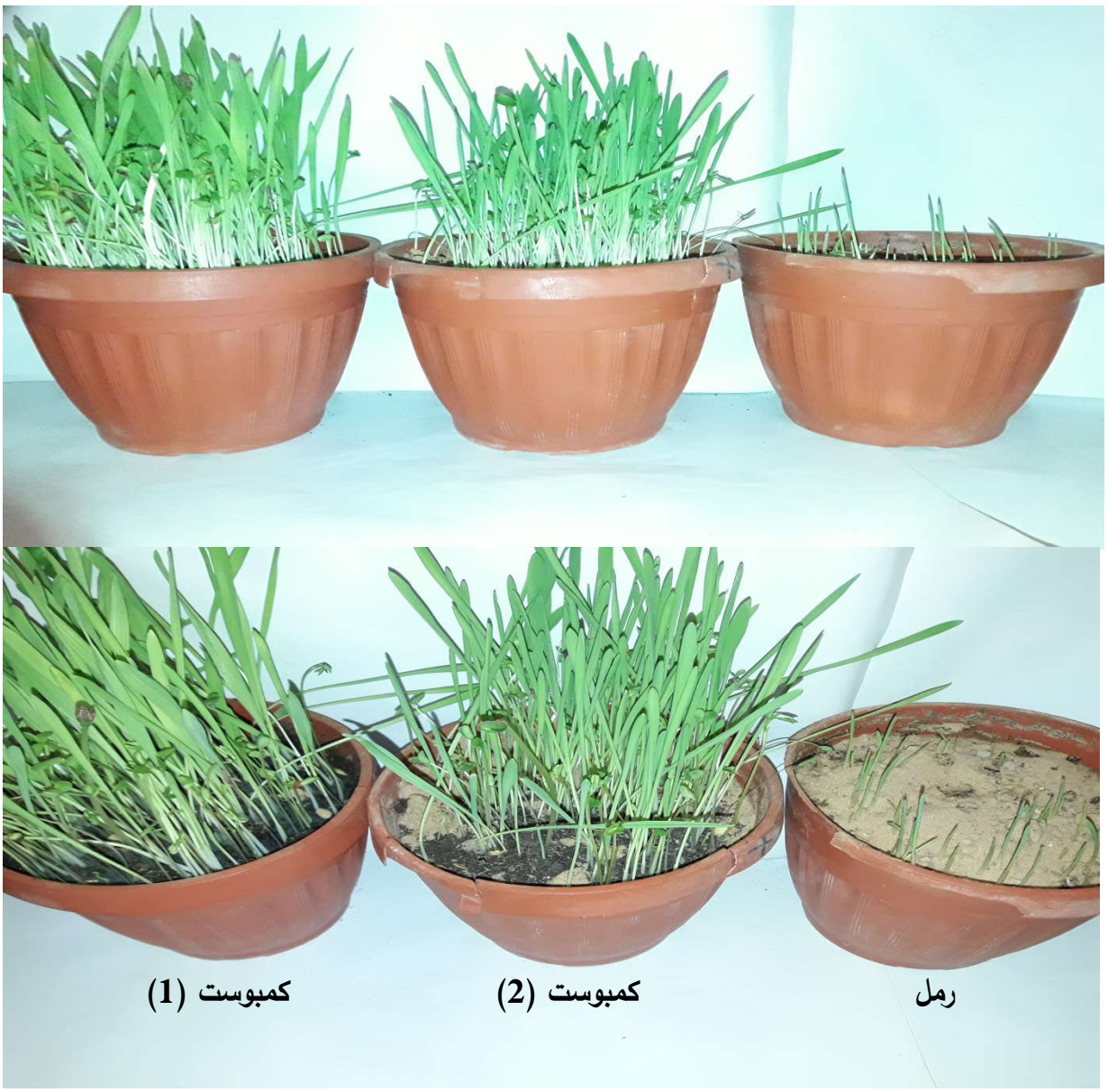
### 1.4 نتائج التجربة الأولى.

كانت نتائج إضافة الكمبوست أفضل من حيث السرعة والوفرة .

**الصورة 34: تمثل نتائج تجربة الكمبوست 1 على البقدونس 2020/03/30.**

**الصورة 35: تمثل نتائج تجربة الكمبوست 1 على البقدونس 2020/04/15.**

## 2.4 نتائج التجربة الثانية.




**الصورة 36: تمثل نتائج تجربة الكمبوست 1 و 2 على الشعير 2020/09/15.**

الخاتمة

## الخاتمة

قد تكون نظرة بعض المجتمعات إلى النفايات أنها بلا فائدة وذات مشاكل لكن عند بعض المجتمعات هي مصدر للثروة.

فمن الدول من وصل به الحال إلى استيراد نفايات الدول المجاورة بسب الاستغلال التام لها في إنتاج الطاقة الكهربائية والأسمدة (مثل السويد التي استغلت نفاياتها 100% وغيرها من الدول).[35]

أما في الدول النامية مثل الجزائر تعتبر مشكلة النفايات مشكلة مستمرة بسبب سوء التسيير واستغلال الفرص لفتح باب الاستثمار.

من خلال تجربتنا تطرقنا لأحد الطرق لمعالجة النفايات العضوية وهي التخمير أو الكمبوست، فإذا قمنا بعملية حسابية صغيرة :

متوسط ناتج الفرد من النفايات في العام (322 كلغ) و باحتساب نسبة المواد العضوية (54%) وتحويلها الى كمبوست يتقلص الى الثلث فيعطي (57.9 كلغ) من الكمبوست في العام، وإذا ضربناه في عدد السكان (43.9 مليون نسمة)[36] الناتج هو (2.5 مليون طن ) سنويا من الكمبوست.

تعتبر هذه الكمية كافية للاستغناء عن الأسمدة الكيماوية وتحقيق اكتفاء ذاتي خاصة وان الجزائر تستهلك ما يقارب (150 ألف طن) من الأسمدة الكيماوية سنويا وفي نفس الوقت تضيع سنويا 38 مليار دينار في عدم تثمين النفايات العضوية المنزلية حسب ما جاء به مدير الوكالة الوطنية للنفايات عام 2018 .[37]

فهذا يساعد على استصلاح اكبر قدر ممكن من الأراضي بالإضافة إلى توفير مناصب عمل في كل من المجال الزراعي والصناعي والنهوض بالجزائر من دولة تعتمد على عائدات النفط والغاز إلى دولة رائدة في إنتاج الأسمدة العضوية وتعم أراضيها مختلف المنتجات الزراعية.

فكما أظهرت الدراسة واغلب الدراسات أن النتائج مضمونة إذا تم إتباع الطرق الصحيحة في إنتاج الكمبوست فهذا يوفر الوقت ويحدد نوعية المنتوج.

فعلى سبيل المثال الكمبوست المنزلي الذي قمنا بتحضيره أعطى نتائج جيدة في كل من (CE, pH, MO) والمسببات المرضية ( salmonella – E.coli ) حسب الشبكة الأوروبية للكمبوست وهذا عائد الى الطريقة الصحيحة المتبعة في تحضيره وهذا ما تأكده تغيرات درجة الحرارة.

أما بالنسبة للعناصر الكبرى والصغرى كل من ( K، P، Mg ،Ca ) يتم تحديدها لمعرفة نوع المحصول الذي يتم توجيهها إليه فلا يوجد منظمة تحدد مجال امثل لها بل تتوفر دراسة لتحدد أي محصول يعطي أفضل النتائج

بهذه القيم.

على عكس كل من (CE, pH, MO) التي لها مجال من الأفضل عدم تجاوزه بالزيادة أو النقصان لان هذا يؤدي الى نتائج غير مرضية.

خلاصة القول أن السماد هو ناتج عملية تحقق فائدة إيكولوجية كبيرة إذ تساهم في إعادة بناء الأنظمة البيئية المتضررة من التلوث بالإضافة إلى الفوائد الاقتصادية على مختلف القطاعات و على غرار القطاع الزراعي و الخدماتي.

# المراجع و المصادر

# المراجع والمصادر

## المراجع باللغة العربية


| الرقم | الكتب |
|---|---|
| 1 | الدكتور احمد عبد الوهاب، قضايا النفايات في الوطن العربي، الدار العربية لمنشر والتوزيع، القاهرة، 1997، ص 27. شوهد في 2019/07/10. |
| 13 | سامح الغرابية، يحي فرحان، المدخل الى العلوم البيئية، الطبعة الثانية، دار النشر الشروق للنشر والتوزيع، عمان الاردن، 2003، ص 208. |
| 15 | أحمد عبد الوهاب، تكنولوجيا تدوير النفايات، الطبعة الثانية، دار العربية للنشر و التوزيع، الإسكندرية، 1998، ص 27، 109، 120 شوهد في 2019/08/1. |
| 21 | طارق إسماعيل كاخيا، كتّيب الأسمدة، رئيس الجمعية الكيميائية السورية، ص 22، 23. |
| 24 | د.كوكب حسين حربا، المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية، الفصل الثامن، ص 4، 6، 8، 34، 37، 39. |

| الرقم | القوانين |
|---|---|
| 2 | القانون الجزائري الإصدار رقم : 19-01 المتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها و إزالتها، المؤرخ في 27 رمضان الموافق لـ1422. |

| الرقم | مذكرات الماجستير و الدكتوراء |
|---|---|
| 5 | بفناره فاطمة، تسيير النفايات الحضرية الصلبة و التنمية المستدامة في الجزائر، مذكرة مقدمة لنيل درجة الماجستير في التنمية الاقليمية، جامعة منثوري قسنطينة، 2009، ص20، 24، 61. |
| 6 | بديار عادل، النفايات الحضرية الصلبة بمدينة المسيلة، مذكرة ماجستير، معهد تسيير التقنيات الحضرية، جامـعة محمد بوضياف المسيـلة، 2016، ص 13، 24_35، 66. |

| الرقم | الدوريات والمجلات |
|---|---|
| 3 | الجمعية البرلمانية للإتحاد من أجل المتوسط. |
| 7 | المجلة العربية للعلوم، عدد 23،1994، ص 27. |
| 9 | المديرية العامة للبيئة، وزارة الأشغال العمومية والعمران وتهيئة الإقليم والبيئة ،مجلة الجزائر البيئية، الجزائر، العدد الثالث،2000، ص10 |
| 12 | مفتشية البيئة : محاضرة حول إنشاء و تسيير المزابل و المراقبة، سوق اهراس، 1998، ص10 |
| 22 | م. سلطان بن محمد العيد، وزارة الزراعة مركز أبحاث الزراعة العضوية بمنطقة القصيم، المملكة العربية السعودية، ص11_12، 20، 32_34. |
| 26 | جمعية أبو ظبي للرقابة الغذائية اعتمد من مجلس الإدارة بشأن إدارة مخلفات المزارع دليل الممارسة رقم 2 / 16/ 30 أكتوبر 2011. |

| الرقم | المقالات والسلاسل |
|---|---|
| 16 | مازوز بوعيشة، الجزائر تضيع سنويا 38 مليار دينار بسبب عدم رسكلة النفايات المنزلية، آخر ساعة جريدة الشرق الجزائري، 2018. |
| 25 | الدكتور اشرف شوقي كلية العلوم الزراعية جامعة الفيوم، مصر، 2018، سلسلة 78_80. |
| 35 | علا عنان، الدول الرائدة عالميا في إعادة التدوير، مدونة ساسة بوست، 2014. شوهد في 2020/9/1. |
| 37 | حمزة كحال، الجزائر تكثف الاستثمار في الأسمدة، العربي الجديد، 2018. |
| 38 | بشير مصيطفى، الجزائر بحاجة لثقافة رسكلة النفايات، جريدة الشروق، 2019. |

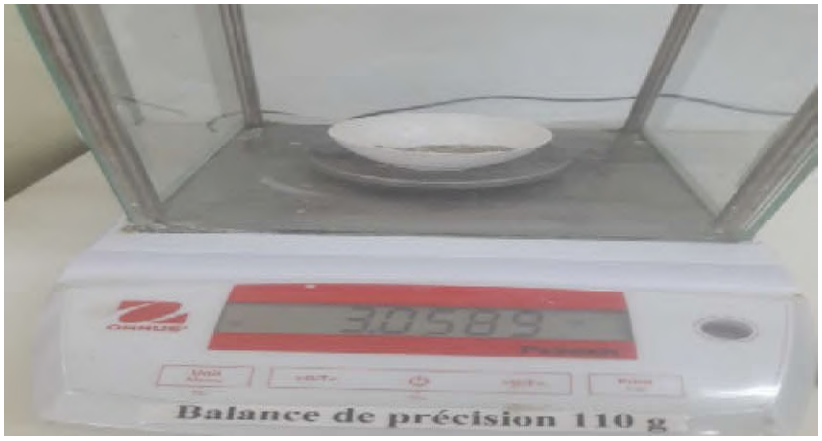
| الرقم | الجرائد الوطنية |
|---|---|
| 14 | إحصائيات الوكالة الوطنية للنفايات، جريدة الخبر الجزائرية ، السنة الرابعة والعشرون، العدد، 2014.7330، ص 7. |

| الرقم | المراجع باللغة الأجنبية |
|---|---|
| 4 | Jean، Michel belat، gestion des déchets، Paris France، DUNOD، 2005 .p23_25 |
| 8 | Journal el watan, enquête jeudi 17 janvier 2008, p 3 |
| 10 | Gillet r, traité de gestion des déchets solides, Copenhague, 1985, 1ére volume, p74. |
| 18 | L. Haouaoui, F. Loukil, "Evaluation du système de gestion des déchets ménagers en Tunisie," proposition de la communication au cinquième colloque international "énergie, changement climatique et développement durable, Tunisie, 15 et 16 Juin 2009, p 19. |
| 19 | Khaled Moustafa, Chemical fertilizers in agriculture: uses and misuses, Arabic Science Archive (arabixiv.org) 2018, p 2. |
| 27 | Sangare A, Le compostage, fiche technique, IER / SOTUBA (Bamako) 1993. .2020/07/11 |
| 28 | MATHIEU C et PIELTAIN F, Analyses chimique des sols méthodes choisies. Collaborateurs JEANROY E., MARCOVECCHIO F., SERVAIN F., SOUCHEYRE H. Lavoisier, 2009, P 389. |
| 29 | GEVALOR, Protocole d'analyses laboratoire obligatoire Africompost. v1,2003, P7. |
| 30 | Jean André Rodier, évaluation of annulas runoff, 1986. |
| 32 | HAFIDOU Soumia, *Utilisation d'un compost à base d'organes de palmier dattier pour la production des plants dans une pépinière*. MASTER Académique, Gestion des Agro-systémes , Université Kasdi Merbah, Ouargla, 2017, P 33-34. |
| 34 | Richards, L.A, Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils, Agriculture, 160, Handbook 60. Department of Agriculture, Washington DC, 1954. |

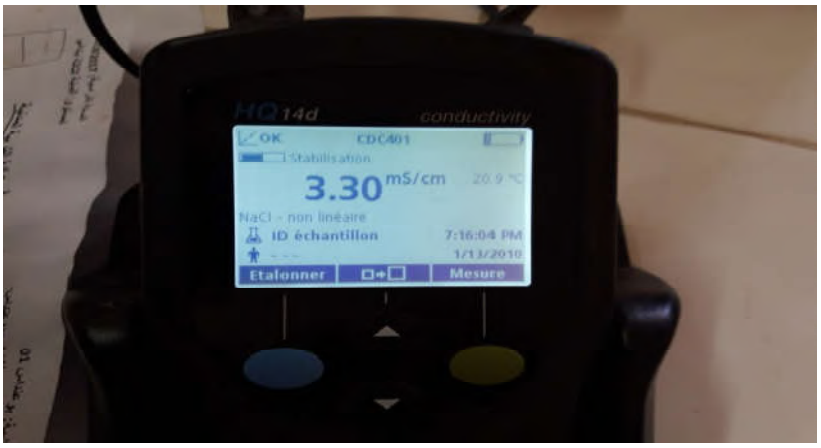
| الرقم | المواقع |
| --- | --- |
| 17 | www.argaam.com le 15/11/2019 |
| 20 | www.agronomie.info |
| 23 | www Kawn Group.com le 25/12/2019. |
| 31 | www.atago.net |
| 33 | European Compost Network ECN e.V. |
| 36 | www.aps.dz |

# الملاحق

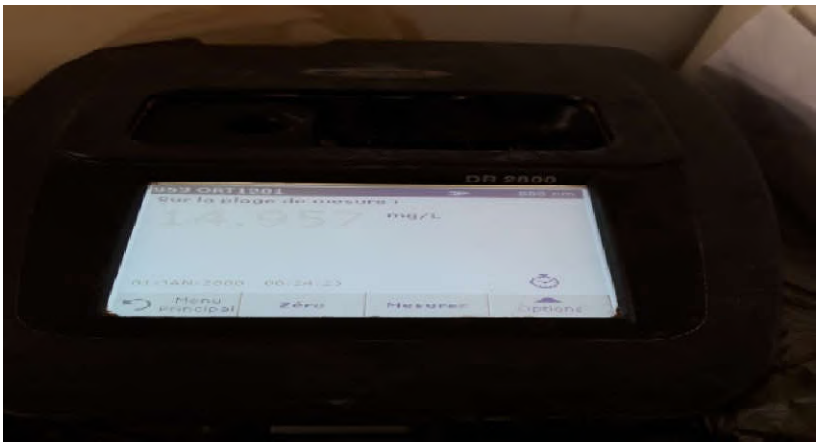
# الملاحق




**الصورة 1: Balance Analytique**



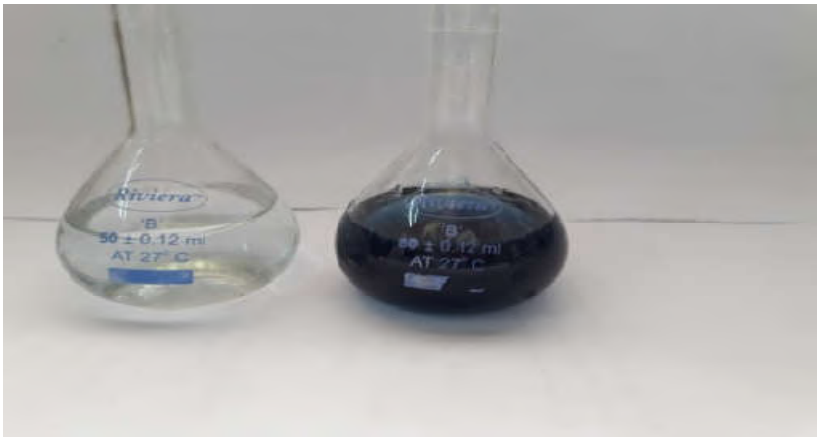

**الصورة 2: جهاز conductivité mètre**




الصورة 3: جهاز Spectrophotométre

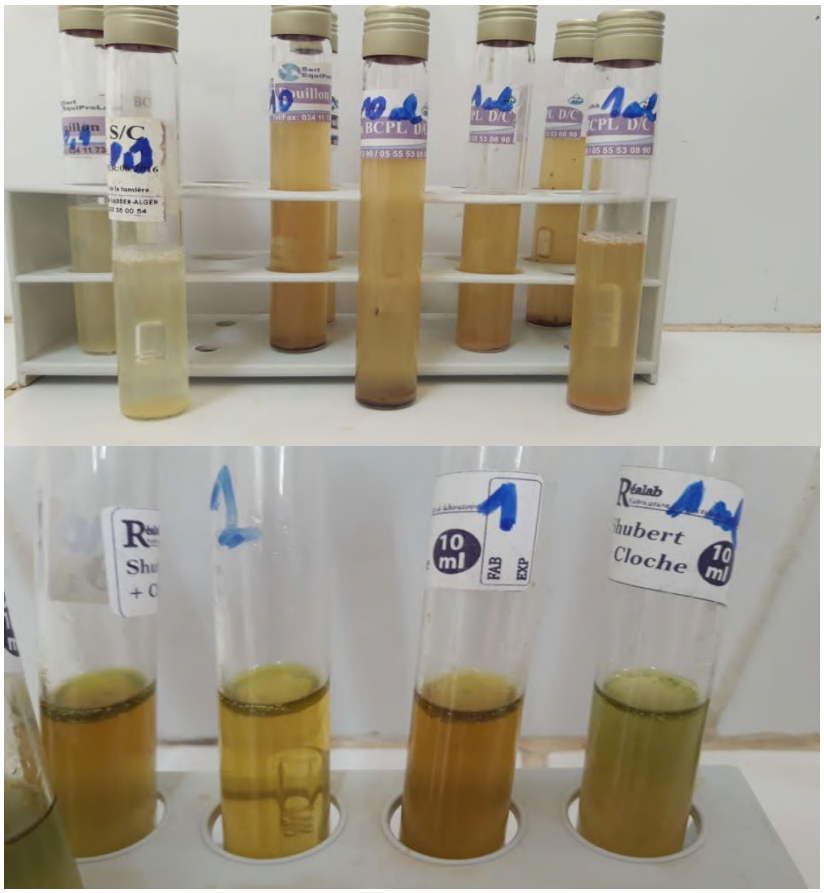
الصورة 4: جهاز Spectrophotomètre à flamme

الصورة 5: جهاز l'étuve



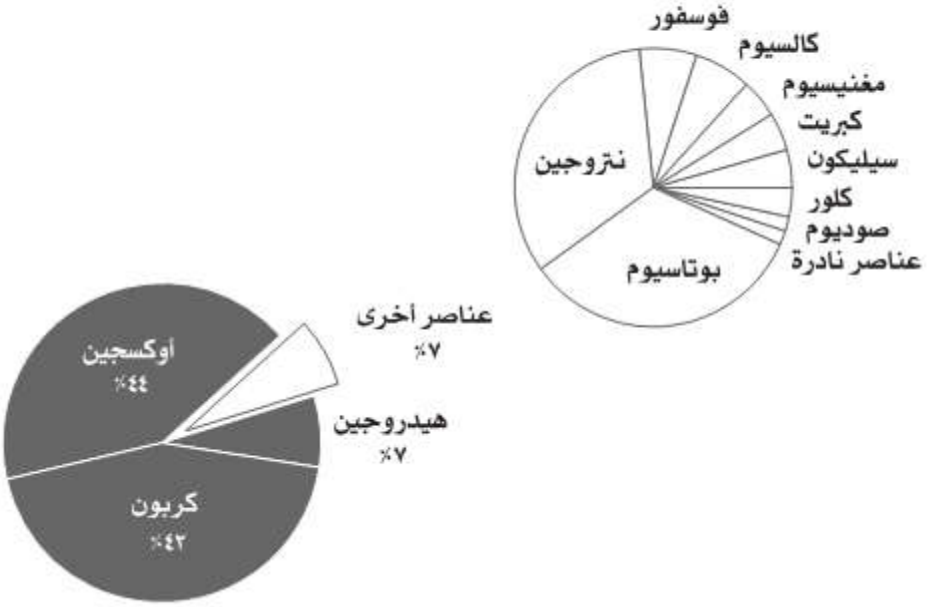

**الصورة 6: نتائج الكشف عن الفوسفور**

**الصورة 7: نتائج المعايرة ب EDTA للكشف عن الكالسيوم و المغنزيوم**




**الصورة 8: نتائج الكشف عن (E. coli)**

الشكل رقم ٣: **متوسط محتوى النباتات من العناصر الغذائية**




**الصورة 9 : تمثل متوسط محتوى النبات من العناصر الغذائية**

## الملخص

إن إعادة تدوير المخلفات يعد حل بيئي لتثمين النفايات القابلة للتحلل اذ تعد ذات نتائج فعالة في التقليل من حجم النفايات واستصلاح الأراضي، يهدف بحثنا لدراسة بعض الخصائص لمنتجين عضويين هما الكمبوست المنزلي وكمبوست المزرعة انطلاقا من مخلفات المطبخ و نواتج تقليم النخيل من غابة ليطاس بجامعة قاصدي مرباح ورقلة.

الأسلوب المنهجي الذي اتبعناه يعتمد على متابعة عملية التسميد لمدة ثلاثة أشهر من 2019/12/01 إلى غاية 2020/02/30 بالنسبة للمنزلي أما بالنسبة لكمبوست المزرعة فتم لمدة أربعة أشهر من 2019/11/20 الى غاية 2020/03 وهذا لتقييم جودة السماد المنتج.

النتائج المتحصل عليها من الكمبوست المنزلي في كل من (CE, pH, MO) داخل المجال المسموح به حسب الشبكة الأوروبية للكمبوست و خالي من المسببات المرضية و هذا ما يشترك فيه كمبوست المزرعة إذا تم معالجته بالطرق الصحيحة، كما أظهرت الزراعة بإضافة المنتجين للتربة الرملية نتائج جيدة .



الكلمات المفتاحية:

كمبوست، تثمين المخلفات العضوية، المعالجة البيولوجية، تخمر هوائي.



## Abstract:

Waste recycling is one of the environmental solutions for profiting from the recyclable waste, which has a huge benefits regarding minimizing trash and land reclamation. Our research is aiming to study the properties of two organic compost, house compost that came from kitchen waste and farm compost that is produced from trimming palm tree leaves from Litas's forest at Kasdi Merbah University Ouargla.

The method we used is based on following the fertilization process for 3 months from 01/12/2019 to 29/02/2020 for the house compost and 4 months for the farm compost from 20/11/2019 to 03/2020, after that we evaluate the quality of the produced fertilizer.

The obtained results showed that the value of (pH, MO CE),in the house compost is in the range allowed by European Compost Network and does not contain any pathogens. The farm compost shares the same results according to previous study if processed with the right method. The study also showed that adding the two products to the sand soil yields a good results.



key words:

Compost, organic waste evaluation, Treat biological, aerated fermentation.



## Résumé

Le recyclage des déchets est une solution environnementale pour valoriser les déchets biodégradables car il a des résultats efficaces pour réduire le volume des déchets et la valorisation des terres.

Notre recherche vise à étudier certaines caractéristiques de deux produits biologiques, qui sont le compost domestique et agricole à base de déchets de cuisine et de produits de taille des palmiers de la forêt de Letas de Université Kasdi Merbah ourgla.

La méthode systémique que nous avons adoptée dépend du suivi du processus de fertilisation pendant trois mois 01/12/2019 jusque à 29/02/2020 pour le compost domestique tandis que le compost agricole a été achevé pendant quatre mois 20/11/2019 jusque à 03/2020 afin d'évaluer la qualité de l'engrais produit.

Les résultats obtenus ont montré que les valeurs du compost domestique sont (pH, MO CE) dans la zone European Compost Network, autorisée exempt d'agents pathogènes et cela se caractérise par le compost agricole selon des études antérieures ś ils ont été traités avec la bonne méthode ,et aussi l' agriculture qui se base sur l'ajout des producteurs de sols sableux a donné des bons résultats.



Les mots-clés

Valorisation des déchets organiques, Traiter biologique, produits de taille des palmiers.