جامعة طرابلـــس
كلية الزراعة ـ قسم البستنة

تقييم استخدام خليط الفيتورة كوسط لنمو أشجار الكافور *Eucalyptus camaldulensis* والأكاشيا *Acacia saligna*

ثريا الصديق علي وهيبة

المشرف : د. محمد علي باكير
الدرجة العلمية: (أستاذ مشارك)

قدمت هذه الرسالة إستكمالا لمتطلبات الإجازة العالية (الماجستير) في العلوم الزراعية
بتاريخ 27/رجب/1439 الموافق 2017/4/30م

جامعة طرابلس
كلية الزراعة ـ قسم البستنة

تقييم استخدام خليط الفيتورة كوسط لنمو أشجار الكافور *Eucalyptus camaldulensis* والأكاشيا *Acacia saligna*

ثريا الصديق علي وهيبة

لجنة المناقشة والحكم:

د. عبد الكريم جمعة التائب كلية الزراعة ـ جامعة طرابلس – متقاعد	(ممتحن خارجي)	.....
د. زهير مصطفى بن سعد كلية الزراعة ـ جامعة طرابلس ـ طرابلس	(ممتحن داخلي)	.....
د. محمد علي باكير كلية الزراعة ـ جامعة طرابلس ـ طرابلس	(المشرف)	.....

الاعتماد

د. أسماء يوسف النجار	د. نوري الساحلي مادي
مدير مكتب الدراسات العليا والتدريب	عميد كلية الزراعة

تاريخ الاعتماد / /2017 م.

بسم الله الرحمن الرحيم

وما أوتيتم من العلم إلّا قليلاً

صدق الله العظيم

الآية (85) (سورة الإسراء)

الإهــداء

إلى من علمني أن أكون طالبة علم طول حياتي، وكان لي قدوة أهتدي بها لتطوير نفسي

إلى والدي العزيز: د. الصديق علي بن وهيبة

إلى من احتوتني منذ صغري وعلمتني أبجديات الحياة وأضاءت عمري بحنانها: إلى والدتي العزيزة

إلى من ساعدوني ودعموني لتحقيق أهدافي: أختاي نجوى وسارة وأخي أيوب

إلى كل من علمني منذ صغري وحتى عمري هذا

أهدي هذا البحث

الشكر والتقدير

الحمد لله نحمده على ماقدرنا ومكننا لإنجازه، وسخر لنا من عباده من علمنا وساعدنا على إتمام هذا البحث، وأبتدئ بالشكر للدكتور المشرف د. محمد علي باكير الذي تفضل بقبول الإشراف على هذا البحث، وأرشدني خلال مسيرتي الدراسية ولإخراج هذا العمل في صورته النهائية.

كما أتقدم بالشكر إلى روح المرحوم د.شرف الشريف الذي ساعدني في مسيرتي العلمية بالدراسات العليا قسم البستنة.

ولايفوتني أن أقدم شكري لأعضاء هيئة التدريس بقسم البستنة لكل الاستشارات والمعلومات والخبرات التي استفدتها منهم خلال مسيرتي العلمية.

كما أخص بالشكر كل من الدكتورمحمد فنير والدكتور.أحمد القنوني على دعمهما بالاستشارة العلمية المتواصلة.

وأتقدم بالشكر لكل من العاملين في محطة الأبحاث كلية الزراعة جامعة طرابلس من أعانوني في الجزء الحقلي من البحث وبالأخص م. محمد فحيمة وحدة الأبقار.

كما أتوجه بالشكر لكل من المهندسة عبير الكيلاني التي ساندتني في جميع مراحل البحث، والمهندسة سمية رحيل و المهندسة حكمت أبو شعالة قسم الهندسة الزراعية، والمهندسة.نجلاء أبو حامد والمهندس حسام شحادة بقسم التربة والمياه. كما اتقدم بخالص الشكر لكل من الدكتور خالد بن نصر و الاستاذ ناصر الزقوزي بقسم الإنتاج الحيواني

وأخيرا أتمنى أن يكون هذا البحث خالصا لوجه الله تعالى وأن يكون إضافة إلى البحث العلمي والعملي وأن يلهم غيري للبحث في هذا المجال.

تقييم استخدام خليط الفيتورة كوسط لنمو أشجار الكافور Eucalyptus camaldulensis والأكاشيا Acacia saligna

أسم الطالبة ثريا الصديق علي وهيبة (رسالة ماجستير).
جامعة طرابلس (2017).
الأستاذ المشرف د. محمد علي باكير (أستاذ مشارك).

المستخلص

أجريت هذه الدراسة بمحطة أبحاث ومعامل كلية الزراعة جامعة طرابلس خلال الفترة من شهر فبراير 2014 إلى شهر مارس 2015، وذلك لدراسة خواص مخلفات معاصر الزيتون ثلاثية المراحل (الفيتورة) وتخميرها للحصول على كومبوست ناضج، ودراسة خواصه كمحسن للتربة الزراعية وتقييم استخدامه كجزء من بيئة الزراعة على صفات النمو لأشجار الكافور والأكاشيا. خلطت الفيتورة حجميا مع روث الأبقار، مسحوق أوراق الزيتون ورمل بنسب 50%: 25%: 10%: 15% على التوالي، وخمر الخليط لمدة 5 أشهر، واختبر نضج الخليط باختبار الإنبات لبذور الخس. أما في الشق الثاني من الدراسة خلط الكومبوست الناضج مع التربة الزراعية حجميا بنسب 0%، 25%، 50% و 75% على التوالي، واختبرت البيئات الأربعة من حيث مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة وتأثير استخدامها كبيئة نمو على الصفات الظاهرية لشتلات الكافور والأكاشيا. أشارت نتائج هذه الدراسة أن الفيتورة الخام تحتوي على نسبة رطوبة عالية بلغت 40%، ونسبة زيت 7.2% ودرجة تفاعل منخفضة 5.8، وارتفاع درجة التوصيل الكهربي 3.95 ملليسمنز/ سم، كما أنها متوسطة المحتوى من النيتروجين الكلي 1.33% وفقيرة المحتوى من الفوسفور والبوتاسيوم المتيسر. وأوضحت النتائج أن هناك تدرجاً في درجات حرارة تخمر الكومبوست، حيث وصلت إلى 50 °م بعد شهر من التخمر، واستقرت عند حوالي 27 °م في الثلاثة أشهر الأخيرة من التخمر، وعند إجراء اختبار الإنبات باستخدام بذور الخس بلغت نسبة إنباتها 85%، مما يعني أنه آمن للاستخدام كمحسن للتربة الزراعية. كما بينت النتائج أن الكومبوست الناتج له كثافة ظاهرية بلغت 0.56 جم/ سم^3 ودرجة تفاعل 7.8 ودرجة توصيل كهربي 3.81 ملليسمنز/ سم، وله نسبة عالية من المادة العضوية بلغت 60% أن نسبة الكربون : النيتروجين كانت 1:12، وأن نسبة النيتروجين الكلي بلغت 3%، وعلى نسبة من الفوسفور المتيسر 1233 ج.ف.م، وبوتاسيوم متيسر 8400 ج.ف.م، وهذه النتائج تشير إلى أنه بالإمكان إضافة الكومبوست مفيدة للتربة الزراعية من حيث وفرة العناصر الأساسية ودرجة التفاعل المعتدلة. كذلك أشارت النتائج أن الكومبوست الناضج له قدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة بلغت 80% عند السعة الحقلية و40% عند نقطة الذبول المؤقت. بينت النتائج أن إضافة الكومبوست إلى بيئة النمو لم يكن له تأثير معنوي على نمو شتلات الأكاشيا، وكان له تأثير معنوي بخفض معدل نمو شتلات الكافور، من جهة أخرى زاد الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري وانخفض الوزن الطري والجاف للمجموع الجذري لكلا النوعين عند نسبتي الإضافة 50% و 75% إلى بيئة النمو. كما أظهرت نتائج هذه الدراسة أن إضافة الكومبوست الناضج إلى بيئة النمو قد زادت من درجة التوصيل الكهربي (EC) ودرجة التفاعل (pH)، كما أنها زادت من تركيزي الفوسفور والبوتاسيوم المتاح.

فهرس محتويات الرسالة

الموضوع **الصفحة**

الإهــداء ..... أ

الشكر والتقدير ..... ب

المستخلص ..... ج

فهرس محتويات الرسالة ..... د

قائمة الجداول ..... و

قائمة الأشكال ..... ز

1. المقدمة 1

2. الدراسات السابقة 4

1.2. مخلفات معاصر الزيتون 4

2.2. تخمير المخلفات العضوية لإنتاج السماد العضوي الصناعي (كومبوست) 6

3.2. تخمير مخلفات معاصر الزيتون(composting) 7

4.2. تأثير إضافة فيتورة الزيتون على خواص التربة وعلى نمو النبات 8

3. المواد وطرائق البحث 12

1.3. المرحلة الأولى: تجهيز واختبار الكومبوست 12

1.1.3. خلط المكونات لإعداد الكومبوست 12

2.1.3. اختبار نضج الكومبوست 12

2.3. المرحلة الثانية: خلط البيئات وزراعة النباتات 16

1.2.3. قياس مقدرة الأوساط على الاحتفاظ بالماء 16

2.2.3. زراعة النباتات 16

3.2.3. قياس ارتفاع النباتات النامية بالأوساط 16

4.2.3. تقدير الوزن الطري والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري للنباتات النامية بالأوساط بعد انتهاء التجربة 18

5.2.3. التحليل الإحصائي 18

3.3. المرحلة الثالثة: الاختبارات المعملية 18

1.3.3. قياس درجة التوصيل الكهربي (EC) 18

2.3.3. قياس درجة التفاعل (pH) 18

3.3.3. قياس الكثافة الظاهرية 19

4.3.3. تقدير نسبة الرطوبة 19
5.3.3. تقدير نسبة المادة العضوية 19
6.3.3. تقدير نسبة الزيت 19
7.3.3. تقدير نسبة النيتروجين 19
8.3.3. تقدير تركيز عنصر الفوسفور 20
9.3.3. تقدير تركيز عنصر البوتاسيوم 20
4. النتائج والمناقشة 21
1.4. خواص الفيتورة المستخدمة في التجربة 21
2.4. درجات الحرارة للكومبوست أثناء فترة التخمر 23
3.4. اختبار درجة نضج الكومبوست باختبار الإنبات 23
4.4. خواص الكومبوست الناضج لفيتورة الزيتون 25
5.4. التغير في المحتوى الرطوبي للبيئات المستخدمة والكومبوست 28
6.4. تأثير الأوساط على الزيادة في الطول والوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري لشتلات الكافور 30
7.4. تأثير الأوساط على الزيادة في الطول والوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري لنبات الأكاشيا 32
8.4. خواص البيئات المستخدمة في الزراعة 34
1.8.4. التغير في درجة التوصيل الكهربي (EC) و(pH) أثناء التجربة 34
2.8.4. التغير في تركيز الفوسفور والبوتاسيوم المتيسر أثناء التجربة 34
5. الاستنتاجات والتوصيات 37
6. المراجع 38

قائمة الجداول

رقم الجدول **عنوان الجدول** **الصفحة**

1. الخواص الفيزيائية ومحتوى العناصر الأساسية في الفيتورة الخام المستخدمة في التجربة.....22

2. الخواص الفيزيائية والكيميائية للكومبوست الناضج لفيتورة الزيتون.....26

3. تأثير إضافة الكومبوست على الزيادة في الطول بعد 3 و6 أشهر من الزراعة والوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري لنبات الكافور بعد 6 أشهر من الزراعة. 31

4. تأثير إضافة الكومبوست على الزيادة في الطول بعد 3 و6 أشهر من الزراعة والوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري لنبات الأكاشيا بعد 6 أشهر من الزراعة.....33

5. التغير في درجة التوصيل الكهربي (ملليسمنز/ سم) ودرجة التفاعل (pH) للبيئات المستخدمة قبل الزراعة وعند نهاية التجربة.....35

6. التغير في تركيز الفوسفور المتيسر والبوتاسيوم للبيئات المستخدمة قبل الزراعة وعند نهاية التجربة. 35

قائمة الأشكال

رقم الشكل **عنوان الشكل** **الصفحة**

1. الفيتورة الخام المستخدمة في إعداد الكومبوست. 13
2. خلط المكونات: فيتورة، روث أبقار، مطحون أوراق الزيتون ورمل. 13
3. توفير الرطوبة للخليط بشكل دوري. 14
4. تغطية الكومبوست بالبولي إيثيلين. 14
5. اختبار سمية الكومبوست باستخدام بذور الخس، ماء مقطر يمينا ومستخلص الكومبوست يساراً. 15
6. خلط الكومبوست مع التربة لتجهيز الأوساط للزراعة. 17
7. التغير في درجات حرارة الكومبوست خلال 5 أشهر من التخمر. 24
8. نتائج اختبار إنبات بذور الخس، على اليمين ماء مقطر وعلى اليسار مستخلص الكومبوست. 24
9. منحنى نسبة الرطوبة للبيئات المستخدمة والكومبوست مع الزمن. 29

1.المقدمة

تعد شجرة الزيتون .*Olea europaea* L إحدى المعالم المميزة لمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط ذات المناخ المعتدل الدافئ باعتبارها الموطن الأصلي لهذه الشجرة (أبوعرقوب، 1998، Firestone، 2005، Ghanbari وآخرون، 2012 وKapellakis وآخرون، 2008)، وهي شجرة ذات أهمية تاريخية واقتصادية واجتماعية تمثل إرثا ثقافيا لشعوب دول المتوسط، كما أنها تعتبر مصدرا للدخل يوفر فرصا للتنمية المحلية في المناطق الريفية، حيث تدار أغلب البساتين ومعاصر الزيتون عن طريق المشاريع الصغرى التابعة للأسر في تلك المناطق (Inglezakis وآخرون، 2012).

تصل نسبة إنتاج دول المتوسط إلى 98% من إنتاج العالم للزيتون (Ilay وآخرون، 2013)، تعود النسبة الأكبر إلى دول شمال المتوسط ابتداء بإسبانيا تليها إيطاليا، وتعتبر تونس من أعلى دول جنوب المتوسط إنتاجا للزيتون (إبراهيم، 2007 والشريف، 2010). على المستوى المحلي يقدر الإنتاج السنوي من الزيتون من 180 إلى 200 ألف طن من ثمار الزيتون (Ghanbari وآخرون، 2012)، حيث تصنف ليبيا في المركز 12 على مستوى العالم، بعدد حوالي 12 مليون شجرة، تنتج 16,500 طن من زيت الزيتون للاستهلاك المحلي حسب إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة (FAO). من أهم الأصناف المعروفة محليا : شملالي، راسلي، اندوري، جبوجي و قرقاشي (العكروت، 2008).

ثمرة الزيتون حسلة (Drupe) يتراوح وزنها بين 0.5 – 20 جم حسب الصنف، تتكون الثمرة من القشرة بنسبة 1.5 – 3.5%، الجزء اللحمي 70 – 80% واللب الذي يحتوي البذرة بنسبة 15 – 20%، تحتوي على الماء بنسبة من 40 – 70% ودهون 6 – 25%، يتواجد الزيت في كل من الجزء اللحمي واللب على التوالي بنسب 16.5 – 23.5 % و 1 – 1.5% من الوزن الطري للثمرة، تمثل المركبات الفينولية نسبة 0.5 – 2.5% من الوزن الطري، من أهمها الأوليروبين (Oleuropein) بالإضافة إلى مركبات عضوية أخرى أهمها: السيليولوز، الهيميسيليولوز، اللجنين والبكتين، الأحماض العضوية مثل الماليك، الستريك والأوكساليك (Servili وآخرون، 2012). وتكمن أهمية ثمار الزيتون في اعتبارها مصدرا للزيت، الذي يتميز بفوائد صحية وغذائية وتجميلية.

عرفت شعوب المتوسط زيت الزيتون منذ القدم، والذي كان معروفا في الديانات السماوية والطب النبوي لفوائده الجمة، وتطورت عملية استخلاص الزيت عبر التاريخ من استخدام الحيوانات والأحجار إلى الاسطوانات الضاغطة، وأخيرا استخدمت تقنية الطرد المركزي لفصل الزيت عن المخلفات الصلبة (الفيتورة) والمخلفات السائلة (المرجين أو الماء العضوي)، هذه التقنية توجد في شكل نوعين من آلات العصر، الأولى ثلاثية المراحل وهي المنتشرة في ليبيا، تعطي ثلاثة مكونات: الفيتورة، المرجين والزيت، ويعاب عليها الكميات

الكبيرة من المخلفات المصاحبة، والنوع الثاني ثنائية المرحل تعطي مكونين: الفيتورة مخلوطة بالمرجين معا والزيت، وهي أقل ضررا بالبيئة من سابقتها (دحيم وآخرون، 2014).

بالنظر إلى كميات المخلفات المصاحبة لإنتاج زيت الزيتون مع كونها سريعة التلف نظرا لمحتواها الرطوبي العالي واحتوائها على نسبة من الزيت، يمكن اعتبار هذه المخلفات ثروة حقيقية إذا أُحسن استعمالها، حيث وُجد أن المعصرة ذات الثلاث مراحل تنتج فيتورة بنسبة 50% من كمية الزيتون التي يتم عصرها، ومن ناحية أخرى قُدِّر إجمالي الفيتورة السنوية الناتجة من خلال حساب متوسطات إنتاج زيت الزيتون لدول حوض البحر الأبيض المتوسط بحوالي 80 مليون طن (Cossu وآخرون، 2013). تُنتج معاصر الزيتون الحديثة من 30-35 كجم فيتورة من كل 100 كجم زيتون (Ouzounodou وآخرون، 2010)، في حين تنتج معصرة الزيتون ثلاثية المراحل 500 كجم من الفيتورة الرطبة و1200 كجم من الماء العضوي لوزن 1000 كجم من ثمار الزيتون (Gougoulias وآخرون، 2013)، من جهة أخرى أشارت بعض الأبحاث إلى أن المعاصر ثلاثية المراحل تنتج زيت، فيتورة ومرجين على التوالي بنسب 20%، 30% و50% من كمية الثمار التي تدخل المعصرة (Omer و Mahmoud، 2012). على المستوى المحلي فقد قدرت كمية الفيتورة لسنة 2014 بصورة تقريبية من خلال ربطها بكميات إنتاج زيت الزيتون وعدد الأشجار من 33 إلى 42 ألف طن (دحيم وآخرون، 2014).

اهتم الكثير من البحاث بالمنتجات المصاحبة لشجرة الزيتون (olive tree by-products)، فقد وجد أن 1 هكتار من بساتين الزيتون ينتج 1.2 طن من مخلفات التقليم ما بين أغصان وأوراق صغيرة (Dimitrios وآخرون، 2014)، من ناحية أخرى يتخلف عن معاصر الزيتون كميات من المخلفات، تتباين بين الأوراق والأغصان الصغيرة تقدر كمياتها بنسبة 10% من وزن الثمار، تتميز الأوراق بمحتواها العالي من الفينولات (الأوليروبين)، الأحماض والليجنينات (Abaza وآخرون، 2015 و Erbai و Icier، 2010). يستخدم نصفها تقريبا في تغذية الحيوانات ويبقى الباقي عبئا على البيئة دون الاستفادة منه (دحيم وآخرون، 2014).

مع اتساع المساحات الخضراء أصبح استخدام أشجار الغابات كنباتات للزينة وأسيجة ومصدات للرياح في ازدياد مستمر، لما لها من أهمية بيئية، جمالية وطبية (El-Afghani، 1981). على الصعيد المحلي تعتبر أشجار الكافور *Eucalyptus spp* من الأنواع المدخلة والأكاشيا *Acacia spp* من الأنواع المحلية التي نجحت زراعتها في ليبيا كمصدات للرياح وعلى جوانب الطرق ولقيمتها الجمالية في الحدائق لسرعة نموها وقدرتها الكبيرة على التأقلم مع الظروف المحلية (عبد الله و الكناني، 1990 و الصغير، 1986). يعتبر إكثار النباتات وتشتيلها من العمليات المهمة التي تهتم بها المشاتل المحلية، ويعتبر وسط النمو من العوامل المهمة في إنجاح هذه العمليات. تهتم هذه الدراسة باستخدام المخلفات الصلبة لمعاصر الزيتون (الأوراق والفيتورة) زراعيا، حيث أنها تتكدس موسميا بكميات كبيرة مع عدم وجود تطبيقات تستفيد منها بالشكل الأمثل. من جهة أخرى يلاحظ ارتفاع التكلفة لبيئات النمو المستوردة لأصحاب المشاتل مما يشجع على إيجاد خيارات من داخل

البيئة تكون ذات تكلفة أقل، بالإضافة إلى الأبحاث العلمية وتجارب دول الجوار على فيتورة الزيتون، والتي أعطت نتائج متباينة إيجابيا وسلبيا حسب المضافات وطريقة ومدة التخمير.لذا تهدف هذه الدراسة إلى تقييم استخدام مخلفات المعاصر ثلاثية المراحل (Three-phase decanters) واستخدامها لإنتاج كومبوست يتم اختباره كوسط لنمو شتلات الكافور والأكاشيا، مع دراسة التغير في خصائص الوسط والصفات الظاهرية للنباتات تحت الدراسة.

2. الدراسات السابقة

1.2. مخلفات معاصر الزيتون

يمثل إنتاج أصناف الزيت مانسبته 90% من الإنتاج الكلي للزيتون، لذا فإن استخلاص الزيت يعتبر من الأنشطة ذات الأهمية الكبيرة في المناطق التي تندر فيها الأنشطة الاقتصادية الأخرى. عبر تطور التاريخ اختلفت طرق استخلاص الزيت، حيث انتشرت قديماً المعاصر التقليدية التي تعتمد على الأحجار التي تجرش الثمار بواسطة حركة الحيوانات، ثم تطورت هذه العملية فاستخدمت المعاصر ذات المكابس الهيدروليكية، والتي تُجرش فيها الثمار بواسطة أحجار كبيرة تسمي محليا (قرقابة)، أما حديثا تنتشر المعاصر الحديثة ثنائية وثلاثية المراحل، والتي تعتمد على الفصل بالطرد المركزي. ترتكز عملية استخلاص زيت الزيتون على ثلاث عمليات أساسية وإن اختلفت الآلة: أولا : طحن الثمار وتحويلها إلى عجينة، ثانيا : فصل الجزء السائل في هذه العجينة والمتمثل في الزيت والمرجين عن الجزء الصلب (الفيتورة)، وثالثا : التصفية وهي فصل الزيت عن الماء العضوي (دحيم وآخرون، 2014).

تنتج عن شجرة الزيتون مخلفات زراعية مختلفة، سواء مانتج عن العمليات الزراعية المختلفة في الحقل كمخلفات التقليم، او من عملية عصر الثمار وهو ما يعرف بـــ Olive tree by-products ومنها:

(أ). الفيتورة الخام (كعكة الزيتون) The Crude Olive Cake: وهي المخلفات الصلبة الناتجة من عملية الاستخلاص الأولى عن طريق الضغط لثمار الزيتون، وهي إما أن تكون سائلة مخلوطة بالماء العضوي في المعاصر ثنائية المراحل، أوأن تكون صلبة في المعاصر ثلاثية المراحل.

(ب). كعكة الزيتون الناتجة من المذيبات The Solvent Extracted Olive Cake: هي الفيتورة المعاملة بالمذيبات العضوية –غالبا الهكسان (Hexane) - لاستخلاص الزيت المتبقي بها، هذا الزيت يدخل في صناعة الصابون.

(ج). فيتورة الزيتون منزوعة اللب The Olive Pulp : وهي العجينة الناتجة بعد فصل لب الثمرة، وهي ذات محتوى رطوبي عالي 60% مما يعني سرعة تدهورها.

(د). الماء العضوي The Vegetation Water : وهو السائل الغامق الناتج من استخلاص الزيت بالطرد المركزي، أو بالترسيب في الآلات التي تعتمد على الكبس.

(هـ). أوراق الزيتون المجمعة من المعاصر Leaves Collected in The Oil Factory : وهي الأوراق التي تخرج من المعصرة بعد عملية غسل الثمار، وتنتج بنسبة تقديرية 5 - 10% من وزن الثمار التي تدخل المعصرة.

(و). مخلفات التقليم Pruning Residues : تشمل الأوراق والأغصان الناتجة من التقليم الجائر لشجرة الزيتون، وهي غالبا تدخل في صناعة علف الحيوانات (Nafzaoui، 1999).

تُعرّف الفيتورة على أنها المادة الصلبة المتخلفة من عملية استخلاص زيت الزيتون بالمعاصر (دحيم وآخرون، 2014)، وذكر Ouzoundou وآخرون (2010) أن الاختلاف في خواص الفيتورة المتكونة يعود إلى عدد من العوامل منها طريقة استخلاص الزيت، الاختلافات بين أصناف الزيتون، درجة نضج الثمار، المنطقة التي تنمو بها الأشجار، الظروف المناخية من كميات الأمطار ودرجات الحرارة، والعمليات الزراعية كالري والتسميد والتقليم. وهذه الفيتورة الخام الناتجة من معاصر الزيتون الحديثة هي عبارة عن خليط من قشرة ثمرة الزيتون واللب والبذرة ، فقد وجد Nasini وآخرون (2013) أن الفيتورة بشكل عام تتميز بمحتواها الرطوبي العالي، والذي يختلف حسب تقنية الاستخلاص، فهو يتراوح بين 35– 49 % في المعاصر ثلاثية المراحل، وقد يصل إلى أعلى من 60% للمعاصر ثنائية المراحل (Altieri و Esposito، 2008 ،Cossu وآخرون،2013 وOuzounodou وآخرون،2010)، كما تحتوي على زيت بنسبة 2%-4% (Borja وآخرون، 2006 و Brlek وآخرون، 2012). وقد بين Gomez-monus وآخرون (2012) وللفيتورة محتوى عالي من الكربون والمادة العضوية، كما أنها تتميز بارتفاع كميات المركبات الفينولية والدهنية.

تتميز فيتورة الزيتون بأنها ذات رائحة حامضية، لونها بين البني الغامق والأسود، تشير الأبحاث المنشورة إلى أن الفيتورة على اختلاف أنواعها سواء كانت كاملة أو منزوعة اللب، ناتجة من معاصر ثنائية او ثلاثية المراحل لها درجة تفاعل منخفضة (pH) في مدى بين 4.5 – 6.9، حيث أن الفيتورة الناتجة من المعصرة ثنائية المراحل تكون حامضية بدرجة أعلى لاختلاطها بالمرجين ، كما لوحظ أن للفيتورة درجة توصيل كهربي معتدلة حسب المعلومات المتوفرة في الأبحاث السابقة (Altieri و Esposito، 2008، Gougoulias وآخرون، 2013،Ilay وآخرون، 2013 و Nasini وآخرون، 2013).

ازداد في العقود الأخيرة اهتمام العالم بالمحافظة على البيئة وإمكانية إعادة استخدام المخلفات النباتية في الأغراض الزراعية والصناعية باعتبارها مصدرا متجددا، تنوعت أشكال الاستفادة من الفيتورة كما قامت عليها العديد من الصناعات، حيث استخدمت الفيتورة الكاملة أو منزوعة اللب كمصدر للتدفئة في المناطق التي تعاني عجزاً في الطاقة، كما قامت الدراسات على تجفيفها وتشكيلها على هيئة كبسولات تستخدم للتدفئة وكمصدر للطاقة في الحظائر (Fennir وآخرون، 2014، Al-Widyan وآخرون، 2002، Tawarahو Rababah، 2013 و أبو شعالة، 2016). المستوى المحلي فهناك اتجاه كبير نحو استخدام الفيتورة الكاملة أو منزوعة اللب كمادة مالئة في أعلاف المجترات كونها غنية بالألياف فقيرة المحتوى من البروتين الخام غنية بالطاقة (التاجوري، 2008، الدهماني، 2007 و Tayer ، 1987).

تناولت أبحاث كثيرة فوائد إضافة الفيتورة الخام أو التي تم تخميرها إلى الأراضي الزراعية – عادة في المناطق القريبة من المعاصر – لتحسين خواص التربة من حيث التغذية والخصوبة (Altieri وEsposito ، 2008 وNasini وآخرون، 2013)، أو عند استخدامها في شكل خام في المكافحة الحيوية، حيث أشار إسطيل (1996) إلى فعالية الفيتورة الخام في مكافحة النيماتودا أو ضد الفطريات (Lopez-Pineiro وآخرون،

2008). ويعتبر استخدام الفيتورة مع المخلفات النباتية الأخرى مصدر اهتمام للوصول إلى وسط نمو ملائم للنباتات (كومبوست)، ولاستعماله كبديل لأوساط النمو الأخرى التي تعتبر غير متجددة .

2.2. تخمير المخلفات العضوية لإنتاج السماد العضوي الصناعي (كومبوست)

تزخر بيئتنا بالكثير من المخلفات الزراعية التي تُجرى لها عملية التخمر لاستخدامها كمحسّن للتربة،هذه المخلفات تعتبر مصدر قلق بيئي من حيث أنها تحتل حيزا من المزرعة يوفر بيئة مناسبة لنمو الحشرات الضارة والقوارض، كما أن لها قابلية كبيرة للتعفن مما يعتبر سببا في انتشار الأمراض وانبعاث الروائح الكريهة، وما يزيد من تفاقم المشكلة هو قيام البعض بحرق هذه المخلفات مما يؤدي إلى تلوث الهواء والمياه الجوفية (Alexander، 2001).

تختلف مخلفات المزارع حسب المصدر وطريقة المعاملة لتسهيل تخميرها والاستفادة منها، فنجد المخلفات النباتية المحتوية على نسبة عالية من المواد المعقدة كاللجنين والسيليولوز كسعف النخيل والفيتورة وهناك أيضا المخلفات النباتية سريعة التحلل كنواتج التعشيب والتقليم.تعتبر معظم ترب ليبيا من الترب الجافة وشبه الجافة عدا مناطق الجبل الأخضر والتي تقدر بحوالي 0.29%من المساحة الكلية، تشكل الترب الرملية منها نسبة كبيرة (القريقني، 2010)، إن محتوى المادة العضوية في هذه الترب ضئيل جدا قد لا يتعدى 1% خاصة في المناطق الجافة و شبه الجافة والصحراوية (الشقلاف، 2009)، كما أنها تحتفظ بالرطوبة بشكل بسيط إضافة إلى فقرها من العناصر الغذائية، مما أدى إلى الاهتمام بإضافة المخصبات المختلفة ، هذه المخصبات هي عبارة عن مخلفات نباتية أو حيوانية تساعد في تحسين الخواص الفيزيائية كبناء التربة وكثافتها، وأيضا تزويدها بالعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات (بلبع، 2002).

تضاف المخصبات إلى التربة بنسب حجمية أو وزنية تختلف حسب خواص المادة المضافة والكميات المطلوبة منها والغرض من إضافتها. وهي تتميز عن السماد الكيماوي في أنها تجعل التربة خصبة وتحسن من خواصها الفيزيائية والكيميائية وتزيد من نشاط الكائنات الحية الدقيقة، في حين أن السماد الكيماوي يقتل الكائنات الحية الدقيقة النافعة بالتربة الأمر الذي يؤدي إلى تدني خصوبة التربة بمرور السنوات، كما أن تكرار استخدام الكيماويات يهدم بنية التربة ويغير من خواصها الفيزيائية إضافة إلى الضرر البيئي المتمثل في تلوث المياه الجوفية بفعل الغسيل للأسمدة المضافة وانتقال هذا الضرر إلى النباتات والحيوانات والإنسان (بلبع، 2002).

تحتاج عملية تخمير المخلفات العضوية إلى مراقبة نسبة الكربون إلى النيتروجين، الرطوبة، التزويد المستمر بالأكسجين والحرارة المناسبة. تُوفّر هذه الظروف بيئة مناسبة لعمل الكائنات الدقيقة التي تعمل على تحلل المادة العضوية، يوجد نوعان من التخمر للمادة العضوية هوائي ولاهوائي، في وجود الأكسجين وفي عدم وجوده، ولا يفضل التخمر اللاهوائي حيث ينتج عنه انبعاث روائح كريهة مصدرها غاز كبريتيد الهيدروجين، وعند تقييم جودة الكومبوست الجاهز للاستخدام يُنظر إلى التجانس وأن يكون قوامه اسفنجيّاً، كما يُراعى أن

يكون ذو رائحة شبيهة برائحة التراب المبلل بالماء أو أن يكون عديم الرائحة، ذو لون بني غامق، وتامّ النضج مما يعني سهولة التداول والاستخدام، أن لا يسخن عند ترطيبه بالماء، أن يكون خالياً من بذور الحشائش أو الكائنات الممرضة (Graves وHattemer، 2010).

تمر عملية تخمير المخلفات العضوية بثلاث مراحل تختلف في طولها وقصرها حسب المواد الخام بخليط التخمر، المرحلة الأولى هي مرحلة التسخين (Thermophilic)، وفي هذه المرحلة تتراوح درجة حرارة الخليط بين 50°م - 70°م، يحدث في هذه المرحلة تكسير للمواد العضوية المعقدة مثل اللجنين والسيليولوز والهيميسيليولوز، المرحلة الثانية هي مرحلة التبريد (Mesophilic)، والمرحلة الثالثة هي النضج (Psychrophilic) تتراوح فيها درجة الحرارة بين 25°م - 40°م، وهاتان المرحلتان تتحلل فيهما المادة العضوية بوتيرة أبطأ تبعا لدرجة الحرارة المنخفضة، وتجدر الإشارة هنا إلى أنه في بعض الأبحاث قد تندمج المرحلتان الثانية والثالثة في مرحلة واحدة، ويتم التركيز فقط على مرحلة التسخين لأهميتها (Graves وHattemer، 2010 وAlexander، 2001).

3.2. تخمير مخلفات معاصر الزيتون(composting)

هناك العديد من الأبحاث التي درست تخمير مخلفات الزيتون، نجد أنها تختلف باختلاف المضافات، فهناك اختلاف في درجات الحرارة القصوى التي وصل إليها الكومبوست ونسبة الرطوبة وعدد الأيام لفترة التسخين وللتخمر ككل، فقد درس Baddi وآخرون (2009) تخمير الفيتورة، المرجين وتبن القمح، حيث كان التحريك ميكانيكا للخليط، واستمر التخمر مدة 365 يوما، كما خلط Alburquerque وآخرون (2009) لب الزيتون مع مخلفات زراعية مختلفة بحيث كانت نسبة الرطوبة للخليط بين 44% - 55%، واستمر التخمير 300 يوما مع التحريك والتهوية الميكانيكة. استخدم Agnolucci وآخرون (2013) مخلفات المعاصر ثنائية المراحل (فيتورة + مرجين)، بحيث خمرت لمدة 200 يوما، وكانت درجة الحرارة القصوى للكومبوست 50 °م وكان طول فترة التسخين 105 يوما.

خلط Cayuela وآخرون (2010) مخلفات المعاصر ثنائية المراحل، روث الأغنام ومخلفات تقليم العنب، بحيث كانت درجة حرارة الخليط أعلى من 40 °م، ونسبة الرطوبة بين 55% - 60%، استمرت مدة التخمر لفترة من 241 – 279 يوما، وكان طول فترة التسخين 147 – 168 يوما. كما درس Hachicha وآخرون (2009) خلط مخلفات المعاصر الثنائية، روث الدجاج مع المرجين، بحيث استمر التخمر مدة 125 يوما، وكان طول فترة التسخين 95 يوم، وبلغت أقصى درجة حرارة 65 °م.

في تجربة قام بها Komilis و Tziouvaras (2009) تُرك خليط التخمر المكون من لب وأوراق الزيتون، رقائق خشبية ومخلفات الأرز لمدة 548 يوما، حيث أنه يحتوي على مكونات صلبة صعبة التحلل، كما درس Michailides وآخرون (2011) تخمير مخلفات المعاصر ثنائية المراحل لمدة 120 يوما، كانت فترة التسخين خلالها 37 يوما، وبلغت درجة الحرارة القصوى أعلى من 50 °م ورطوبة 50%. وفي تجربة

أجراها Tortosa وآخرون (2012) خلطت فيها مخلفات الزيتون مع روث الأبقار والدواجن وإضافة عنصري الحديد والفوسفور، حددت فترة التخمر بـ 280 يوما كانت فترة التسخين خلالها بين 140 – 182 يوما، برطوبة 58% ودرجة حرارة قصوى أعلى من 40 °م.

4.2. تأثير إضافة فيتورة الزيتون على خواص التربة وعلى نمو النبات

تناولت الكثير من الأبحاث مدة التخمر لمخلفات الزيتون الصلبة، فقد درس Chowdhury وآخرون (2014) عملية تخمر كومبوست الزيتون خلال فترة 90 يوما من التخمر، بدراسة التغير في خواص الكومبوست على طول فترة التخمر، باستخدام الفيتورة كمادة خام وإضافة أوراق الزيتون ونخالة الأرز كمواد مالئة توفر التهوية للكومبوست بنسب حجمية مختلفة، وبترطيب الوسط بالماء العادي أو بماء الزيتون، وخلصت الدراسة إلى أن الكومبوست الناضج لمخلفات الزيتون يمكن اعتباره كمحسن جيد للتربة، من حيث خلوه من المواد السامة ومن حيث احتوائه على مغذيات للتربة والنبات، كما أوصت الدراسة بأن لا تتجاوز نسبة أوراق الزيتون المضافة نسبة الثلث من الحجم الكلي للحصول على كومبوست عالي الجودة، حيث تراوحت درجة تفاعل الكومبوست الناضج بين 7.79 – 6.83، أما درجة التوصيل الكهربي فقد تراوحت بين 548 -1050 ملليسمنز/ سم، وتراوحت الرطوبة بين 45.5% - 61%.

في دراسة قام بها Lopez-Pinerio وآخرون (2011) اختبرت فيها فيتورة الزيتون منزوعة الزيتون بإضافتها بكميات 0، 27 و54 طن/ هكتار من أشجار الزيتون لمدة ثماني سنوات، وجد أنها زادت من إنتاج الأشجار للزيت خاصة عند كمية الإضافة 54 طن/ هكتار، كما لوحظ تأثيرها الإيجابي التراكمي على كل التربة من حيث: المحتوي من المادة العضوية، النيتروجين الكلي، الفوسفور المتيسر والبوتاسيوم، مع ملاحظة أن استخدام فيتورة الزيتون قد زاد من تركيز الأملاح في التربة.

أشار Ouzounodou وآخرون (2010) إلى أن استجابة النباتات لإضافة فيتورة الزيتون تختلف باختلاف المضافات وطرق التخمير من جهة، وحسب النوع النباتي ومرحلة النمو وطريقة الزراعة من جهة أخرى، فقد وجد Kelepesi و Tzortzakis (2009) أن مخلوط التربة مع الفيتورة بنسبة حجمية 1:9 على التوالي تحت ظروف الصوبة يمكن أن يزيد من إنبات بذور الخس ونبات الهندباء البري. كما وجد Papafotiou وآخرون (2005) أنه عند تنمية جذور نبات الكروتون *Codiaeum variegatum* L. ونبات *Syngonium podophyllum* L. لمدة 5 أشهر وزرع نبات الفيكس *Ficus benjamena* L. لمدة 10 أشهر في وسط نمو يحتوي على مخلفات زيتون وبيت موس وبيرلايت بنسب مختلفة مقارنة بالشاهد الذي هو عبارة عن بِيت موس : بيرلايت بنسبة 1:1، لوحظ أنه عند استخدام كومبوست الزيتون في وسط النمو بنسبة أعلى من 75% كان النمو الخضري والجذري لنبات الكروتون مشابهاً للشاهد، في حين أن نسبة 50% من كومبوست الزيتون أعطت أعلى معدل نمو لنفس النبات، وبشكل عام مع ازدياد نسبة كومبوست الزيتون في

وسط النمو لوحظ انخفاض تدريجي في كل من قطر الساق الرئيسي، الوزن الطري للأوراق والوزن الجاف للجذور.

وفي دراسة قام بها Michailides وآخرون (2011) أنه عند خلط فيتورة الزيتون مع مسحوق الأوراق الجافة للزيتون بنسبة حجمية 1:2 و تخميره لمدة 120 يوم، وإضافته كطبقة سطحية إلى نباتات خس عمرها 10 أيام مزروعة في أصص داخل صوبة، وُجد أن أعلى إنتاجية من الجذور والأوراق كان عند إضافة وزن 100 جم من الكومبوست، حيث زادت إنتاجية أوراق نبات الخس بنسبة 145% مقارنة بالشاهد، وقد قدرت الدراسة أن هذا الوزن (100جم) يضاهي حقلياً إضافة 31.5 طن للهكتار. كما وجد Altieri و Esposito (2008) أنه باستخدام كومبوست مكون من 72% فيتورة منزوعة اللب، 11% بقايا الصوف، 8.5% نخالة القمح و 8.5% نشارة الخشب وتخميرها لمدة 3 أشهر ومن ثم إضافتها إلى بستان أشجار الزيتون لمدة 5 سنوات متتالية، وُجد أن متوسط إنتاجية الأشجار كان 8 كجم للشجرة مقارنة بالشاهد (التربة غير المعامَلة) 7.2 كجم/للشجرة ، فيما كان قياس قطر جذع الشجرة متساوياً في المعاملتين.

وفي دراسة أخرى قام بها نفس الباحثين Altieri و Esposito (2010) استخدم فيها كومبوست مكون من 72% فيتورة منزوعة اللب، 14% بقايا الصوف و 14% نخالة القمح، وخمرت المكونات لمدة 60 يوما، واختبر الكومبوست الناتج على نباتي الخس والطماطم، فلم تكن هناك فروق معنوية بين الشاهد والكومبوست تأثير إيجابي على معدل النمو والوزن الطري لنبات الخس، وعلى وزن الثمار وكمياتها لنبات الطماطم. كما قام Nasini وآخرون (2013) بدراسة تأثير إضافة الفيتورة غير المعاملة إلى بساتين الزيتون وقياس مدى تأثيرها لمدة 4 سنوات، فلوحظ ارتفاع في طول الأفرع وكفاءة إنتاج الثمار والوزن الجاف للثمار مقارنة بالأشجار غير المعاملة، فيما لم يلاحظ تغير في خواص زيت الزيتون الناتج من هذه المعاملات. كما بحث Toscano وآخرون (2013) إنتاج نوعين من كومبوست الزيتون من نواتج المعصرة ثنائية وثلاثية المراحل مع إضافة ماء الزيتون والأوراق الجافة إلى الخليط، ووجد أن أشجار الزيتون المعاملة بالخليطين أعطت نسبة 9% زيادة في إنتاج الزيتون مقارنة بالأشجار النامية في التربة غير المعاملة .

طور Beca وآخرون (2013) تصميما لإجراء عملية التخمر لفيتورة الزيتون لتسهيل تحلل المواد المعقدة بها مثل الليجنوسيليولوز، ووجدت الدراسة أن 82% من الليجنوسليويوز قد تحلل عند درجة حرارة أعلى من 50°م خلال 3 أشهر(إضافة 22)، وفي دراسة أخرى أضيف كومبوست فيتورة الزيتون إلى التربة بنسب وزنية 2%، 4% و 8%، فوجد أن قدرة احتفاظ التربة بالماء عند نسبة إضافة 8% قد زادت بنسبة 10.3% للتربة الطينية وبنسبة 16.5% للتربة الطميية.

وفي دراسة قام بها El-Asswad (1992) أضيفت فيتورة الزيتون بنسب وزنية 0%، 5%، 10% و 20% إلى تربة رملية وأخرى رملية طميية، وقد لوحظ من الدراسة أن إضافة الفيتورة عند نسبة 20% قد زاد من نسبة احتفاظ التربة بالماء إلى نسبة أعلى من الضعف، في دراسة قام بها Nadjet وآخرون (2014) حُضِّر

فيها 3 خلطات من الكومبوست بنسبة 50% من الفيتورة الخام و 50% روث أبقار بالإضافة إلى مكونات أخرى خُمرت لمدة 5 أشهر، أضيف وزن 3 كجم من الكومبوست إلى بادرات القمح و اختبرت النباتات لمدة 6 أشهر، ولوحظ أن إضافة خلطات الكومبوست الثلاثة قد زاد من إنتاج القمح بنسبة حتى 26.53%، كما لوحظ زيادة في عدد البذور الكلية المنتَجة للنباتات المعامَلة مقارنة بالشاهد.

وفي دراسة أجراها Fernandez- Hernandez وآخرون (2014) لمعرفة تأثير إضافة 4 خلطات من كومبوست فيتورة الزيتون على نمو أشجار الزيتون بعمر 6 سنوات، استخدم في هذه الخلطات كل من : روث الأغنام، روث الخيل، اليوريا السائلة ومخلفات تقليم أشجار الزيتون بنسب مختلفة مع فيتورة المعاصر ثنائية المراحل، ولوحظ من التجربة زيادة واضحة في محتوى التربة من عناصر النيتروجين، الفوسفور، البوتاسيوم ومحتواها من المادة العضوية، كما أثرت إضافة الكومبوست على محتوى زيت الزيتون في الثمار الناتجة بزيادة قدرها 15% مقارنة بثمار الأشجار المعاملة بالسماد غير العضوي.

كما أجرى Hachicha وآخرون (2006) دراسة لمعرفة خواص كومبوست فيتورة الزيتون وتقييمه كسماد بديل، حيث استُخدمت الفيتورة المعالَجة بالمذيبات والتي تتوفر في مصانع الصابون، وأضيف إليها روث الدواجن بنسبتين مختلفتين مع إضافة الماء العضوي الناتج من المعاصر لزيادة المحتوى الرطوبي في الخليط، خلصت الدراسة إلى أن استخدام الماء العضوي لم يكن له تأثير سلبي على التربة من حيث درجة التفاعل والملوحة، كما زاد استخدام الكومبوست من إنتاجية نباتات البطاطس المعاملة بإنتاج 31.5 – 35.5 طن/هكتار مقارنة بإنتاج قدره 30.5 طن/هكتار للبطاطس المعاملة بروث الماشية فقط.

كما بحث Endeshaw وآخرون (2015) تأثير إضافة الفيتورة الخام بنسب حجمية 0%، 4%، 8%، 20% و 40% إلى شتلات الزيتون النامية في مخلوط التربة والبيتموس، أوضحت النتائج أنه بعد 90 يوما من الزراعة لوحظ أن إضافة الفيتورة الخام قد زاد من محتوى بيئات النمو من المادة العضوية، النيتروجين الكلي و البوليفينولات، كما أنها زادت من وزن المادة الجافة للجذور باستثناء نسبة 40%، كما لم يكن لإضافتها تأثير على محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل وكفاءة التمثيل الضوئي مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

في دراسة أخرى حُضرت 3 خلطات لصناعة الكومبوست باستخدام تبن البحر المغسول بالماء للتخلص من تركيز الأملاح مع نسبة من فيتورة الزيتون وروث الدواجن بنسب وزنية وخُمّر الخليط لمدة 300 يوم، ثم خلط الكومبوست الناضج مع البيتموس كبيئة إنبات لبذور الطماطم والفجل وتشجيع نمو البادرات، أظهرت النتائج زيادة ملحوظة في نسبة إنبات البذور ونمو البادرات لأنواع الخلطات الثلاث (Ben- Jenana وآخرون، 2009).

وفي دراسة قام بها Al-Widyan وآخرون (2005) أضيف فيها كومبوست كعكة الزيتون إلى نوعين من التربة بنسب وزنية: 2%، 4% و8%، لوحظت زيادة في قدرة احتفاظ التربة الطميية والطينية بالماء بنسبة 10.3% و16.5% على التوالي، وذلك عند نسبة الإضافة 8%. كما درس Montemurro وآخرون (2011)

تأثير إضافة كومبوست الزيتون على إنتاجية البازلاء والبرسيم والحبوب مقارنة بالسماد العضوي، فلوحظت زيادة في الوزن الجاف للبازلاء بنسبة 27.2% و52%، وللحبوب بنسبة 23.2% و43.6% للسماد العضوي والمعدني على التوالي. كما درس Altieri وآخرون (2010) تأثير إضافة خليط من مخلفات الزيتون الصلبة والسائلة إلى التربة كبديل للبيتموس، وذلك بزراعة نبات الفراولة في أوساط مختلفة بنسب حجمية 0%، 25%، 50% و 75%، فلوحظ ان نسبة الإضافة 75% كانت الأفضل من حيث كمية الثمار ووزن النبات وعدد المدادات المتكونة، كما لوحظ أن إضافة السماد إلى مخلفات الزيتون كان له تأثير إيجابي أكبر على نفس الصفات المذكورة.

3. المواد وطرائق البحث

أجريت هذه الدراسة على ثلاث مراحل استمرت من شهر فبراير 2014 وحتى شهر مارس 2016، بمحطة أبحاث كلية الزراعة ومعامل قسم البستنة، التربة والمياه، المحاصيل والإنتاج الحيواني بكلية الزراعة جامعة طرابلس.

1.3. المرحلة الأولى: تجهيز واختبار الكومبوست

1.1.3. خلط المكونات لإعداد الكومبوست

أجريت هذه المرحلة من التجربة في وحدة الأبقار بمحطة أبحاث كلية الزراعة جامعة طرابلس، حيث جمعت كميات من الفيتورة في شهر فبراير 2014 من معصرة بمنطقة قصر الأخيار، وخلطت بكميات من السماد العضوي (روث الأبقار)، بالإضافة إلى كميات من مسحوق ورق الزيتون المتجمع في المعصرة، بحيث كانت نسبة الخلط حجمية بمقدار 50% فيتورة : 25% سماد أبقار : 10% ورق زيتون مطحونة : 15% رمل، ومن ثم خُلطت المكونات وأضيف إليها الماء للحصول على الرطوبة اللازمة لحدوث عملية التحلل المطلوبة بالخليط، وغطيت الكومة بقطعة من بولي إيثيلين لمدة شهر من الفترة الكلية للتخمر التي استمرت 5 أشهر، وتركت في المكان المظلل على أن تسجل درجات الحرارة بمتوسط كل أسبوعين طيلة فترة التخمر (شكل 1، 2، 3 و4).

2.1.3. اختبار نضج الكومبوست

اختبر نضج الخليط بعد 3 أشهر من بداية التخمير بزراعة بذور الفجل والبصل، حيث عبئت أصص بالكومبوست دون خلطه بالتربة لتقدير تأثيره على إنبات هذه البذور (Seferoglu وآخرون، 2011). بعد مرور شهرين حُضر مستخلص الكومبوست باستعمال جهاز سوكسليت (Soxhlet extractor)، حيث وضع 6 جم من الكومبوست قيد التجربة في أنبوبة الاستخلاص وغطيت بألياف زجاجية، وأجري الاستخلاص لمدة 8 ساعات باستعمال الماء كمذيب، بوضع 125 مللتر منه في دورق الاستخلاص. بعد وصول المستخلص الناتج إلى درجة حرارة الغرفة اختبر بإضافته إلى بذور الخس بعدد 10 بذور في أطباق بتري بعدد 3 مكررات وقورن بالشاهد (ماء مقطر) (شكل 5)، لإجراء اختبار سمّيّة المستخلص من خلال نسبة إنبات البذور، وذلك حسب المقياس الذي وضعه Graves وHattemer (2010) كالآتي:

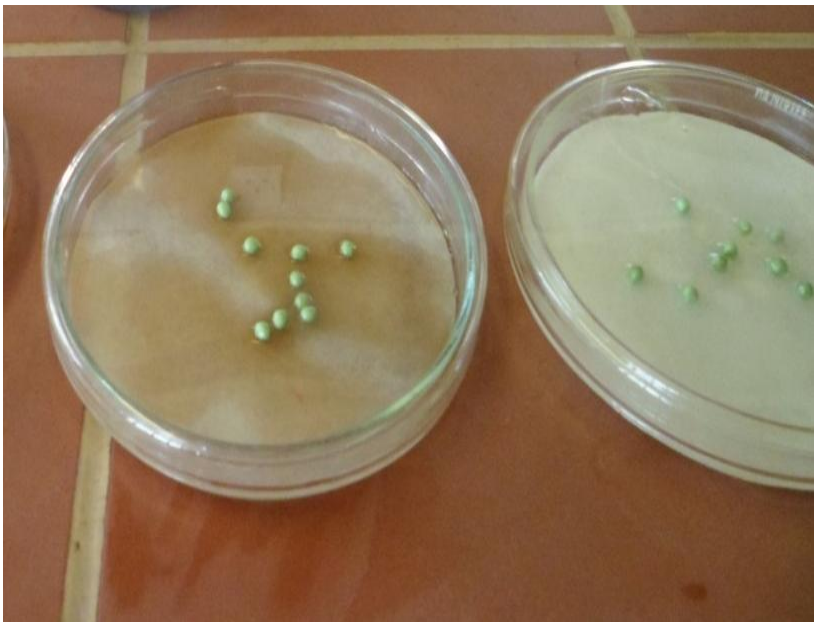
30 – 50% سمية عالية، 50 – 70% سام، 70 – 85% سمية متوسطة تتحملها بعض النباتات فقط، 85-100% غير سام ما يعني أنها آمنة للاستخدام كوسط للنمو لجميع النباتات.

شكل 1. الفيتورة الخام المستخدمة في إعداد الكومبوست.

شكل 2. خلط المكونات: فيتورة، روث أبقار، مطحون أوراق الزيتون ورمل.

شكل 3. توفير الرطوبة للخليط بشكل دوري.

شكل 4. تغطية الكومبوست بالبولي إيثيلين.



شكل 5. اختبار سمية الكومبوست باستخدام بذور الخس، ماء مقطر يمينا ومستخلص الكومبوست يساراً.

2.3. المرحلة الثانية: خلط البيئات وزراعة النباتات

أجريت هذه المرحلة من التجربة في الفترة من شهر ديسمبر 2014 إلى شهر أغسطس 2015 بوحدة البستنة محطة أبحاث كلية الزراعة جامعة طرابلس، حيث خلط الكومبوست الناضج مع تربة رملية بنسب حجمية (شكل 6)، بحيث كانت المعاملات المستخدمة في التجربة كالآتي: (ب0) تربة، (ب1) 1:3، (ب2) 1:1 و(ب3) 3:1 تربة: كومبوست على التوالي. استخدمت أكياس بلاستيكية للزراعة بقطر 18 سم وارتفاع 22 سم.

1.2.3. قياس مقدرة الأوساط على الاحتفاظ بالماء

رُويت الأوساط الأربعة بالإضافة إلى الكومبوست حتى مرحلة التغدق، تُركت لمدة يومين لصرف الماء الزائد وللوصول للسعة الحقلية، ثم أُخذ وزن 100 جم من البيئات الأربعة المستخدمة في التجربة، جففت باستخدام الفرن الهوائي بمعمل فسيولوجيا مابعد القطف قسم البستنة كلية الزراعة عند درجة حرارة 105 م° لمدة 24 ساعة، وتكرر أخذ الوزن بعد 5، 10، 15 و 20 يوم، وذلك لرسم منحنى المحتوى الرطوبي الخاص بكل بيئة من البيئات لاستخدامه لاحقا في معرفة كميات مياه الري المطلوبة لكل بيئة.

2.2.3. زراعة النباتات

زرعت شتلات كل من نبات الكافور والأكاشيا بعمر 5 أشهر والتي أحضرت من مشتل لإنتاج شتول الغابات بمنطقة قصر بن غشير، حيث نقلت إلى أكياس البلاستيك الأكبر للزراعة بها، حيث بقيت في المكان المفتوح المظلل بأكياس البولي إيثيلين، ولكنها لم تكن صوبة محكمة. قيست أطوال الشتلات عند بداية التجربة لاستخدامها كمرجع لزيادة الطول، ومن ثم أخذت قياسات الأطوال بعد 3 ، 6 أشهر، كما أخذت قياسات الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري بعد مرور 6 أشهر من الزراعة.

3.2.3. قياس ارتفاع النباتات النامية بالأوساط

استخدمت في هذه الدراسة شتلات نبات الكافور والأكاشيا بعمر 6 أشهر متجانسة في الطول ، والتي كانت بطول 22 سم تقريباً لنبات الأكاشيا و 23 سم لنبات الكافور، سُجل ارتفاع النباتات عند بداية التجربة وبعد 3 و 6 أشهر من الزراعة، ومن ثم حُسبت الزيادة في طول الشتلات.

شكل 6.خلط الكومبوست مع التربة لتجهيز الأوساط للزراعة.

4.2.3. تقدير الوزن الطري والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري للنباتات النامية بالأوساط بعد انتهاء التجربة

اقتلعت النباتات النامية في الأوساط الأربعة بعد 6 أشهر من الزراعة، وقُدّر الوزن الطري للمجموع الخضري والجذري بالجرام بواسطة الميزان الحساس قبل وضعها في الفرن على درجة حرارة 65 °م لمدة 48 ساعة حتى ثبوت الوزن الجاف، ثم وُزنت بالميزان الحساس لتقدير الوزن الجاف.

5.2.3. التحليل الإحصائي

حللت البيانات المتحصل عليها بإجراء تحليل التباين لتجربة مصممة بالتصميم العشوائي الكامل (CRD) بعدد 3 مكررات بكل مكرر 5 نباتات. استخدم اختبار دنكن لعزل المتوسطات عند مستوى معنوية 5%. اشتملت العوامل المدروسة على تأثير البيئات على: الزيادة في طول الشتلات بعد 3 و 6 أشهر من الزراعة ، الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري لنباتي الكافور والأكاشيا.

النموذج الرياضي: $Y_{ij} = M + Ai + E_j$ (1)

حيث أن:

Y_{ij} = الاستجابة المتغيرة في التجربة، والتي تشمل: الزيادة في طول النباتات بعد 3 و 6 أشهر، الوزن الطري والجاف للنباتات عند نهاية التجربة لنباتي الكافور والأكاشيا، M = المتوسط العام، Ai = تأثير بيئات النمو ، E_j = الخطأ التجريبي

3.3. المرحلة الثالثة: الاختبارات المعملية

أجريت هذه المرحلة بمعامل قسم المحاصيل، الهندسة الزراعية، الإنتاج الحيواني والتربة والمياه بكلية الزراعة جامعة طرابلس في الفترة من أغسطس 2015 إلى مارس 2016.

1.3.3. قياس درجة التوصيل الكهربي (EC)

قيست درجة التوصيل الكهربي بوحدة ملليسمنز/سم للمستخلصات المائية التي حضرت بنسبة وزنية 1:1، وذلك للبيئات الأربعة المستخدمة عند بداية ونهاية التجربة، وقيست للمستخلصات المائية للفيتورة والكومبوست بنسبة 5:1 ماء مقطر، وذلك باستخدام جهاز التوصيل الكهربي (Blank وآخرون، 1965).

2.3.3. قياس درجة التفاعل (pH)

قيست درجة التفاعل (pH) للمستخلصات المائية التي حضرت بنسبة 1:1 للبيئات الأربعةالمستخدمة عند بداية ونهاية التجربة، وقيست كذلك للمستخلصات المائية للفيتورة والكومبوست بنسبة 5:1 ماء مقطر وذلك بواسطة جهاز قياس درجة التفاعل (Blank وآخرون، 1965).

3.3.3. قياس الكثافة الظاهرية

قيست الكثافة الظاهرية بالجرام/سم3 للتربة، 1:3، 1:1 و 3:1 تربة: كومبوست على التوالي، وللكومبوست عند السعة الحقلية باستخدام اسطوانة الكثافة (يحيى وسليمان، 1980).

4.3.3. تقدير نسبة الرطوبة

قدرت نسبة الرطوبة بالفيتورة المستخدمة في إعداد الكومبوست بمعمل قسم الهندسة الزراعية، وذلك بتجفيف وزن 100 جم من الفيتورة الخام في الفرن الهوائي عند درجة حرارة 105°م لمدة 24 ساعة، ومن ثم قدرت نسبة الرطوبة بأخذ الفرق بين الوزنين قبل وبعد التجفيف على أساس الوزن الجاف (يحيى وسليمان، 1980)، وذلك حسب المعادلة الآتية:

$$\text{نسبة الرطوبة \%} = \frac{\text{الوزن قبل التجفيف – الوزن بعد التجفيف}}{\text{الوزن بعد التجفيف}} \times 100 \qquad (2)$$

5.3.3. تقدير نسبة المادة العضوية

قدرت نسبة الرماد والمادة العضوية بالكومبوست، بأخذ وزن 1 جم ووضعه في بوتقة بفرن الاحتراق عند درجة 500 °م حتى تحول الكومبوست إلى رماد، ومن ثم حسبت نسبة الكربون بالمعادلة الآتية:

نسبة المادة العضوية (%) = نسبة الكربون % X 1.724 (Blank وآخرون، 1965). (3)

6.3.3. تقدير نسبة الزيت

استخلص الزيت من عينات الفيتورة المستخدمة في إعداد الكومبوست باستعمال جهاز سوكسليت (Soxhlet extractor) بمعمل قسم المحاصيل كلية الزراعة جامعة طرابلس، حيث وضع 6 جم من الفيتورة في أنبوبة الاستخلاص وغطيت بألياف زجاجية، وأجرى الاستخلاص لمدة 8 ساعات باستعمال الهكسان (Hexane) كمذيب، بوضع 125 مل منه في دورق الاستخلاص. رُكز المستخلص الزيتي باستعمال جهاز التبخير (المبخر الدوار)، وعين وزن الزيت المستخلص للمكررات الثلاثة بعد التخلص من المذيب.

$$\text{نسبة الزيت \%} = \frac{\text{وزن الزيت}}{\text{وزن الفيتورة}} \times 100 \qquad (4)$$

7.3.3. تقدير نسبة النيتروجين

قدر تركيز النيتروجين بالنسبة المئوية باستخدام جهاز كلداهل في معمل تغذية الحيوان بقسم الإنتاج الحيواني بكلية الزراعة جامعة طرابلس، لعينات الفيتورة والكومبوست بعدد 3 مكررات حسب طريقة كلداهل (Blank وآخرون، 1965).

8.3.3. تقدير تركيز عنصر الفوسفور

قدرت نسبة الفوسفور بالجزء في المليون (ppm) للبيئات الأربعة المستخدمة عند بداية ونهاية التجربة، وللفيتورة الخام والكومبوست، باستخدام جهاز المطياف اللوني (Blank وآخرون، 1965).

9.3.3. تقدير تركيز عنصر البوتاسيوم

قدرت نسبة البوتاسيوم بالجزء في المليون (ppm) للتربة، 1:3، 1:1 و 3:1 تربة: كومبوست على التوالي عند بداية ونهاية التجربة، وللفيتورة الخام والكومبوست، باستخدام جهاز اللهب (Blank وآخرون، 1965).

4. النتائج والمناقشة

1.4. خواص الفيتورة المستخدمة في التجربة

يتضح من خلال جدول (1) ارتفاع نسبة الرطوبة في الفيتورة المستخدمة حيث بلغت 40%، وهي نسبة مرتفعة مقارنة بالمخلفات العضوية الأخرى، وهذا يتفق مع ما أوضحه Al-Khatib وآخرون (2010) من أن عملية التخمير تحتاج رطوبة تتراوح بين 40% - 60% للمساعدة في عمل الكائنات الحية الدقيقة، وكذلك يتفق مع ما أشار إليه Nasini وآخرون (2013) من أن نسبة الرطوبة في الفيتورة تراوحت بين 38.4% و47.9%، كما أنها تتوافق مع ما وجدته أبو شعالة (2016) و Hachicha وآخرون (2006) من أن نسب الرطوبة في الفيتورة الخام قد تتراوح بين 45 % إلى 57% للمعاصر الحديثة على أعلى تقدير.

كذلك يتضح من جدول (1) أن نسبة الزيت للفيتورة بلغت 7.2%، وهي قريبة مما أوضحته أبو شعالة (2016) من أن نسبة الزيت للفيتورة الناتجة من المعاصر الحديثة تتراوح بين 8.78% و 12.93%، وهذه النسبة تختلف باختلاف المعاصر وخبرة المشغلين للآلة والضغط المسلط على الثمار، كما يتأثر محتوى الزيت في الفيتورة بالصنف ووقت الجمع والحصاد (دحيم وآخرون، 2014).

لوحظ أيضا انخفاض درجة الحموضة للفيتورة والتي كانت 5.8 ، وتعتبر هذه الدرجة بيئة مناسبة لعمل الكائنات الدقيقة المحللة للفيتورة، وقد أوضحت الأبحاث أن للفيتورة درجة تفاعل تراوحت بين 5.38 (Tortosa وآخرون، 2012) ، 5.28 (Endeshaw وآخرون، 2015) و4.69 (Altieri و Esposito، 2008)، كما وجد Nasini وآخرون (2013) أن درجة التفاعل للفيتورة قد تراوحت بين 6.9 و 6.4 في العينات المستخدمة في الدراسة. ويلاحظ أن درجة التفاعل لاتختلف بين الفيتورة للمعاصر الثنائية والثلاثية المراحل (Borja وآخرون، 2006)، من ناحية أخرى يلاحظ أن درجة التفاعل تتجه أكثر نحو الحامضية للفيتورة منزوعة الزيت (Lopez-Pineiro وآخرون، 2008) ومنزروعة اللب. وتعتبر هذه الدرجة مقاربة لدرجة تفاعل بعض المخلفات العضوية الأخرى المتوفرة في البيئة المحلية، فنجد أن نشارة الخشب لها درجة تفاعل 5.1 (سالم، 2013).

كذلك يتضح من الجدول (1) أن للفيتورة درجة توصيل كهربي 3.95 ملليسمنز/سم، وهو يقترب مما أشار إليه Lopez-Piniero وآخرون (2008) أن للفيتورة درجة توصيل 5.02 للمعاصر ثنائية المراحل، وقريبة مما أشار إليه Tortosa وآخرون (2012) الذي وجد أن للفيتورة درجة توصيل كهربي 4.64، ويختلف مع كل من Nasini وآخرون (2013) و Altieri و Esposti (2008)، حيث سجلت درجة توصيل كهربي أقل، ويعزى ارتفاع قيمة درجة التوصيل الكهربي للمواد العضوية التي توجد على شكل أملاح بالفيتورة (Aqeel وHameed، 2007). كما تبين من الجدول (1) انخفاض تركيز كل من عنصر الفوسفور والبوتاسيوم بالفيتورة، فيما كانت نسبة النيتروجين متوسطة إلى حد ما باعتبارها مادة أساس لتحسين التربة الزراعية، وهي تتفق مع ما أشار إليه Tortosa وآخرون (2012)، Aviani وآخرون (2010) وBorja وآخرون (2006).

جدول 1. الخواص الفيزيائية ومحتوى العناصر الأساسية في الفيتورة الخام المستخدمة في التجربة.

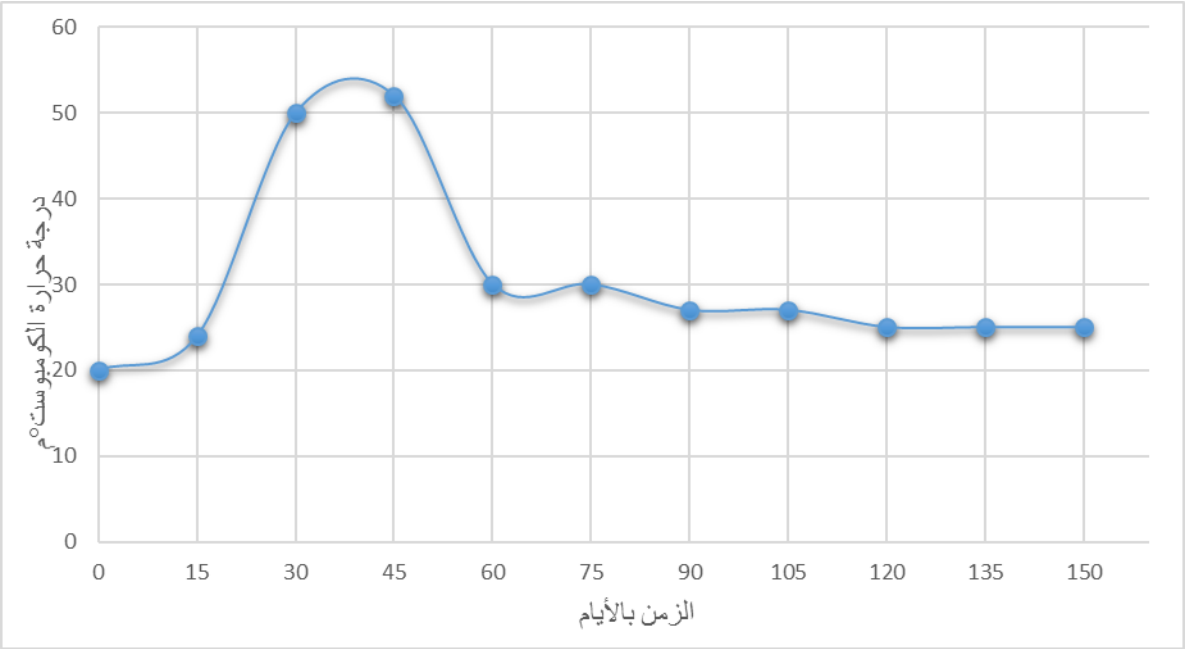
نسبة الرطوبة الوزنية (%)	40
نسبة الزيت (% وزنية)	7.2
تركيز الأس الهيدروجيني pH	5.82
درجة التوصيل الكهربي (ملليسمنز/سم)	3.95
تركيز الفوسفور (ppm)	6.05
تركيز البوتاسيوم (ppm)	375
تركيز النيتروجين (%)	1.33

2.4. درجات الحرارة للكومبوست أثناء فترة التخمر

نلاحظ من خلال الشكل 7. أن هناك تدرجاً في درجات حرارة الكومبوست خلال فترة التخمر التي امتدت 5 أشهر من شهر فبراير وحتى شهر يونيو، حيث كانت درجة الحرارة 24 °م ثم بدأت في الارتفاع حتى استقرت بعد شهر تقريباً عند درجة حرارة 52 °م، وهي مرحلة التسخين (Thermophilic) التي يحدث فيها تحلل للمواد المعقدة التي تتمثل في السيليولوز واللجنين والهيميسليولوز الغنية بها الفيتورة (Lopez-Paneiro وآخرون، 2008). ثم بعد ذلك بدأت درجة الحرارة في الانخفاض حتى استقرت عند 27 م°، ويعتبر التدرج في درجات الحرارة عملية مهمة لتوفير البيئات المناسبة لعمل الكائنات الدقيقة المختلفة حسب درجات الحرارة المختلفة. وأشار Nadjet وآخرون (2014) إلى أن مرحلة التسخين قد تتأخر لمدة أسابيع، وذكر Chowdhury وآخرون (2013) إلى أن فترة التسخين تراوحت بين 16 – 30 يوم إلى 210 – 250 يوم في أبحاث مختلفة، بدرجات حرارة لا تقل عن 50 م°، وقد سجل فترات التخمر لأنواع مختلفة من الكومبوست استخدمت فيها الفيتورة وصلت حتى 365 يوم كحد أقصى.

3.4. اختبار درجة نضج الكومبوست باختبار الإنبات

أشارت اختبارات الإنبات الأولية باستخدام عينة من الكومبوست والتي أجريت لبذور الفجل والبصل، أن نسبة الإنبات لبذور الفجل متدنية بمتوسط 30%، بينما لم يحدث إنبات لبذور البصل وذلك عند اختبار الكومبوست بعد مرور ثلاثة أشهر من خلط الكومبوست، مما يدل على أن الكومبوست لم يصل إلى مرحلة النضج لارتفاع سمية المركبات الفينولية الموجودة به. وعند اختبار نضج الكومبوست باستخدام المستخلص بعد مرور خمسة أشهر أشارت نتائج نسبة الإنبات باستخدام بذور الخس إلى أن استخدام الكومبوست كان آمنا، حيث كانت نسبة الإنبات 85% (شكل 8)، وقد تنوعت اختبارات الإنبات في العديد من الأبحاث من استخدام بذور نبات *Lemna gibba* ، حيث بلغت نسبة الإنبات لهذه البذور 81%، ونسبة 85% لبذور الفجل عند إنتاج كومبوست الفيتورة مع روث الأغنام بعد 38 أسبوعا من التخمر (Tortosa وآخرون، 2012)، وقد درس Seferoglu (2011) إنبات بذور الفجل والبصل باستخدام الفيتورة كوسط نمو وليس المستخلص، فكانت نسبة الإنبات تتراوح بين 22% و24%، وقد أشار Tortosa وآخرون (2012) إلى أن نسبة الإنبات تستخدم كمؤشر لتراجع السمّيّة في الكومبوست، وأن نقص السمّية يكون نتيجة لانخفاض بعض المركبات: الأمونيا، الفينولات والدهون.



شكل 7.التغير في درجات حرارة الكومبوست خلال 5 أشهر من التخمر.

شكل 8.نتائج اختبار إنبات بذور الخس، على اليمين ماء مقطر وعلى اليسار مستخلص الكومبوست.

4.4. خواص الكومبوست الناضج لفيتورة الزيتون

يتضح من خلال جدول (2) أن كثافة الكومبوست كانت 0.56 جم/سم^3 مقارنة بكثافة التربة التي تتراوح بين 1.1 – 1.7 جم/سم^3 مما يسهل عملية التداول، كما سجلت درجة التفاعل 7.8 وهي من ضمن المؤشرات المستخدمة في تقييم نضج الكومبوست، حيث يوصى بأن تكون متعادلة مائلة للقلوية وقد تصل إلى 8 كأقصى حد (Graves وHattemer، 2010)، وهذا يتفق مع ما وجده Lasaridi وآخرون (2006) أن هذه الدرجة تضمن ملائمة الكومبوست لمعظم النباتات المزروعة، وهي قريبة من درجة التفاعل التي سجلت لأنواع مختلفة من الكومبوست، حيث تراوحت بين 6.9 و 7.89 (Chowdhury وآخرون، 2014)، كما وجد Ben-Jenana وآخرون (2009) أن درجة تفاعل لأنواع من الكومبوست استخدم فيها مع الفيتورة تبن البحر وروث الدواجن تراوحت بين 8.17 و 8.51، ووجد Toscano وآخرون (2013) أن لكومبوست فيتورة الزيتون درجة تفاعل معتدلة 6.9 – 7.3 عند دراسة خواص نوعين من الكومبوست لمخلفات المعاصر ثنائية وثلاثية المراحل.

يلاحظ أن درجة التفاعل تزداد على طول مدة التخمر، وهذا ما أوضحه Chowdhury وآخرون (2014)، حيث ارتفعت درجة التفاعل من مقدار نصف رقم إلى رقم في أنواع الكومبوست المدروسة. من ناحية أخرى وصلت درجة التفاعل إلى القلوية في بعض أنواع الكومبوست بين 8.9 (Cayuela وآخرون، 2006) و9.3 (Hachicha وآخرون، 2009)، وقد يرجع السبب إلى ماذكره Hachicha وآخرون (2009) أن زيادة درجة التفاعل للكومبوست الناضج تحدث نتيجة التحلل الحيوي للأحماض الفينولية الموجودة في المواد الأساس بالخليط، وكذلك يرجع إلى عملية المعدنة (Mineralization) للمركبات العضوية (Baeta-Hall وآخرون، 2005).

نلاحظ من الجدول (2) أن درجة التوصيل الكهربي للكومبوست بلغت 3.81 ملليسمنز/سم، وهذه الدرجة تعتبر عالية وقريبة من درجة التوصيل الكهربي للترب الملحية حسب التصنيف الأمريكي لملوحة التربة، وغير ملحية حسب التصنيف الروسي (الزبيدي، 1989)، وهذه الدرجة قريبة مما وجده Fernandez-Hernandez وآخرون (2014) عند إنتاج كومبوست من فيتورة الزيتون، والتي تراوحت بين 4.1 و 5.7 ملليسمنز/ سم، وأوضح Ben-Jenana وآخرون (2009) أن درجة التوصيل الكهربي بين 1.64 و 2.07 ملليسمنز/ سم، وأن درجة التوصيل الكهربي يجب ألا تتعدى المقياس المحدد لـ Hellenic وهو 4 ملليسمنز/ سم، والذي يشير إلى أنه يمكن إضافة الكومبوست للمحاصيل الزراعية (Lasaridi وآخرون، 2006)، وقد فسر Baeta-Hall وآخرون (2005) أن ارتفاع درجة التوصيل الكهربي للكوموبست يعزى إلى تبخر الرطوبة بفيتورة الزيتون وكنتيجة لتحلل المركبات العضوية.

كما وجد أن نسبة المادة العضوية بلغت 58.5% للكومبوست الناضج، ويلاحظ أن مستوى اللجنين والسيليولوز قد زاد أثناء عملية التخمر، والعكس مع الهيميسيليولوز (Tortosa وآخرون، 2012). كما يلاحظ أن للكومبوست نسبة كربون: نيتروجين بلغت 11.36، ، وهي تتفق مع النسبة التي وجدها Aviani وآخرون (2012)، والتي تراوحت بين 11 – 15،

جدول 2. الخواص الفيزيائية والكيميائية للكومبوست الناضج لفيتورة الزيتون.

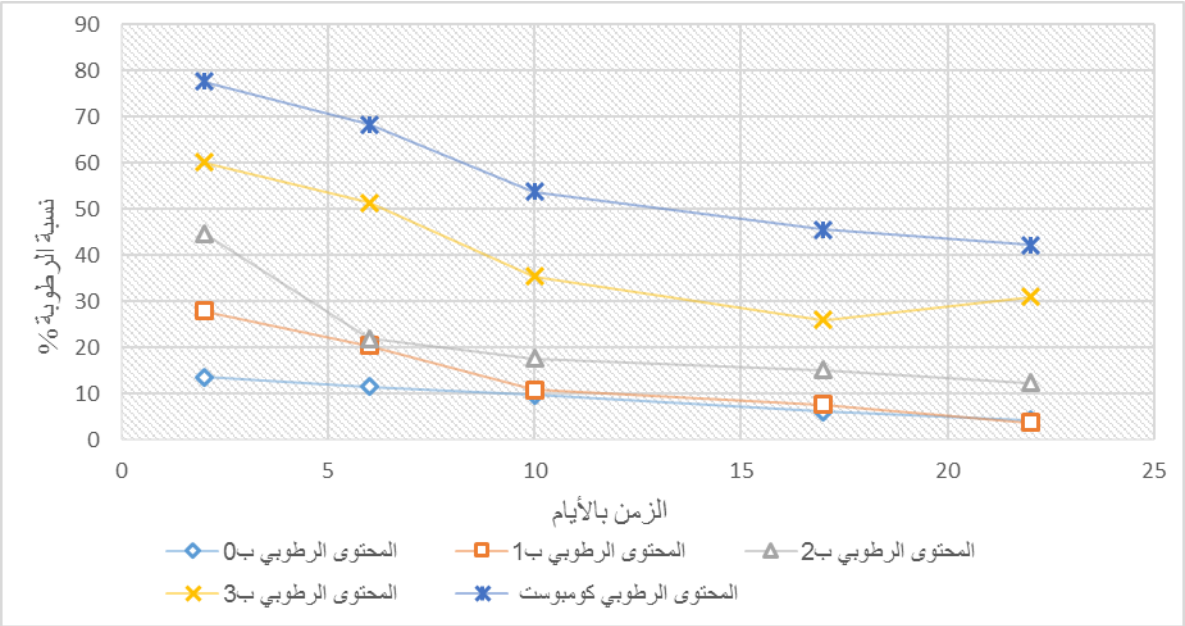
الكثافة (جم/سم^3)	0.56
تركيز الأس الهيدروجيني pH	7.8
درجة التوصيل الكهربي (ملليسمنز/سم)	3.81
نسبة المادة العضوية (%)	60
نسبة الكربون : النيتروجين	11.36
تركيز الفوسفور (ppm)	1232.5
تركيز البوتاسيوم (ppm)	8400
تركيز النيتروجين الكلي (%)	3

وأيضا تتفق مع ما وجده Komilis و Tziouvaras (2009) التي تراوحت بين 6 -12، وتقترب مما وجده Agnolucci وآخرون (2013) والتي بلغت 12.1، والجدير بالذكر أن المخلفات الخضراء بها نسبة منخفضة من الكربون : النيتروجين مقارنة بالمخلفات الخشبية، حيث يبدأ تكوين الكربون من الكربوهيدرات إلى هيميسليولوز ثم سيلولوز ومن ثم تكوين اللجنين، كما ان المخلفات الحيوانية تحتوي نسبة من الكربون : النيتروجين أعلى مقارنة بالمخلفات النباتية (Chowdhury وآخرون، 2013).

يتضح أيضا من جدول (2) أن الكومبوست الناضج به نسبة تركيز عالية من الفوسفور، إذ يحتوي على 1233 ج.ف.م ، 8400 ج.ف.م بوتاسيوم و3% نيتروجين، وتعتبر هذه النسبة مساوية أو أعلى مما أوضحه Hachicha وآخرون (2009)، وقد يعزى ارتفاع نسبة النيتروجين بالكومبوست إلى استعمال الكائنات الدقيقة للكربون وتحليل المادة العضوية، ومن ثم تطلق النيتروجين بموتها وتحللها، وكذلك أوضح Chowdhury وآخرون (2014) أنه عند إعداد الكومبوست من الفيتورة وأوراق الزيتون فإن نسبة النيتروجين تزداد بطول فترة التخمر. كما وجد Nadjet وآخرون (2014) أن نسبة النيتروجين تصل 6% وذلك تبعا لزيادة الأزوت في روث الأبقار بالكومبوست. كما أظهرت النتائج أن للكومبوست تركيز 8400 و 1232.5 ج.ف.م للبوتاسيوم والفوسفور على التوالي، وهذه النسبة تقترب مما وجده Nadjet وآخرون (2014)، وقد يعزى الاختلاف في نسبتي البوتاسيوم والفوسفور إلى نسبة الإضافة من الروث والمخلفات المختلفة.

5.4. التغير في المحتوى الرطوبي للبيئات المستخدمة والكومبوست

يتضح من خلال شكل (9) التغير في نسبة الرطوبة التي تحتفظ بها الأوساط عبر الزمن، حيث تبين أن للكومبوست أعلى مقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة بدأت من نسبة 80% في بداية التجربة ووصلت حتى 40% عند نقطة الذبول للتربة المستخدمة، وهي نسبة تصل إلى 2.5 ضعف إذا ما قورنت بقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، والتي كانت حوالي 14% عند السعة الحقلية لتصل 4% تقريبا عند نقطة الذبول، ومن الملاحظ أن القدرة بالاحتفاظ بالماء للوسط تقل كلما قلت نسبة إضافة المحسّن له، حيث يكاد ينطبق منحنيا الرطوبة لكل من التربة دون ب$_0$ (تربة) والوسط ب$_1$ (3 تربة : 1 كومبوست)، كما أن إضافة الكومبوست إلى التربة في الوسط ب$_3$(1 تربة : 3 كومبوست) قد زادت من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء إلى الضعف فبلغت 30% عند السعة الحقلية. وهذا يتفق مع ما أشارت إليه الزابط (2006)، القريقني (2010) و El-Asswad وآخرون (1992) من أن إضافة المادة العضوية قد زاد من قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وقد يرجع إلى تفاعل أجزاء التربة والكربون الكلي بالكومبوست المضاف (Toscano وآخرون، 2013).



شكل 9. منحنى نسبة الرطوبة للبيئات المستخدمة والكومبوست مع الزمن.

6.4. تأثير الأوساط على الزيادة في الطول والوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري لشتلات الكافور

يتضح من خلال جدول (3) أن تأثير البيئات ب$_0$ (تربة)، ب$_2$ (1 تربة: 1 كومبوست) وب$_3$ (1 تربة: 3كومبوست) على الزيادة في طول شتلات الكافور بعد 3 أشهر من النمو لم تكن هناك فروق معنوية بينها، وبلغت الزيادة والتي كانت الأعلى 17.95 سم، بينما أثرت البيئات معنويا على الزيادة في الطول بعد 6 أشهر من النمو، فكانت معاملة الشاهد ب0 أفضلها بزيادة في الطول قدرها 36.29 سم، وتساوى تأثير المعاملتين ب$_1$ وب$_2$ على نفس الصفة، حيث بلغت 33.43 و 32.04 سم على التوالي، في حين تأتي البيئة ب$_3$ أقلها تأثيرا على النمو، فبلغت الزيادة في الطول 28.67 سم، وقد يعزى التاثير السلبي لإضافة الكومبوست لارتفاع الملوحة الناتج من ملوحة مياه الري والتي بلغت 1.61 ملليسمنز/ سم وملوحة البيئات المستخدمة، حيث أن شتلات الكافور *Eucalyptus camaldulensis* تعتبر متوسطة التحمل للملوحة (Tanji و Kielen، 2002).

كما يلاحظ من الجدول (3) أن البيئتين ب$_2$ و ب$_3$ لم يكن بينها فروق معنوية مع البيئة ب$_0$ في صفة الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري، بينما اختلفت البيئة ب$_1$ معنويا عن البيئات الأخرى فكان الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري أقلها بقيمتي 17.45 و 8.76 جم على التوالي.

يلاحظ أيضا من الجدول (3) أن البيئة ب0 تفوقت معنويا على البيئات الأخرى في الوزن الطري والجاف للمجموع الجذري، فبلغ الوزن الطري 12.26 جم والوزن الجاف 5.41 جم، وكان أقل وزن للمجموع الجذري طريا أو جافا مع البيئة ب3، حيث بلغ 4.24 و 2.5 جم على التوالي. فيما تساوت البيئتان ب1 وب2 في التأثير واختلفت معنويا مع ب0 وب3 في الوزن الطري والجاف للمجموع الجذري. والذي يمكن أن يفسر بارتفاع محتوى الكومبوست من العانصر الغذائية مما شجع النبات على التوجه للزيادة في المجموع الخضري على حساب المجموع الجذري، حيث ان وفرة العناصر المغذية في بيئة النبات لاتضطره إلى زيادة المجموع الجذري للبحث عن الغذاء (Agren و Franklen، 2003).

جدول 3. تأثير إضافة الكومبوست على الزيادة في الطول بعد 3 و6 أشهر من الزراعة والوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري لنبات الكافور بعد 6 أشهر من الزراعة.

البيئة	الطول (سم)	الطول (سم)	وزن المجموع الخضري (جم)	وزن المجموع الخضري (جم)	وزن المجموع الجذري (جم)	وزن المجموع الجذري (جم)
	3 أشهر	6 أشهر	طري	جاف	طري	جاف
تربة ($ب_0$)	17.95 a*	36.29 a	18.35 ab	8.90 b	12.26 a	5.41 a
3 تربة:1 كومبوست ($ب_1$)	15.44 b	33.43 b	17.45 b	8.76 b	7.55 b	3.89 b
1 تربة:1 كومبوست ($ب_2$)	16.80 ab	32.09 b	21.95 a	11.30 a	7.11 bc	3.6 b
1 تربة :3كومبوست ($ب_3$)	17.76 a	28.67 c	22.63 a	10.66 a	c 4.24 c	2.5 c

* المتوسطات التي تحمل نفس الحروف عموديا لاتوجد بينها فروق معنوية عند مستوى 5%.

7.4. تأثير الأوساط على الزيادة في الطول والوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري لنبات الأكاشيا

يتضح من خلال جدول (4) أن هناك فروقا معنوية بين البيئات المختلفة في التأثير على الزيادة في الطول، حيث تساوت البيئتان ب$_2$ و ب$_3$ في التأثير على طول الشتلات المزروعة بعد 3 أشهر من المعاملة، فبلغت الزيادة 10.45 و 9.6 سم، تلتها البيئة ب$_1$ بزيادة قدرها 6.88 سم، وإن ب$_0$ أثرت بأقل زيادة في طول الشتلات بلغت 5.98 سم. فيما لن تكن هناك فروق معنوية بين الزيادة في طول شتلات الأكاشيا بعد 6 أشهر من الزراعة، وكانت أعلى زيادة 21.51 سم.

يلاحظ أيضا من الجدول (4) أن المعاملة ب$_3$ أعطت أعلى قيمة للوزن الطري للمجموع الخضري بمتوسط 27.91 جم، تلتها المعاملة ب$_2$ بوزن 24.78 جم، فيما تساوت المعاملتان ب$_0$ و ب$_1$ في التأثير بأقل قيمة لنفس الصفة. تفوقت البيئة ب$_3$ معنويا عل البيئات الأخرى من حيث الوزن الجاف للمجموع الخضري بوزن 8.55 جم. اختلفت البيئات معنويا في التأثير على الوز ن الطري والجاف للمجموع الجذري، فكانت ب$_0$ أعلاها قيمة، حيث بلغ الوزن الطري والجاف 15.02 و 4.86 جم على التوالي، في حين تساوى تأثير البيئات الثلاث ب$_1$، ب$_2$ و ب$_3$، وكان الفرق معنويا مع ب$_0$، حيث بلغ الوزن الجاف للمجموع الجذري 3.23 جم، ويعزى السبب إلى ماذكره El-Hadrami وآخرون (2004) و Kistner وآخرون (2004) من أن قصر الجذور قد يفسر جزئيا بتعرض سطح الجذور مباشرة إلى المواد الفينولية الموجودة بالكومبوست، والتي تضعف القوة الكامنة لامتصاص الغذاء والماء.

جدول 4. تأثير إضافة الكومبوست على الزيادة في الطول بعد 3 و6 أشهر من الزراعة والوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري لنبات الأكاشيا بعد 6 أشهر من الزراعة.

البيئة	الطول (سم)	الطول (سم)	وزن المجموع الخضري (جم)	وزن المجموع الخضري (جم)	وزن المجموع الجذري (جم)	وزن المجموع الجذري (جم)
	3 أشهر	6 أشهر	طري	جاف	طري	جاف
تربة ($ب_0$)	5.98 c*	17.77 a	20.67 c	6.72 c	15.02 a	4.86 a
3 تربة:1 كومبوست ($ب_1$)	6.88 b	21.51 a	20.61 c	7.03 bc	11.18 b	3.54 b
1 تربة:1 كومبوست ($ب_2$)	10.45 a	20.43 a	24.78 b	7.50 b	9.44 c	3.38 b
1 تربة :3كومبوست ($ب_3$)	9.6 a	18.42 a	27.91 a	8.55 a	8.89 c	3.23 b

* المتوسطات التي تحمل نفس الحروف عموديا لاتوجد بينها فروق معنوية عند مستوى 5%.

8.4. خواص البيئات المستخدمة في الزراعة

1.8.4. التغير في درجة التوصيل الكهربي (EC) و(pH) أثناء التجربة

يتضح من خلال جدول (5) الزيادة الملحوظة في درجة التوصيل الكهربي بالمليسمنز / سم مع زيادة نسبة الخلط بالكومبوست، والتي زادت من 0.7 ملليسمنز / سم للمعاملة القياسية إلى 2.8 ملليسمنز / سم للمعاملة ب$_3$ وذلك قبل زراعة النباتات، كما يلاحظ أن هناك زيادة تقدر بحوالي 3 ملليسمنز / سم بين البيئات قبل الزراعة وبعد 6 أشهر من الزراعة. وقد تعود الزيادة في درجة التوصيل الكهربي لتراكمية الأملاح، والتي تنتج من إضافة الكومبوست إلى بيئة النمو و تراكم الأملاح من ملوحة مياه الري التي تساوي 1.61 ملليسمنز / سم وذلك عند 25 °م (Alexander، 2001).

يلاحظ أيضا من جدول (5) أن هناك ارتفاعا بسيطا في درجة تفاعل الأوساط وذلك بالمقارنة بين بعضها، حيث أن إضافة الكومبوست إلى التربة قد زاد من درجة تفاعلها من 7 درجة التعادل عند ب0 إلى 7.5 متعادل مائل للقلوية عند البيئة ب3 وذلك قبل زراعة النباتات، وبالمقارنة بين بداية ونهاية الزراعة بعد 6 أشهر يلاحظ أن هناك زيادة من 7.3 للتربة إلى 8.19 للبيئة ب3 عند نهاية التجربة. وقد يعود التغير في درجة التفاعل أثناء الزراعة إلى تحلل الأحماض العضوية بالكومبوست المضاف، حيث أن هناك تناسبا بين زيادة نسبة الإضافة من المادة العضوية والزيادة في درجة التفاعل، وهذا يتفق مع ما وجدته الزابط (2006) من أن إضافة مسحوق الكرناف والتين الشوكي قد زادت من درجة التوصيل الكهربي ودرجة التفاعل للأوساط المستخدمة في الزراعة، كما أوضح Alexander (2001) أن إضافة الكومبوست إلى التربة يعدل درجة تفاعلها ويجعلها مستقرة.

2.8.4. التغير في تركيز الفوسفور والبوتاسيوم المتيسر أثناء التجربة

يتضح من خلال جدول (6) أن إضافة الكومبوست زادت من تركيز الفوسفور والبوتاسيوم في البيئات المستخدمة، ومن الملاحظ أن نسبة الفوسفور في معاملة الشاهد كانت مرتفعة، وأن هناك فقدا كبيرا من الفوسفور من التربة بعد الزراعة، بينما لم يلاحظ هذا المقدار الكبير من الفقد مع البيئات المضاف إليها الكومبوست، وتتسم البيئات الأربعة بشكل عام بوفرة من العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات، وهذا يتفق مع ما أوضحه Mullins (2009) أن إضافة المادة العضوية إلى التربة يجعلها من دون حاجة إلى إضافة الفوسفور المعدني او العضوي لعدة سنوات، كما أوضح أن فقد الفوسفور من بيئة النمو يكون بشكل كبير بسبب استهلاك النبات، مبينا أن الفقد عن طريق الغسيل أو الجريان السطحي لا يشكل إلا نسبة بسيطة جدا.

يتضح أيضا من الجدول (6) أن التربة المستخدمة للزراعة كانت فقيرة المحتوى من البوتاسيوم المتيسر 13.29 ج.ف.م، وأن إضافة الكومبوست حسنت من محتوى وسط النمو من البوتاسيوم، كما يلاحظ أن مقدار النقص من البوتاسيوم المتيسر بين بداية ونهاية الزراعة قد زاد بالتناسب مع مقدار الإضافة من الكومبوست

جدول 5. التغير في درجة التوصيل الكهربي (ملليسمنز/ سم) ودرجة التفاعل (pH) للبيئات المستخدمة قبل الزراعة وعند نهاية التجربة.

المعاملات	EC (ملليسمنز/ سم) قبل الزراعة	EC (ملليسمنز/ سم) عند نهاية التجربة	pH قبل الزراعة	pH عند نهاية التجربة
تربة ($ب_0$)	0.70	3.38	7.00	7.30
3 تربة:1 كومبوست ($ب_1$)	2.80	5.75	7.20	7.60
1 تربة:1 كومبوست ($ب_2$)	3.50	6.81	7.34	7.90
1 تربة :3كومبوست ($ب_3$)	4.38	7.98	7.50	8.19

جدول 6. التغير في تركيز الفوسفور المتيسر والبوتاسيوم للبيئات المستخدمة قبل الزراعة وعند نهاية التجربة.

المعاملات	تركيز الفوسفور المتيسر (ج.ف.م) قبل الزراعة	تركيز الفوسفور المتيسر (ج.ف.م) عند نهاية التجربة	تركيز البوتاسيوم المتيسر (ج.ف.م) قبل الزراعة	تركيز البوتاسيوم المتيسر (ج.ف.م) عند نهاية التجربة
تربة ($ب_0$)	14.73	8.77	13.29	8.54
3 تربة:1 كومبوست ($ب_1$)	157.36	102.28	54.13	50.33
1 تربة:1 كومبوست ($ب_2$)	185.08	179.64	113.41	105.96
1 تربة :3كومبوست ($ب_3$)	241.92	216.14	183.23	160.49

فنجد أن هناك 4 ج.ف.م نقصا في البوتاسيوم المتيسر للبيئة ب1، و8 ج.ف.م للبيئة ب2، و20 ج.ف.م للبيئة ب3 وعموما يعتبر كومبوست الزيتون وسطا محتفظا بالعناصر الفوسفور والبوتاسيوم عند اختباره لمدة الزراعة بالتجربة، وهذا يتفق مع ما أوضحه Hue و Silva (2000) من أن التربة الرملية تعتبر فقيرة المحتوى من البوتاسيوم إذا ماقورنت بالتربة الطينية، كما أن الكومبوست أو المادة العضوية تتميز بكبر السعة التبادلية الكاتيونية، مما يساعد كثيرا على مسك الأيونات للفوسفور والبوتاسيوم.

5. الاستنتاجات والتوصيات

العمل الحالي هو المحاولة الأولى لاستعمال مخلفات معاصر الزيتون ثلاثية المراحل لإنتاج كومبوست، باستعمال أوراق الزيتون والفيتورة مع روث الأبقار والرمل. أنتج في هذه الدراسة كومبوست بالمواصفات التالية:

(أ). نضج الكومبوست خلال 150 يوم مقارنة بنتائج بعض الأبحاث السابقة التي احتاجت إلى 200 يوم للتخمير.

(ب). تبين من خلال الدراسة احتواء الكومبوست الناضج على تغذية كافية من النيتروجين، الفوسفور والبوتاسيوم.

(ج). الكومبوست الناضج له مؤشر إنبات عالي لبذور الخس وصل إلى 85%، بحيث يمكن إضافته من دون حدوث سمية للنباتات.

(د). أثرت إضافة الكومبوست بشكل إيجابي على الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري للنباتين المستخدمين في الدراسة، بينما قللت إضافة الكومبوست من الوزن الطري والجاف للمجموع الجذري.

(هـ). طريقة إنتاج الكومبوست لا تحتاج إلى أدوات عالية التكلفة ويمكن استخدام التهوية اليدوية أو الميكانيكية، كما أنه لا يحتاج إلى مساحة كبيرة، ويرجع ذلك إلى قصر فترة تخمر الكومبوست، ما يجعل هذه الطريقة أكثر ملائمة للمساحات الصغيرة.

(و). تبين أن للكومبوست ملوحة متوسطة، وأنه يجب أخذها بالاعتبار عند اختيار النباتات المزروعة وريها.

وبناء على ماذكر نوصي بالآتي:

(أ). العمل على حصر كميات المخلفات الصلبة والسائلة للفيتورة على المستوى المحلي.

(ب).إجراء دراسات لمعرفة أفضل طريقة ومدة لتخمير الكومبوست.

(ج). دراسة التغير في صفات الكومبوست منذ بداية التخمير.

(د). اختبار تأثير إضافة الكومبوست كبيئة إنبات للبذور.

(هـ). اختبار تأثير إضافة الكومبوست كبيئة لنمو نباتات مختلفة.

(و). دراسة خواص كومبوست فيتورة الزيتون بالمقارنة مع أنواع أخرى من الكومبوست من المخلفات الزراعية الأخرى.

(ز). تشجيع إدخال مخلفات معاصر الزيتون ضمن تطبيقات تحسين خواص التربة الزراعية في المناطق التي تنتشر فيها المعاصر بشكل واسع.

6. المراجع

إبراهيم، عاطف.محمد ومحمد. نظيف. خليف. 2007. شجرة الزيتون: زراعتها رعايتها وإنتاجها. منشأة المعارف، الطبعة الأولي، الصفحات: 237 – 309.

أبو شعالة، حكمت. محمد. 2016. كبس المخلفات لمعاصر الزيتون بالمنطقة الغربية لليبيا، الخواص واعتبارات المناولة والمتانة. بحث ماجستير، كلية الزراعة جامعة طرابلس. الصفحات: 18 -20.

أبو عرقوب، محمود. 1998. الزيتون: إنتاج – أمراض – حشرات – نيماتودا – حشائش. المكتبة الأكاديمية، جامعة قاريونس، بنغازي، الجماهيرية العظمى. الصفحات: 31، 34 و 44.

إسطيل، محمد. نافع. 1996. تأثير مخلفات عصر الزيتون (الفيتورا) على معدل الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incornita* على نبات الطماطم. بحث ماجستير، كلية الزراعة، جامعة طرابلس. الصفحات: ج، 36.

بلبع، عبد المنعم.، و جمال. محمد. الشبيني. 2002. التسميد العضوي. المكتبة المصرية . الصفحات: 98 – 102.

التاجوري، رفيق. محمد. 2008. استخدام سيلاج الفيتورة كعلف مالئ في تغذية المجترات وأثره على الأداء الإنتاجي في الأغنام. بحث ماجستير، كلية الزراعة، جامعة طرابلس. الصفحات: 1، 4، 5 و8.

دحيم، محفوظ علي، الهادي عاشور خلف، يوسف عبد الرحيم ونيس، يوسف عمر بن عثمان وخالد علي كريم. 2014. دراسة الوضع الراهن وتطلعات المستقبل للزيتون والزيت في ليبيا. وزارة الصناعة. الصفحات: 8 – 11، 30، 31.

الدهماني، هيفاء. البهلول. 2007. التقييم الغذائي لأوراق الزيتون كعلف للمجترات الصغيرة. بحث ماجستير، كلية الزراعة، جامعة طرابلس. الصفحات: 1 – 3.

الزابط، رندا. محمد. 2006. استعمال مسحوق التين الشوكي Opunita ficus-indica ومسحوق قواعد أوراق النخيل المثمر (الكرناف) *Phoenix dactylifera* لتحسين خواص التربة الرملية وتأثيرها على نمو النبات. بحث ماجستير، كلية الزراعة، جامعة طرابلس.

الزبيدي، أحمد. حيدر. 1989. ملوحة التربة: الأسس النظرية والتطبيقية، جامعة بغداد. الصفحات: 148 – 150، 173.

سالم، محمد. الطاهر. 2013. دراسة تأثير إضافة مصدر من الكربون العضوي (نشارة خشب) على معدنة النيتروجين في التربة. بحث ماجستير، كلية الزراعة، جامعة طرابلس. الصفحات: 1، 49.

الشريف، عبد الباسط. محمد. 2010. دراسة التخمير الطبيعي لثمار بعض أصناف الزيتون الأخضر المحلي. بحث ماجستير، كلية الزراعة، جامعة طرابلس. الصفحات: 1 – 4.

الشقلاف، عبد الحميد. عمران. 2009. تأثير أشجار الكافور *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh على خواص التربة في غابة النصر. جامعة عمر المختار، كلية الزراعة، البيضاء. الصفحات: 1، 2.

الصغير، محمد. 1986. مصدات الرياح والأحزمة الواقية. الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان. الصفحات: 50 – 52.

عبد الله، ياووز. شفيق. وعادل. إبراهيم. الكناني. 1990. الغابات والتشجير. جامعة الموصل. العراق. الصفحات: 135، 141.

العكروت، المبروك. محمد. 2008. تقدير مدى تلوث زيت الزيتون ببعض المعادن الثقيلة. بحث ماجستير، كلية الزراعة، جامعة طرابلس. الصفحات: 1- 3.

عمران، محمد. السيد. 2005. خصوبة الأراضي وتغذية النبات. الدار العربية للنشر والتوزيع. الصفحات: 192 – 198، 411.

القريقني، المنتصر بالله. مختار. 2010. دراسة مدى تأثير مسحوق التين الشوكي وقواعد أوراق النخيل (الكرناف) في قدرة التربة الرملية على الاحتفاظ بالماء. بحث ماجستير، كلية الزراعة، جامعة طرابلس. الصفحات: 1،2،8 و18.

مرقب، صالح. عبد الله. 2007. تأثير الري بالمياه المالحة على نمو شتلات بعض أصناف الزيتون. بحث ماجستير، كلية الزراعة، جامعة طرابلس. الصفحات: 1- 4.

يحيى، الطاهر. أ. و خليل. أ. سليمان. 1984. الدليل العملي لخواص التربة الطبيعية. منشورات جامعة الفاتح. الصفحات:11-13.

Abaza, L., A. Taamalli, H. Nsir and M. Zarrouk. 2015. Olive tree (*Olea europeae* L.) leaves: importance and advances in in the analysis of phenolic compounds. Antioxidantes. 4:682-698.

Agnolucci, M., C. Cristani, F. Battini, M. Palla, R. Cardelli, A. Saviozzi and M. Nuti. 2013. Microbiology-enhanced composting of olive mill solid waste (wet husk): bacterial and fungal community dynamics at industrial pilot and farm level. Bioresource Technology 134:10-16.

Agren, G. I. and O. Franklin. 2013. Root: shoot ratios, optimization and nitrogen productivity. Annual Botany 92:795-800.

Alburquerque, J. A., J. Gonzalvez, G. Tortosa, G. A. Baddi and J. Cegarra. 2009. Evaluation of alperjuo composting based on organic matter degradation, humification and compost quality. Biodegradation 20:257-270.

Alexander, R. 2001. Field guide for compost use. The US compost counsil. p: 35-38.

Al-Khatib, I.; A., M. Monou, A. S. F. A. Zahra, H. Q. Shaheen and D. Kassinos. 2010. Solid waste characterization, quantification and management practices

in developing countries. A case study: Nablus district-Palestine. Journal of Environmental Management. 91:1131-1138.

Altieri, R. and A. Esposito. 2008. Olive orchard amended with two experimental olive mill wastes mixtures: effects on soil organic carbon, plant growth and yield. Bioresource Technology 99:8390-8393.

Altieri, R. and A. Esposito. 2010. Evaluation of the fertilizing effect of olive mill waste compost in short-term crops. International Biodeterioration & Biodegradation, 64:124-128.

Altieri, R., A. Esposito and G. Baruzzi. 2010. Use of olive waste mix as peat surrogate in substrate for strawberry soilless cultivation. International Biodeterioration & Biodegradation, 64:670-675.

Al-Widyan, M. I., N. Al-Abed and H. Al-Jalil. 2005. Effect of composted olive cake on soil physical properties. Soil Science and Plant Analysis, 36:9-10.

Al-Widyan, M. I.,H. Aljalil, M. Abuzreig and N. Abu Hamdeh. 2002. Physical durability and stability of olive cake briquettes. Canadian Biosystems engineering, 44(3):41-45.

Aqeel, A. M. and M. Hameed. 2007. Implementation of olive mill by products in agriculture. World journal of agricultural science, 3(3):380-385.

Aviani, I., Y. Laor, Sh. Medina, A. Krassnovsky and M. Ravia. 2010. Co-composting of solid and liquid olive mill wastes: management aspects and the horticultural value of the resulting composts. Bioresource technology. 101:6699-6706.

Baca. M. T., Bellver, R., De Nobili, M. and A. J. Sanchez-Raya. 1996. Thermophilic pilot scale composting of olive cake. The Science of Composting, 1057-1062.

Baddi, G., J. Cegarra, G. Merlina, J. C. Reval and M. Hafidi. 2009. Qualitative and quantitative evaluation of polyphenolic compounds during composting of an olive-mill waste-WS mixture. Journal of Hazardous Materials, 165:1119-1123.

Baeta-Hall, L., C. M. Saaggua, M. L. Bartolomeu, A. M. Anselmo and M. F. Rosa. 2005. Biodegradation of olive oil husks in composting aerated piles. Bioresource Technology, 96:69-78.

Ben-Jenana, R. K., M. A. Tariki, R. Haouala, C. Hanachi, M. Ben Kheder and B. Henchi. 2009. Composted posidonia, chicken manure and olive mill

residues, an alternative to peat as seed germination growing media in Tunisian nursery. Pakestan Journal of Botany, 41(16):3139-3147.

Blank, C. A., D. D. Evans, L. E. Ensminger, G. L. White andF. E. Clark. 1965. Methods of soil analysis, parts. Chemical and microbiological properties. Agronomy Journal, 9:771-157.

Borja, R., F. Raposo and B. Rincon. 2006. Treatment technologies of liquid and solid wastes from two-phase olive oil mills. Grasas Y Aceites 57(1):32-46.

Brlek, T., N. Voca, T. Cricka, J. Levic, D. Vukmiruvic and R. Colovic. 2012. Quality of pelleted olive cake for energy generation. Agriculturae Conspectus Scientificus, 77(1):31-35.

Cayuela, M. L., M. A. Sanchez-monedero and A. Riog. 2010. Two-phase olive mill waste composting: enhancement of the composting rate and compost quality by grape stalk addition. Biodegradation, 21:465-473.

Chowdhury, A. M. B., C. S. Akratos, D. V. Vayenas and S. Pavlou. 2013. Olive mill waste composting: A review. International Biodeterioration & Biodegradation, 85:108-119.

Chowdhury, A. M. B.,M. K. Michailides, C. S. Akratos, A. G. Tekerlekopoulou, S. Pavlou and D. V. Vayenas. 2014. Composting of three olive mill solid waste using different bulking agents. International Biodeterioration & Biodegradation, 91:66-73.

Cossu, A., S. Deglinnocenti, M. Agnolucci, C. Cristani, S. Bedini, and M. Nuti. 2013. Assessment of the life cycle environmental impact of the olive oil extraction solid wastes in the European Union. The Open Waste Management Journal, 6:12-20.

Dimitrios, R., Angela, L., Massimo, M. and Z. Anastasia. 2014. Olive grove residues and olive extraction process solid biowaste stream management via thermo chemical valorization. P:4.

El-Afghani, S. A. 1981. Effect of soil mixtures on the growth of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. and *cupressuss sumpervirens* L. transplants in the nursery. MS. Science faculty of Agriculture university of Al-Fateh.

El-Asswad, R. M.,A. O. Said and M. T. Mornag. 1992. Effect of olive oil cake on water holding capacity of sandy soils in Libya. Journal of Arid Environments, 24:409-413.

El-Hadrami, A., M. Belagziz, M. El-Hassni, S. Hanfi, A. Abbad, R. Capasso, L. Gianfreda and I. El-Hadrami. 2004. Physico-chemical characterization and effects of olive oil mill wastewater firtirrigation on the growth of some Mediterranean crops. Journal of Agronomy, 3(4):247-254.

Endeshaw, S. T., E. M. Londolini and D. Neri. 2015. Effects of untreated two-phase olive mill pomace on potted olive plantlets. Association of applied biologists. p:1-12

Erbay, Z. and F. Icier. 2010. The importance and potential uses of olive leaves. Food Reviews International, 26:319-334.

FAO, Food and agriculture organization of United Nation.2014. Statistical data.. Avlaible at: www.fao.org.

Fennir, A. M., S. Raghavan, G. V., Geriepy, Y. and S. Sotocinal. 2014. Strength of pellets and briquettes made from Libyan olive oil solid residues. Proceedings of international conference on advances agricultural, biological & environmental sciences, Dubai (UAE) pp:33-36.

Fernandez-Hernandez, A., A. Roig, N. Serramia, C. G. Civantos and Sanchez-Monedero. 2014. Application of compost of two-phase olive mill waste on olive grove: Effects on soil, olive fruit and olive oil quality. Waste Management 34:1139-1147.

Firestone, D. 2005. Bailey's industrial oil and fat products, 6th edition, P:303. United states food and Drug Administration. U.S.A.

Ghanbari, R., F. Anwar, K. M. Al-Kharfi, A. Gilani and N. Sarri. 2012. Valuable nutrients and functional bioactives in different parts of olives (*Olea europeae* L.) – A review. International Journal of Molecular Science, 13:3291-3340.

Gomez-monus, B., D. J. Hatch, R. Bol and R. Garcia-Ruiz. 2012. The compost of olive mill pomace: from a waste to a resource – environmental benefits of its application in olive oil groves. Intechnology, 20:459-484.

Gougoulias, N., L. Vagelas, A. Papachatzis, E. Stergiou, N. Chouliaras and A. Chouliara. 2013. Chemical and biological properties of sandy loam soil amendment with olive mill waste, solid or liquid form, in vitro. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. P:3.

Graves, R. E. and G. M. Hattemer. 2010. Composting National engineering handbook. Chapter 2.

Hachicha, S., F. Sallemi, K. Medhioub, R. Hachicha and E. Ammar. 2009. Biological activity during co-composting of sludge issued from the OMW evaporation ponds with poultry manured-physico-chemical characterization of the processed organic matter. Journal of Hazardous Materials, 162:402-409.

Hachicha, S., M. Chtourou, K. Medhioub and E. Ammar. 2006. Compost of poultry manure and olive mill wastes as an alternative fertilizer. Agronomic of Sustainable Development, 26:135-142.

Hue, N. V. and J. A. Silva. 2000. Organic soil amendments for sustainable agriculture: Organic sources for: nitrogen, phosphorus and potassium. Plant nutrition management in Hawaii's soils, approaches for tropical and subtropical agriculture. Chapter:15, pp:140.

Ilay, , R., Y. Kavdir, and A. Sumer. 2013. The effect of olive oil solid waste application on soil properties and growth of sunflower (Helianthus annuus L.) and bean (Phaseolus vulgaris L.). International Biodeterioration & Biodegradation 58:245-259.

Inglizakis, V. J., J. L. Moreno and M. Doula. 2012. Olive oil management EU legislation: current situation and policy recommendation. International Journal of Chemical and Environmental Engineering System, 3(2):66-75.

Kapellakis, I. E., K. P. Tsagarakis and J. C. Chrowther. 2008. Olive oil history, production and by-product management. Reviews in Environmental Science and Biotechnology, 7:1-26.

Kelepesi, S. and N. G. Tzortzakis. 2009. Olive mill wastes-a growing medium components for seedling and crop production of lettuce and chicory. International Journal of Vegetable Science,15:325-339.

Kistner, T., G. Nitz and W. H. Schnitzler. 2004. Phytotoxic effects of some compounds olive mill wastewater (OMW). Fresenius Environmental Bulletin, 13:1360-1361.

Komilis, D. P. and I. S. Tziouvaras. 2009. A statistical analysis to assess the maturity and stability of six composts. Waste Management 29:1504-1513.

Lasaridi, K., I. Protopapa, M. Kotsou, G. Pilidis, T. Manios and A Kyriacou. 2006. Quality assessment of composts in the Greek market: the need of standards and quality assurance. Journal of Environmental Management, 80:58-65.

Lopez-Pineiro, A., A. Albarran, J. M. R. Nunes and C. Barreto. 2008. Short and medium-term effects of two-phase olive mill waste application on olive grove

production and soil properties under semiarid Mediterranean conditions. Bioresource Technology. 99:7982-7987.

Michailidis, M., G. Christou, C. S. Akratos, A. G. Tekerlekopoulou, and D.V. Vayenas. 2011. Composting of olive leaves and pomace from a three-phase olive mill plant. International Biodeterioration & Biodegradation 65:560-564.

Montemurro, F., M. Diacono, C. Vitti and D. Ferri. 2011. Short-term agronomical effects of olive oil pomace composts on *Pissum arvense* L. and *Trifolium subterraneum* L. and impacts on soil properties. Soil Science and Plant Analysis, 42:2256-2264.

Mullins, G. 2009. Phosphorus agriculture & the environment. Virginia Technology, p:6.

Nadjet, M., D. Abderezzak and K. Meriem. 2014. Effect of three types of composts of of olive oil by-products on growth and yield of hard wheat "*Triticum durum* Desf". African journal of biotechnology. 4685-4693.

Nasini, L., G. Gigliotti, M.A. Balduccini, E. Federici, G. Cenci, and P. Proietti. 2013. Effect of solid olive-mill waste amendment on soil fertility and olive (Olea europaea L.) tree activity. Agriculture, Ecosystem and Environment 164:292-297.

Nefzaoui, A. 1999. Olive tree by-products. International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). P:11,14,19,59-61,83,84.

Omer, M. and A. M. Mohmoud. 2012. Effect of olive pomace phenols on the solid fungi and alfalfa yield. Journal of Agriculture and Biological Sciences, 8(1): 55-61.

Ouzounodou, G., G. I. Zervakis and F. Gaitis. 2010. Raw and microbiologically detoxified olive mill waste and their impact on plant growth. Terrestrial and aquatic environmental toxicology, Global science books.

Papafotiou, M., Kargas, G. and I. Lytra. 2005. Olive-mill waste compost as a growth medium component for foliage potted plants. HortScience, 40(6):1746-1750.

Seferoglu, S. 2011. Effects of olive oil solid waste on growth and nutrient uptake of faba bean, onion and radish plants. African Journal of Biotechnology, 10(34): 6510-6515.

Servili, M., A. Taticci, S. Esposto, B. Sordini and S. Urbani. 2012. Technological aspects of olive oil production. InTechnology. Chapter8. P:153.

Tanji, K. K. and N. C. Kielen. 2002. Agricultural drainage water management in arid and semiarid areas. FAO irrigation and drainage paper 61, p:184-185.

Tawarah, K. M. and R. A. Rababah. 2013. Characterization of some Jordanian crude and exhausted olive pomace samples. Green and Sustainable Chemistry 3:146.

Tayer, S. R., A. A. Abubaker and A. H. Kanoon. 1987. Evaluation of dissolved olive oil cake as a feed for ruminant animals, using Barbari lambs. Veterin Arski Arhiv. 57(1):15-19.

Tortosa, G., J. A. Alburquerque, G. Ait-Baddi and J. Cegarra. 2012. The production of commercial organic amendments and fertilisers by composting of two-phase olive mill waste ("alperujo"). Journal of Cleaner Production, 26: 48-55.

Toscano, P., Casacchia, T., Diacono, M. and F. Montemurro. 2013. Composted olive mill by-products: compost characterization application on olive orchards. Journal of Agricultural Science Technology, 15:627-638.

Evaluation of olive mill solid waste compost as growth medium component for *Eucalyptus camaldulensis* L. and *Acacia saligna*

Thuraya Essedik Ali Whiba (Ms. Sci. thesis).
University of Tripoli (2017).
Dr. Mahamed Ali Bakir (associate professor)

Abstract

This study was carried out at the experimental station of the faculty of Agriculture University of Tripoli – Libya during the period from February 2014 to March 2016. The aim of this research was to study the properties of crude of olive mill solid waste (OMSW) and its mature compost and evaluate effects of mature compost application to growth media for eucalyptus and acacia nursery trees and soil properties. The OMSW was mixed with manure cattle, olive leaves and sand of the rate of 50%, 25%, 10% and 15% (V/V) respectively.

The compost was tested for maturity by germination index (GI) for lettuce seeds. In the final part of this study the mature compost was mixed with sand at the percent of 0%, 25%, 50% and 75% (V/V). The growth media were analyzed at the beginning of growth for water holding capacity and its effects on growth of eucalyptus and acacia nursery trees. The results indicated that the OMSW contained high percent of water content reached 40%, oil content 7.2% and had lower PH value 5.8, Electrical conductivity (EC) was high 3.95 $mS.cm^{-1}$ and medium total nitrogen content 1.33%, while available phosphorus and potassium were very low. The results showed that the compost temperature increased gradually over 50 °C after 30 days from windrow establishment, then decreased and stabilized at 27 °C for 120 days later. The germination index rates for mature compost after 150 days reached 85% for lettuce seeds, which means the compost is not phytotoxic and could be used safe as a high quality soil amendment.

The results showed that the mature compost had bulk density 0.56 $g.cm^{-3}$, pH value 7.8 and EC 3.81 $mS.cm^{-1}$. It is proved to be high quality of organic matter with C/N

ratio of 12:1 and high nutrient concentrations (total N 3%, available P 1233 ppm and available K 8400 ppm). The mature compost had high water holding capacity reached 80% at the field capacity and 40% at the wilting point. The results indicated that the plant height of acacia nursery trees was not affected by addition of compost to the growth media, while plant height of eucalyptus nursery trees significantly reduced. Furthermore, the fresh and dry weight of vegetative system increased while the fresh and dry weight of root system decreased for both kinds of trees.

UNIVERSITY of TRIPOLI
Faculty of Agriculture

Department of Horticulture

Evaluation of olive mill solid waste compost as growth medium component for *Eucalyptus camaldulensis* L. and *Acacia saligna*

By

Thuraya Essedik Ali Whiba

The thesis for the Degree of Master has been approved by:

Dr. Abdel-Kareem Jomaa El-Taeb (External Examiner) ……
(Faculty of Agriculture - University of Tripoli - Tripoli)
Dr. Zuher Mustafa Bensaad (Internal Examiner) ……
(Faculty of Agriculture - University of Tripoli - Tripoli)
Dr. Mahamed Ali Bakir (Advisor) ……
(Faculty of Agriculture - University of Tripoli - Tripoli)

Dr. Asma Yousef Alnajjar
Vice Dean of Graduate Studies and Training

Dr. Nuri Sahli Madi
Dean of the Faculty

Date: / /

UNIVERSITY of TRIPOLI
Faculty of Agriculture

Department of Horticulture

Evaluation of olive mill solid waste compost as growth medium component for *Eucalyptus camaldulensis* L. and *Acacia saligna*

By

Thuraya Essedik Ali Whiba

Advisor: Mahamed Ali Bakir
(Associate professor)

Thesis was submitted in partial fulfillment of the requirements for Degree of Master of Agricultural Sciences.
30 /04/2017