مجلة العلوم البحثة والتطبيقية
Journal of Pure & Applied Sciences
www.Suj.sebhau.edu.ly ISSN 2521-9200
Received 20/04/2019 Revised 21/08/2019 Published online 11/12/2019

مقارنة تأثير إضافة الأسمدة العضوية المكمورة والأسمدة الكيماوية على خصائص التربة*

*عبد الحميد مفتاح شادي[1] و آمال محمد مادي[2]
[1] ماجستير علوم بيئة مستقل
[2] قسم علوم بيئة–كلية العلوم الهندسية والتقنية–جامعة سبها
*للمراسلة: herbs.cen@gmail.com

الملخص في هذه الدراسة تم اختبار تأثير إضافة ثلاثة أنواع من التسميد للتربة ، هذه الأنواع هي السماد العضوي المكمور (الكمبوست) وخليط محضر من السماد الكيميائي والسماد العضوي المكمور بنسبة 1 : 1 والسماد الكيميائي على خصائص التربة بالإضافة إلى عينة مقارنة (تربة غير مسمدة) ، وتم تحضير السماد العضوي المكمور بإعداد خليط مكون من تبن الشعير والبرسيم ومخلفات الدواجن بنسبة 2:1:1 على التوالي وكمره مدة 21 يوم قبل استخدامه ، هذا السماد المحضر تم تحليله بالمختبر بعد نضجه لتقدير محتواه من العناصر الغذائية الكبرى (NPK) ، وأظهرت النتائج أن تركيز هذه العناصر فيه هو 504 ppm N ، 23.73 ppm P ، 426 ppm K وقد أجريت هذه التجربة في أحد حقول منطقة قصر خيار على بعد 3 كم جنوب وسط المدينة في موسم شتاء 2016 م بهدف مقارنة تأثير إضافة الأسمدة العضوية المكمورة (الكمبوست) والأسمدة الكيماوية على بعض خصائص التربة ، وقد شملت الدراسة استخدام ثلاثة مستويات تسميد لكل نوع من السماد وهي المستوى المنخفض والمستوى المتوسط والمستوى المرتفع بخلطها مع التربة في قطع تجريبية . وقد بينت النتائج أن جميع مستويات الكمبوست وخاصة المستوى المرتفع (C_3) تزيد من كفاءة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وتقلل من ملوحة التربة وقلويتها وتزيد من متبقيات NPK فيها وتيسر عناصر الفوسفور والبوتاسيوم للنبات وتغني التربة بالمادة العضوية.

الكلمات المفتاحية: السماد العضوي المكمور، السماد االكيماوي، الكمبوست، خصائص التربة، متبقي.

Comparison of effect of organic and chemical fertilizers addition on soil properties

*Abd Elhamid Moftah Shadi[1] , Amal Mohammed Madi[2]
M Sc in environment, independent[1]
[2]Department of ecology, technical and geometrical sciences college, Sebha University
*Corresponding author: herbs.cen@gmail.com

Abstract In this study we test the effect of adding three types of fertilization to soil, these types are , piled organic fertilizer (compost, a mixture of piled organic fertilizer (compost) and chemical fertilizer by 1 : 1 and chemical fertilizer on soil properties plus a sample for comparison (non-fertilized soil), preparation of compost is by prepare a mixture composed of barley hay, alfalfa and poultry residue ratio of 1:1:2 respectively and pile it for a time duration of 21 days before using it. This compost is laboratory analyzed after maturity to determine the content of major nutrients (NPK), the results showed that the concentrations of these elements are N 504 ppm , P 23.73 ppm , K 426 ppm , experiment was conducted in a field in Qaser Khyar area 3 km south of downtown in the 2016 winter season to compare the effect of adding piled organic fertilizer (compost) and chemical fertilizer on some soil properties. The study included using of three levels of fertilization for each type of fertilizer i.e. low , intermediate and high levels and mixing them with the soil in the experimental plots. The results showed that all levels of compost and particularly high level (C_3) increase the efficiency of water-holding capacity of the soil , reduce salinity and alkalinity , increase its NPK residue , facilitate phosphorus and potassium for plant and enrich soil with organic matter.

Keywords: piled organic fertilizer, chemical fertilizer, compost, soil properties, residue.

1. المقدمة

تحتاج النباتات إلى العديد من المغذيات للنمو وهذه المغذيات عبارة عن عناصر مختلفة منها ما يحتاجه النبات بكميات كبيرة مثل .النيتروجين والبوتاسيوم والفوسفور أو الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت كما أن هناك مغذيات تحتاجها النباتات بكميات صغيرة مثل الكلور والحديد والبورون والمنجنيز والزنك والنحاس والنيكل والمولبدينيوم . وتعتبر الأسمدة المحتوية على هذه المغذيات من أهم المواد التي تضاف إلى التربة لتحسين خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية [1] وهي تقسم بحسب مصدرها إلى:-

1.1 الأسمدة الكيماوية : وهي أسمدة أساسها معدني ومتوفرة في السوق بتراكيز محددة وبصورة مركبة من عدة عناصر أو مفردة لعنصر واحد

2.1 الأسمدة العضوية : وهي أسمدة أساسها حيوي وهي نوعان :

1.2.1 الأسمدة العضوية المحلية–

هي التي تنتج في المزرعة كمخلفات المحاصيل الزراعية ومخلفات تربية الحيوانات والطيور.

2.2.1 الأسمدة العضوية المكمورة

وهي المخلفات العضوية التي تخمر في ظروف متحكم بها مثل درجة الحرارة ونسبة الرطوبة والتهوية

ونسبة الكربون : النيتروجين C/N ، ومن أشكالها السماد العضوي المكمور (الكمبوست)

الكمبوست

هو مصطلح لاتيني يعني خليط أو مجموعة مواد متعددة أو مختلفة المصادر ، وهو عب–ارة عن الناتج من التحلل الحيوي للمادة العضوية سواء كانت من أصل نباتي أو حيواني بفعل البكتريا وبعض الكائنات الدقيقة النافعة تحت ظروف بيئية معينة من الحرارة والرطوبة والتهوية [2] ، وهناك نوعان بحسب نظام وطريقة إنتاجه (الكمبوست اللاهوائي الكمبوست الهوائي)

1.2.2.1 الكمبوست اللاهوائي

يتم إنتاجه من خلال عملية الكمر اللاهوائي بالردم تحت الأرض ويكون مغطى بإحكام بغطاء بلاستيكي غير نفاذ لضمان انعدام الهواء أو الأكسجين داخل كومة السماد مع وجود رطوبة عالية من خلال غمر الكومة بالماء فتزيد الرطوبة عن النسبة العليا 60 % (فيحل الماء محل الهواء) فتموت البكتريا الهوائية النافعة وتنشط بدلاً منها البكتريا اللاهوائية التي بدورها تقوم بهدم المادة العضوية لكن بصورة بطيئة ، ومدة 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 الطاقة الحرارية– الناتجة في ظروف التخمر أو التحلل اللاهوائي وبالتالي فإن المنتج النهائي رديء ورائحته كريهة ويضر بالنبات. [2]

2.2.2.1 الكمبوست الهوائي

وتتم هذه الطريقة بواسطة البكتريا النافعة التي تعمل على تحلل المواد العضوية عند توفر البيئة المناسبة من الرطوبة (60%) ودرجة الحرارة المثلى تتراوح من 60 إلى 70 درجة مئوية فنحصل على كمبوست جيد , وقد يضاف محلول أو مزرعة بكتيرية تساعد على سرعة تحلل تلك المخلفات العضوية فيرتفع محتواها من الدبال الذي يعمل على إثراء التربة بالكائنات الحية الدقيقة عندما يضاف إليها فتقوم بتثبيت نيتروجين الهواء الجوي واذابة الفوسفور والبوتاسيوم وجعلها ميسرة للنبات الذي يمتصها بانتظام فينمو بكفاءة عالية . وعملية الكمر الهوائي هي عملية حيوية تعتمد على نشاط التمثيل الغذائي لعديد من الكائنات الحية الدقيقة حيث تعتمد تلك الكائنات في تغذيتها على ما تحتويه هذه المخلفات النباتية والحيوانية فتبدأ هذه الكائنات الدقيقة كالبكتريا والفطريات في تفتيت المواد الكربوهيدراتية والنيتروجينية والنشا فتنطلق كميات كبيرة من الحرارة وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء.

وقد اعتمدت تقنية إنتاج الكمبوست كحل لمشكلة تراكم المخلفات العضوية الصناعية والزراعية حيث أن العديد من المحاصيل الزراعية والتي تزرع بمساحات واسعة ينتج عن زراعتها كميات كبيرة من المخلفات الزراعية يصعب التخلص منها بشكل آمن دون التأثير على البيئة وعلى المحاصيل اللاحقة . وتلعب المادة العضوية دوراً هاماً في حل مشاكل الترب حيث تكون جزءً هاماً من معقد الامتصاص الذي يحتفظ بالعناصر الغذائية فتكون ميسرة وسهلة وفي متناول النبات ونظراً لارتفاع السعة التبادلية لقواعد المادة العضوية إذا ما قورنت بمعادن التربة فإنها تؤدي إلى نقص معدلات فقد العناصر الغذائية بالغسيل , وفي ذات الوقت تعتبر المادة العضوية مصدراً هاماً للطاقة اللازمة لمعظم كائنات التربة ,وبتحلل المادة العضوية تنفرد مكوناتها من العناصر الغذائية , حيث تستفيد منها النباتات . كما تنفرد الأحماض العضوية التي تساعد في زيادة الاستفادة من بعض العناصر غير الميسرة للنبات كالفوسفور والحديد ، ولقد وجد أن إضافة المادة العضوية للأراضي الرملية تؤدي إلى زيادة تماسك الأرض وإضعاف خاصية سرعة رشح مياه الري وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء كما ترفع من خصوبة التربة وتمد المحاصيل الزراعية القائمة باحتياجاتها من العناصر الغذائية ,

كما إن للمادة العضوية دوراً فعالاً في تفكك وتهوية التربة الطينية المتماسكة وتقوم المادة العضوية بدور هام في التغلب على مشاكل التربة الجيرية والقلوية حيث تؤدي إضافتها إلى تحسين خواصها الطبيعية [2] ، وتؤدي زيادة نسبة المادة العضوية في التربة إلى بناء خصوبتها بشكل تراكمي حيث أن 40% من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم يتم تيسيرها خلال السنة الأولى و 30% منها في السنة الثانية و 30% المتبقية تتيسر للنبات في السنة الثالثة، وتعمل المادة العضوية على خلب العناصر الضارة الموجودة في التربة كالرصاص والكادميوم عن طريق تكوين رابطة مع معقد الدبال مما يجعلها غير قابلة للامتصاص بواسطة جذور النبات كما تزيد المادة العضوية من درجة قتامة لون التربة الأمر الذي يجعلها تمتص حرارة أكثر مما يسرع من إنبات

البذور؛ ويقلل استعمال السماد العضوي المكمور (الكمبوست) من معدل إنبات الحشائش الضارة. [2]

وقد رأى الباحثان أن يدرسا ويقارنا بين تأثير إضافة كل من الأسمدة العضوية المكمورة والكيميائية للتربة على خصائصها ومحتواها من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم NPK والمادة العضوية آملان أن يصلا إلى نتائج جيدة من شأنها المساهمة في تحسين خصائص التربة

3.1 الدراسات السابقة :

يقصد بالمادة العضوية للتربة Soil Organic Matter (SOM)تلك البقايا والمخلفات، نباتية كانت أو حيوانية المنشأ، التي تصل التربة تلقائياً أو تضاف إليها، مضاف إليها الكائنات الحية الدقيقة [17] ، وتؤدي المادة العضوية دوراً مهماً في تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية والخصوبية للترب المختلفة .

ونظراً إلى انخفاض نسبة المادة العضوية في ترب المناخات الجافة لأسباب عديدة يعد رفع محتوى الترب من المادة العضوية أمراً بالغ الأهمية.

إن رفع حيوية الترب الزراعية بإضافة المادة العضوية الضرورية يعد وسيلة مهمة لزيادة إتاحة العناصر المغذية الكبرى والصغرى على حد سواء [3.4,5,6,7,8,9,10] وعليه فإن تأثير المادة العضوية على التربة يكون في مسارين هما محسن لخواص التربة ومخصب لها، وإن نقل المسار الأول يفوق الثاني، لما للمادة العضوية من دور في تحسين صفات التربة الفيزيائية المتعلقة مثلا بالاحتفاظ بالرطوبة وحرارة التربة ، أما دور المادة العضوية في التأثير في الصفات الكيميائية للتربة فيتمحور حول زيادة السعة التبادلية الكاتيونية للتربة وعملها كمادة مخلبية تحد من فقد العناصر الغذائية وترسيبها فضلا عن خفض درجة التعادل في التربة pHفي منطقة الجذور النباتية من خلال إطلاقها لأيونات الهيدروجين والأحماض العضوية المختلفة وغاز CO_2 لدى تحللها [18] ، ويتراوح محتوى التربة من المادة العضوية بشكل عام بين 0 و10 %---

ويعتقد أن المادة العضوية تؤثر في كافة خصائص التربة من بيولوجية وفيزيائية وكيميائية ومصدراً رئيساً للنيتروجين فيها [19]وتشكل الأسمدة العضوية على اختلاف أنواعها وأشكالها مصدراً مهماً للمادة العضوية في التربة التي تعد مصدراً مباشراً أو غير مباشر للعديد من العناصر الغذائية التي يتطلبها النبات وكذلك تعتبر الأسمدة العضوية محسناً لمجمل خصائص التربة [11]، وللمحافظة على مستوى ملائم من المادة العضوية في التربة يتطلب الأمر إضافات مناسبة ودورية من المواد العضوية للتربة إما بشكل بقايا ومخلفات نباتية أو كومبوست أو روث حيواني أو مزيج من هذه المواد [20] ، كما تؤثر المادة العضوية في إتاحة الفوسفور P والبوتاسيوم K وتعد مصدراً رئيساً للعديد من العناصر الصغرى وتزيد من جاهزيتها للامتصاص من قبل النبات [21]

والأسمدة العضوية توفر مخزون إضافي للنيتروجين على شكل أمونيوم NH_4^+ ، كما تحتوي على الفوسفور والبوتاسيوم إضافة إلى أنها تغني التربة بالمادة العضوية مما ينعكس بالنتيجة إيجاباً على نمو المحاصيل ويرفع من وتيرة النشاط الحيوي فيها [22]

ولقد ازداد الاهتمام باستخدام الأسمدة العضوية في السنوات الأخيرة بعد تكريس الزراعة العضوية أسلوباً زراعياً جديداً حيث يشكل استخدام الأسمدة العضوية ركناً أساسياً لا يمكن الاستغناء عنه في المحافظة على خصوبة التربة وامداد النباتات النامية بحاجتها من العناصر المغذية المختلفة [23]

4.1 أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة إلى مقارنة تأثير إضافة أسمدة عضوية وأخرى كيماوية لغرض تحسين خصائص التربة بشكل أساسي وذلك من خلال إتباع منهج عملي حقلي يهدف إلى:

أ. المحافظة على مياه الري

ب. تحسين خصائص التربة

ج. مكافحة تلوث المحيط بالمخلفات العضوية– النباتية والحيوانية

د. دارسة مدى التغير في خصائص التربة بعد التسميد باستخدام المستويات المختلفة من سماد الكمبوست والسماد الكيماوي

2. المواد وطرق العمل

1.2 الأسمدة المستخدمة في الدراسة

نظراً لقلة الامكانيات المتوفرة للبحث اكتفى الباحثان ببحث تأثير مستويات مختلفة من العناصر الكبرى (النيتروجين N والفوسفور Pوالبوتاسيوم K) والمادة العضوية في صورة كربون عضوي كلي (TOC) ومقارنة اختلاف مصادرها العضوية والكيميائية والمحتوى الرطوبي للتربة وتأثير ذلك على خصائص التربة ، وبذلك فقد تم تحضير الأسمدة المستخدمة على النحو التالي:

1. الكمبوست (السماد العضوي المكمور)
2. السماد الكيماوي
3. خليط من الكمبوست + السماد الكيماوي بنسبة 1 : 1
4. عينة غير مسمدة للمقارنة.

وقد تم استخدام كل سماد بثلاث مستويات مختلفة هي : منخفض ، متوسط ، مرتفع ، وكل مستوى بثلاث مكررات هي 1 ، 2 ، 3

2.2 تحضير السماد العضوي المكمور Compost

تم استخدام طريقة The Berkley Rapid Composting [24] Method وتتضمن اختبار عينتين من تبن الشعير والبرسيم

ومخلفات الدواجن بنسبة 1:1:1 في الأولى و 2:1:1 في الثانية وبهذا تم أخذ عينة من 100 جرام تبن الشعير ، و 100 جرام برسيم و 100 جرام مخلفات دواجن وخلطها ميكانيكياً ثم تحليلها لتعيين نسبة C/N ثم أخذ عينة من 100 جرام تبن الشعير ، و 100جرام برسيم ، و 200 جرام مخلفات دواجن وخلطها ميكانيكياً ثم تحليلها لتعيين نسبة C/N وبعد تحليل العينتين كانت النتائج كما هو موضح بالجدول 1.2

جدول 1.2 نسب C/N في العينتين المراد تحضير السماد العضوي المكمور من أحدهما

العينة	نسبة C/N
1	32.016 : 0.1
2	30.415 :3.1

وحيث أن أفضل نسبة C/N لتحضير السماد العضوي المكمور هي تقريباً 1 : 30 [19] فقد تم تحديد العينة رقم 2 كأفضل عينة لتحضير السماد العضوي المكمور لأن نتيجة تحليلها هي الأقرب للنسبة المطلوبة بالرغم من أن نسبة النيتروجين بها عالية بعض الشيء إلا أن جزء كبير منها سيتطاير في صورة أمونيا أثناء التخمير [24] ، ثم تم صناعة –صندوق خشبي Block مربع بطول ضلع 1 متر وبارتفاع 20 سم . ثم أخذت أوزان متناسبة حسب أفضل عينة (10 كجم تبن شعير مفروم ، 10 كجم برسيم مفروم ، 10 كجم مخلفات دواجن) أي بنسبة 1 : 1 : 2 وخلطها ميكانيكياً وتعبئتها في الصندوق الخشبي المُعد لهذا الغرض ثم تم ريه بكمية مياه مناسبة وتركه لمدة 21 يوم لكي يتحلل ميكروبياً مع تقليبه كل أربعة أيام [24] . وبعد مدة التحلل 21 يوم صار الكمبوست ناضجاً وعلامة نضجه أن له لون بني قاتم وقوام اسفنجي ورائحته مثل رائحة التراب المبلل بالماء ، ثم أخذت عينة منه لغرض تحليلها لمعرفة تركيز عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم NPK فيها حيث كانت نتائج التحليل مقاسة بوحدة الجزء في المليون (ppm) وموضحة بالجدول 2.2

جدول 2.2 تركيز NPK في عينة سماد الكمبوست

الكمبوست	N_{ppm}	P_{ppm}	K_{ppm}
	504	23.73	426

وحيث أن منطقة الإنبات تكون على عمق يتراوح من 5 إلى 10 سم [9] فقد تم أخذ عينة من التربة التي ستتم بها الزراعة من عمق 7سم بعد يومين من ريها بالماء رية خفيفة لغرض تحليلها لمعرفة محتواها من عناصر NPK والمادة العضوية في صورة TOC . والمحتوى الرطوبي فيها وبعض الخصائص لها مثل القوام واللون و EC و pH ، ويوضح الجدول (3.2) والجدول (4.2) نتائج التحليل مقاسة بوحدة الجزء في المليون (ppm)

جدول 3.2 بعض الخصائص لعينة التربة

القوام	اللون	EC mS/cm	Ph
رمل لومي	أحمر مصفر	148.	7.42

جدول 4.2 محتوى عينة التربة من NPK ، TOC ونسبة المحتوى الرطوبي

التربة قبل الزراعة	N_{ppm}	P_{ppm}	K_{ppm}	TOC%	المحتوى الرطوبي %
	49	2.42	27	2	8.5

+

3.2 تصميم التجربة :

صممت التجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة Completely Randomized Design

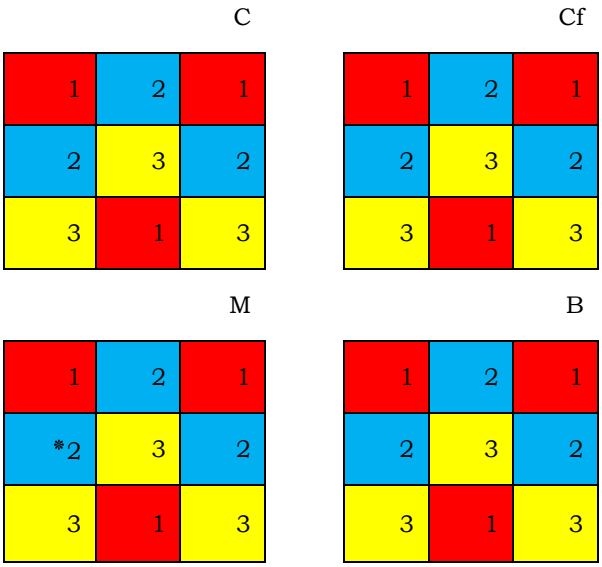
- عدد المكررات 3 مكررات لكل مستوى من مستويات الأسمدة المستخدمة
- عدد القطع التجريبية 36 قطعة تجريبية
- حجم القطعة التجريبية الواحدة = 0.5 م × 0.5 م × 0.1 م
- عدد نبات واحد لكل قطعة تجريبية واحدة
- المساحة المزروعة لكل نوع سمادي هي 9 قطع تجريبية
- وزن التربة في القطعة التجريبية الواحدة = 31.7 كجم
- كانت المستويات كما هو موضح في الجدول 5.3 :

جدول 5.2 المستويات السمادية التي تم استخدامها

السماد الكيماوي	Cf_1 , Cf_2 , Cf_3
الكمبوست (السماد العضوي المكمور)	C_1 , C_2 , C_3
خليط من الكمبوست + السماد الكيماوي	M_1 , M_2 , M_3
عينة غير مسمدة للمقارنة	B

4.2 النبات المزروع :

البطاطا Solanum Tuberosum صنف سبونتا Spunta صنف هولندي نصف مبكر، ومرحلة السكون له متوسطة الإنبات ، درناته متطاولة الشكل ومرغوب فيها في الأسواق والعيون سطحية ، والإنتاج كبير في العروة الربيعية ، وجيد في العروة الخريفية كما أن حجم الدرنات الناتجة من النبات الواحد كبير جداً، لذلك ينصح بتقريب المسافات المزروعة بين الدرنات إلى 25 سم والحصاد المبكر للحصول على أكبر كمية ، وحجم المجموع الخضري جيد ، وهذا الصنف سريع الحساسية للمادة الفعالة لمبيدات الحشائش ونسبة المادة الجافة فيه 20,3 % [12]



شكل 1.2 القطع التجريبية المزروعة في التجربة.

C: قطع تجريبية مسمدة بثلاثة مستويات من السماد الكيماوي

C: قطع تجريبية مسمدة بثلاثة مستويات من السماد العضوي المكمور (الكمبوست)

M: قطع تجريبية مسمدة بثلاثة مستويات من خليط الكمبوست والكيماوي بنسبة 1 : 1

B: قطع تجريبية غير مسمدة للمقارنة

5.2 أوزان الأسمدة المستخدمة في الدراسة :

ومن خلال التحاليل السابقة تم تحديد أوزان المستويات المختلفة للأسمدة المستخدمة في كل قطعة تجريبية على أساس ما تحتويه التربة من عناصر NPK وحسب وزن التربة في القطعة التجريبية الواحدة وذلك كالتالي :

1.5.2 السماد العضوي المكمور (Compost):

تم حساب أوزان من الكمبوست حسب تحليل عينته وحسب وزن التربة في القطعة التجريبية الواحدة وعلى أساس تثبيت الفوسفور بما أنه أقل تركيز بين تركيزات NPK في العينة حيث كان :

1. المستوى المنخفض = تركيز الفوسفور في التربة × وزن التربة في القطعة التجريبية الواحدة (31.7 كجم) – ½ (تركيز الفوسفور في التربة × وزن التربة في القطعة التجريبية الواحدة (31.7 كجم))
2. المستوى المتوسط = تركيز الفوسفور في التربة × وزن التربة في القطعة التجريبية الواحدة (31.7 كجم)
3. المستوى المرتفع = تركيز الفوسفور في التربة × وزن التربة في القطعة التجريبية الواحدة (31.7 كجم) + ½ (تركيز الفوسفور في التربة × وزن التربة في القطعة التجريبية الواحدة (31.7 كجم)

فكانت الأوزان بالكيلوجرام على النحو الموضح بالجدول 6.2 :

جدول 6.2 أوزان الكمبوست بالكيلوجرام في القطعة التجريبية الواحدة

وزن السماد	المستوى المنخفض	المستوى المتوسط	المستوى المرتفع
الكمبوست	1.48	2.95	4.43

وقد احتوت هذه الأوزان على التركيزات الموضحة بالجدول 7.2 من العناصر NPK

جدول 7.2 تركيز العناصر NPK (ppm) في أوزان المستويات المختلفة من الكمبوست

العنصر	المستوى المنخفض	المستوى المتوسط	المستوى المرتفع
N ppm	745.92	1486.8	2232.72
P ppm	35.001	70.003	105.004
K ppm	630.48	1256.7	1887.18

والشكل 2.2 يظهر الأكياس التي تم إعدادها والتي تحوي مستويات الكمبوست ومكرراته

شكل2.2 أكياس تحوي مستويات الكمبوست ومكرراته

2.5.2 السماد الكيماوي :

لقد تم حساب تركيزات السماد الكيماوي وكافة أوزانه على النحو الموضح بالجدول 8.2

جدول 8.2 طريقة حساب تركيزات السماد الكيماوي

العنصر	المستوى المنخفض	المستوى المتوسط	المستوى المرتفع
N	1/2−31.7×49 31.7×49	31.7×49 *	1/2+31.7×49 31.7×49
P	1/2−31.7×2.42 31.7×2.42	31.×2.42 *7	1/2+31.7×2.42 31.7×2.42
K	1/2−31.7×22.5 31.7×22.5	31.×22.5 *7	1/2+31.7×22.5 31.7×22.5

* تركيز NPK في القطعة التجريبية الواحدة

والجدول 9.2 يوضح الأسمدة الكيماوية التي تم استخدامها في الدراسة

جدول 9.2 الأسمدة الكيماوية المستخدمة في الدراسة

المادة	الشركة المصنعة	بلد الصنع
سماد اليوريا	شركة سرت لتصنيع النفط والغاز	ليبيا
سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم	المجمع الكيميائي التونسي	تونس
سماد كبريتات البوتاسيوم	شركة يارا / الهند	متعددةالجنسية

للحصول على التركيزات المطلوبة تم حساب أوزان من سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم (46% فوسفور، 18% نيتروجين) وسماد اليوريا (46% نيتروجين) وسماد كبريتات البوتاسيوم (51% بوتاسيوم) كخليط ، ولم تجرى أية اختبارات على هذه الأسمدة لأن محتوياتها من NPK معروفة من عبوة المصنع مع عدم تثبيت الفوسفور وإنما حساب الأوزان حسب محتوى التربة من NPK وذلك على النحو الموضح في الجدول 10.2

جدول 10.2 الأوزان بالجرام للمستويات المختلفة من السماد الكيماوي

السماد	المستوى المنخفض	المستوى المتوسط	المستوى المرتفع
اليوريا	1.59	3.17	4.76
فوسفات ثنائي الأمونيوم	0.076	0.15	0.228
كبريتات البوتاسيوم	0.82	1.65	2.47

وقد احتوت هذه الأوزان على التركيزات الموضحة بالجدول 11.2 من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم NPK .

جدول 11.2 التراكيز المختلفة من NPK (ppm) لمستويات السماد الكيماوي

العنصر	المستوى المنخفض	المستوى المتوسط	المستوى المرتفع
N_{ppm}	745.92	1486.8	2232.72
P_{ppm}	35.001	70.003	105.004
K_{ppm}	630.48	1256.7	1887.18

والشكل 3.2 يوضح الأكياس التي تم إعدادها والتي تحوي مستويات السماد الكيماوي ومكرراته

شكل 3.2 أكياس تحوي مستويات السماد الكيماوي ومكرراته

3.5.2 خليط من السماد العضوي المكمور (الكمبوست) والسماد الكيميائي بنسبة 1 : 1

1.3.5.2 السماد العضوي المكمور (الكمبوست) :

تم حساب أوزان من الكمبوست في الخليط حسب تحليل عينته وحسب وزن التربة في القطعة التجريبية الواحدة ، وعلى أساس تثبيت الفوسفور بما أنه أقل تركيز بين تركيزات NPK في العينة حيث كان :

1. المستوى المنخفض = الوزن المأخوذ في المستوى المنخفض للكمبوست ÷ 2 = 50% كمبوست
2. المستوى المتوسط = الوزن المأخوذ في المستوى المتوسط للكمبوست ÷ 2 = 50 % كمبوست
3. المستوى المرتفع = الوزن المأخوذ في المستوى المرتفع للكمبوست ÷ 2 = 50 % كمبوست

فكانت الأوزان بالكيلوجرام على النحو الموضح بالجدول 12.2

جدول12.2 وزن سماد الكمبوست بمستوياته الثلاثة في الخليط لكل قطعة تجريبية

وزن السماد	المستوى المنخفض	المستوى المتوسط	المستوى المرتفع
الكمبوست	0.75	1.50	2.22

وقد احتوت هذه الأوزان على تركيزات NPK الموضحة في الجدول 13.2 .

جدول13.2 تراكيز NPK (ppm) في الأوزان المأخوذة من الكمبوست

العنصر	المستوى المنخفض	المستوى المتوسط	المستوى المرتفع
N_{ppm}	372.96	743.4	1116.36
P_{ppm}	17.500	35.001	52.502
K_{ppm}	315.24	628.35	943.59

والشكل 4.2 يظهر الأكياس التي تم إعدادها والتي تحوي مستويات السماد الكيماوي ومستويات الكمبوست في الخليط

شكل 4.2 أكياس تحوي مستويات السماد الكيماوي ومستويات الكمبوست في الخليط

2.3.5.2 السماد الكيماوي في الخليط :

تم حساب أوزان من سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم (46% فوسفور، 18% نيتروجين) وسماد اليوريا (46% نيتروجين) وسماد كبريتات البوتاسيوم (51% بوتاسيوم) كخليط على أن يخلط مع السماد العضوي المكمور (الكمبوست) بنسبة 50% : 50% مع عدم تثبيت الفوسفور وإنما حساب الأوزان حسب محتوى التربة من NPK حيث كان :

1. المستوى المنخفض = الوزن المأخوذ في المستوى المنخفض للسماد الكيماوي ÷ 2 = 50 % سماد كيماوي
2. المستوى المتوسط = الوزن المأخوذ في المستوى المتوسط للسماد الكيماوي ÷ 2 = 50 % سماد كيماوي
3. المستوى المرتفع = الوزن المأخوذ في المستوى المرتفع للسماد الكيماوي ÷ 2 = 50 % سماد كيماوي

فكانت الأوزان بالجرام على النحو الموضح بالجدول 14.2.

جدول 14.2 الأوزان بالجرام المأخوذة من السماد الكيماوي بمستوياته الثلاثة في الخليط

السماد	المستوى المنخفض	المستوى المتوسط	المستوى المرتفع
اليوريا	0.795	1.585	2.38
فوسفات ثنائي الأمونيوم	0.038	0.075	0.114
كبريتات البوتاسيوم	0.41	0.825	1.235

كما احتوت هذه الأوزان على تركيزات NPK على النحو الموضح بالجدول 15.2

جدول 15.2 تراكيز NPK (ppm) في الأوزان المأخوذة من السماد الكيماوي بمستوياته الثلاثة في الخليط

العنصر	المستوى المنخفض	المستوى المتوسط	المستوى المرتفع
N_{ppm}	372.96	743.4	1116.36
P_{ppm}	17.5	35.001	52.5
K_{ppm}	315.24	628.35	943.59

وقد تم خلط هذه الأوزان مع أوزان السماد العضوي المكمور (الكمبوست) لتكون نسبة السمادين في الخليط هي 1 : 1 واحتوى الخليط على تركيزات NPK الموضحة في الجدول 16.2 .

جدول 16.2 تراكيز NPK (ppm) في الخليط بمستوياته الثلاثة

العنصر	المستوى المنخفض	المستوى المتوسط	المستوى المرتفع
N_{ppm}	745.92	1486.8	2232.72
P_{ppm}	35.001	70.003	105.004
K_{ppm}	630.48	1256.7	1887.18

ثم تم خلط جميع الأسمدة مع التربة في القطع التجريبية حسب المستويات والمكررات لكل مستوى ثم تم تعيين درجة ملوحة مياه الري بتقدير EC فكانت النتيجة المتحصل عليها كما في الجدول 17.2

جدول 17.2 ملوحة مياه الري

مياه الري	EC mS/cm
	2.01

ثم ري هذه القطع بالرش لمدة نصف ساعة وبعد يومين تمت زراعتها بواقع نبات واحد في كل قطعة تجريبية ثم تركها دون ري حتى تتم عملية الإنبات وبعدها بدأنا في الري بواقع نصف ساعة كل يومين ولمدة متوسط عمر النبات وهي حوالي 100 يوم [13].

والشكلان 5.2 ، 6.2 يوضحان الحقول قبل وبعد الزراعة

شكل 5.2 الحقول قبل الزراعة

شكل 6.2 الحقول في حالة الإنبات

وبعد مرور 100 يوم من تاريخ الزراعة تم الحصاد بإزالة المجموع الخضري وترك الدرنات لمدة أربع أيام في التربة لتتصلب قشرتها الخارجية [14] ومن ثم حصادها وتم أخذ عينة تربة عشوائية من مكررات كل مستوى من كل الأسمدة المستخدمة وتقدير المحتوى الرطوبي بعد يومين من الري وتحليلها لمعرفة تراكيز NPK ، TOC فيها وكذلك لمعرفة بعض الخصائص لها مثل اللون و EC وpH .

6.2 تجميع العينات

بعد حصاد المحصول أخذت عينات تربة عشوائية تقارب 100 جرام لكل عينة من إحدى القطع التجريبية التي تمثل أحد مكررات كل مستوى من مستويات الأسمدة المستخدمة وعينة المقارنة وتم إزالة الأعشاب والنباتات الميتة منها يدوياً ومن ثم غربلتها بغربال قطر فتحاته 2 ملم ثم حفظت هذه العينات في أكياس بلاستيكية ووضع عليها ملصقات توضح نوع ومستوى السماد الذي تمثله كل عينة.

3. التحاليل الكيميائية للعينات

لقد تم تجميع المواد الكيميائية المستخدمة في التحاليل الكيميائية وهي موضحة في الجدول رقم 18.3 وتجميع الأجهزة والمعدات اللازمة للتحاليل الكيميائية وهي موضحة في الجدول رقم 19.3 وتحضير المحاليل التي سيتم استخدامها في التحاليل

1.3 المواد الكيميائية :

لقد تم استخدام المواد الكيميائية المذكورة في الجدول 18.3 في التحاليل الكيماوية لعينات التربة

جدول 18.3 المواد الكيماوية المستخدمة في التحاليل

المادة	الرمز	النسبة	الكثافة
حمض كبريتيك مركز	H_2SO_4	%98	1.84g/ml
حمض الهيدروكلوريك	HCl	%37	1.89g/ml
حمض البوريك	H_3BO_3	%2	–
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	%40	–
حمض بيركلوريك	$HClO_4$	%60	1.67g/ml
حمض نيتريك مركز	ءHNO3	70%	1.41g/ml
هيبتا موليبدات الأمونيوم	$NH_4Mo_7O_{24}.4H_2O$	–	–
فاندات الأمونيوم	NH_4VO_3	–	–
كاشف أزرق الميثيلين	-	–	–
كاشف أحمر الميثيلين	-	–	–

2.3 الأجهزة والمعدات:لقد تم استخدام الأجهزة والمعدات المذكورة في الجدول 19.3 في التحاليل الكيماوية لعينات التربة

جدول 19.3 الأجهزة والمعدات المستخدمة في البحث

الجهاز	الشركة المصنعة	بلد الصنع
جهاز كلداهل	أدوات زجاجية مجمعة	
جهاز المطياف الضوئي (الفوق بنفسجي – المنظور)	فيليبس (Philips)	انجلترا
جهاز الانبعاث اللهبي	كورنينغ (Corning)	الولايات المتحدة الأمريكية
ميزان حساس	سانتوريس ينيفيرسال (Santorius universal)	ألمانيا
ميزان عادي	شات لوكنو كاو (Chat luqno cao)	فيتنام
جهاز قياس pH	جنوي (Jenway)	انجلترا
جهاز قياس الإيصالية	جنوي (Jenway)	انجلترا
فرن التجفيف	ايلي (Ele)	انجلترا
فرن الترميد	كولنكامه (Callenkamh)	انجلترا

3.3 المحاليل المسىتخدمة :

1.3.3 تحضير 0.1N HCl يحضر المحلول من الحمض المركز كثافته 1.19g/ml ونسبته 37% أي أن تركيزه العياري 12N HCl وذلك باستخدام صيغة التخفيف $N_1V_1 = N_2V_2$. حيث تم نقل بالماصة حجم 4.2 مل من الحمض المركز إلى دورق حجمي سعة 500 مل به ماء مقطر وتم إكمال الحجم إلى 500 مل بالماء المقطر والرج جيداً.

2.3.3 المحاليل القياسية للعناصر المعدنية (البوتاسيوم K و الفوسفور P): تم تحضير سلسلة من المحاليل القياسية لهذين العنصرين بالتخفيف من المحلول القياسي الرئيسي المحضر من الشركة المنتجة للجهاز المستخدم في عملية التقدير وتركيزه 1000 ppm.

1.2.3.3 سلسلة المحاليل القياسية لعنصر الفوسفور بتركيز(0,2,4,6,8,10 ppm) تم تحضيرها بنقل الأحجام 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, and 0.5 ml من المحلول القياسي الرئيسي 1000ppm P إلى دوارق حجمية زجاجية نظيفة سعة 50 مل، وبها ماء مقطر وتم إكمال الحجم إلى 50 مل بالماء المقطر تم خلط المحلول بالرج جيداً.

2.2.3.3 سلسلة المحاليل القياسية لعنصر االبوتاسيوم (K) بتراكيز (0,20,40,60,80,100ppm k) تم تحضيرها بنقل الأحجام (0, 1, 2 , 3 , 4 and 5 ml) من المحلول القياسي الرئيسي 1000 ppm K إلى دوارق حجمية زجاجية نظيفة سعة 50 مل، وبها ماء مقطر وتم إكمال الحجم إلى 50 مل بالماء المقطر.

3.3.3 هيبتا موليبدات الأمونيوم فاندات الأمونيوم في حمض النيتريك :

- تمت إذابة 22.5 جم من هيبتا موليبدات الأمونيوم في 400 مل من الماء المقطر (أ)
- تمت إذابة 1.25 جم من فاندات الأمونيوم في 300 مل من الماء المقطر (ب)
- تمت إضافة (أ) و (ب) إلى دورق حجمي سعة لتر وترك المزيج ليبرد حتى درجة حرارة الغرفة
- تمت إضافة 250 مل من حمض النيتريك المركز إلى المزيج ثم برد المحلول حتى درجة حرارة الغرفة ثم خفف إلى لتر بالماء المقطر

4.3 التحاليل التي تم إجراؤها

لقد اكتفينا بإجراء تحاليل بعض الخصائص مثل اللون وpH والإيصالية EC وتقدير المحتوى الرطوبي والنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمادة العضوية في صورة كربون عضوي كلي وذلك نظراً لقلة امكانيات البحث

1.4.3 اللون وpH والإيصالية EC :

تم تقدير اللون بالمقارنة بالعين المجردة مع دليل ألوان ترب العالم وpH والإيصالية EC في مستخلص تربة نسبته 1 : 1 عند درجة حرارة 25 ْم وبالأجهزة المذكورة في الجدول رقم 19.3

2.4.3 المحتوى الرطوبي :-

تم تقدير المحتوى الرطوبي [25] بعد يومين من آخر رية عند الحصاد بأخذ 5 جرام من التربة وتجفيفها في الفرن على درجة حرارة 105ْم لمدة 5 ساعات ووزنها بعد التجفيف وتم حساب نسبة المحتوى الرطوبي وفقاً للمعادلة

$$\% \text{ للمحتوى الرطوبي} = \frac{\text{وزن العينة قبل التجفيف} - \text{وزن العينة بعد التجفيف}}{\text{وزن العينة المأخوذ}} \times 100$$

3.4.3 النيتروجين N:

تم استخدام طريقة كلداهل لتقدير النيتروجين [26] والتي تتلخص في :

يهضم 1 جرام من عينة التربة بإضافة حمض كبريتيك مركز 98% في أنابيب كلداهل وتسخن لمدة ساعة حتى تتصاعد أبخرة بيضاء ثم تبرد ويضاف 1 مل من حمض بيركلوريك مركز لتسريع الهضم وإتمامه حتى يكون لون العينة أبيض شفاف ومن ثم إكمال الحجم إلى 250 مل بالماء المقطر وذلك كما في الشكل 7.3

شكل 7.3 صورة لأنابيب كلداهل أثناء تسخين التربة وهضمها بحمض الكبريتيك المركز

يؤخذ حجم 50 مل من محلول العينة ويقطر في جهاز كلداهل كما في الشكل 8.3 مع هيدروكسيد الصوديوم 40% لتحويل NO_3 إلى NH_4 واستقبال الامونيا الناتجة في كمية معلومة من حمض البوريك 2% لتكوين بورات الأمونيوم ثم استقبال حجم 100 مل من محلول العينة المقطر ومعايرته معايرة رجعية بحمض HCl 0.1 N في وجود الدليل المختلط (أحمر الميثيلين ، أزرق الميثيلن) حتى يتغير لون الدليل من البنفسجي إلى الأخضر الفاتح.

شكل 8.3 جهاز كلداهل لتقطير النيتروجين

وتحسب النسبة المئوية للنيتروجين في العينة طبقاً للمعادلة :

$$\% \text{ النيتروجين} = \frac{F \times 0.14 \times V \times N}{\text{وزن العينة}}$$

حيث : N = عيارية حمض HCl = 0.1 N

V = حجم حمض HCl من المعايرة

$$F \text{ (معامل التخفيف)} = \frac{\text{حجم العينة بعد الهضم وقبل التقطير}}{\text{حجم العينة المقطرة لمأخوذ من المعايرة}} = \frac{250}{5}$$

5 =

وزن العينة = 1 جم

كما يحسب تركيز النيتروجين معبراً عنه في صورة جزء في المليون وفق المعادلة :

$$\text{النيتروجين (ppm)} = \frac{1000000 \times N\,\%}{100}$$

4.4.3 الفوسفور P :

تم تقدير الفوسفور بالمحلول القياسي هيبتا موليبدات الأمونيوم فاندات الأمونيوم في حمض النيتريك [15] حيث :

- تم سحب 10 مل من هيبتا موليبدات الأمونيوم فاندات الأمونيوم بالماصة في دورق حجمي سعة 50 مل وإكمال الحجم بالماء المقطر وذلك لتصفير الجهاز
- تم سحب 5 مل من كل محلول قياسي بالماصة في دورق حجمي سعة 50 مل وإكمال الحجم بالماء المقطر
- تمت إضافة 10 مل من هيبتا موليبدات الأمونيوم فاندات الأمونيوم لكل المحاليل القياسية وتركها لمدة 10 دقائق ومن ثم قياسها على طول موجي 410 نانومتر في جهاز المطياف الضوئي spectrophotometer UV/Visible كما في الشكل 9.3
- تم حرق 1 جرام من كل عينة تربة على درجة حرارة 550 °م لمدة 5 ساعات ثم إضافة 5 مل من حمض 2N HCl وإذابة الرماد ثم الترشيح بورق ترشيح رقم 42
- تم سحب 5 مل من الراشح بالماصة في دورق حجمي سعة 50 مل وإكمال حجم المستخلص بالماء المقطر
- تمت إضافة 10 مل من هيبتا موليبدات الأمونيوم فاندات الأمونيوم وتركها لمدة 10 دقائق ومن ثم قياسها على طول موجي 410 نانومتر في جهاز المطياف الضوئي spectrophotometer UV/Visible كما في الشكل 9.3

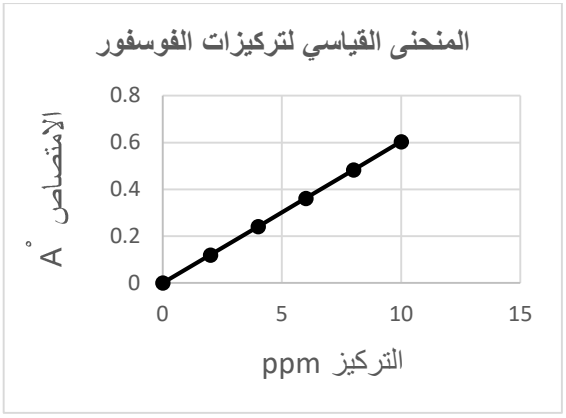
شكل 9.3 صورة لجهاز المطياف الضوئي لتقدير عنصر الفوسفور

فأعطت المحاليل القياسية القراءات الموضحة في الجدول 20.3:

جدول 20.3 تراكيز المحاليل القياسية للفوسفور وقيم الامتصاص الطيفي لها

المحاليل القياسية	الامتصاص A°	التركيز [ppm] (جزء في المليون)
0	0	0
1	0.120	2
2	241.0	4
3	0.362	6
4	0.483	8
5	0.604	10

فكان المنحنى القياسي كما هو موضح في الشكل 10.3 :



شكل 10.3 المنحنى القياسي الخطي للتراكيز القياسية مقابل الامتصاص لعنصر الفوسفور

5.4.3 البوتاسيوم K :

تم تقدير البوتاسيوم بالمحلول القياسي من كلوريد البوتاسيوم [15] حيث :

- تم أخذ ماء مقطر في دورق حجمي سعة 50 مل وذلك لتصفير الجهاز
- تم حرق 1 جرام من كل عينة تربة على درجة حرارة 550 °م لمدة 5 ساعات ثم إضافة 5 مل من حمض HCl 2N وإذابة الرماد ثم الترشيح بورق ترشيح رقم 42
- تم سحب 5 مل من الراشح بالماصة في دورق حجمي سعة 50 مل وإكمال حجم المستخلص بالماء المقطر
- تم تصفير الجهاز ثم قياس المحاليل القياسية وكل العينات على جهاز الانبعاث اللهبي flame photometer 410 كما في الشكل 11.3

111111

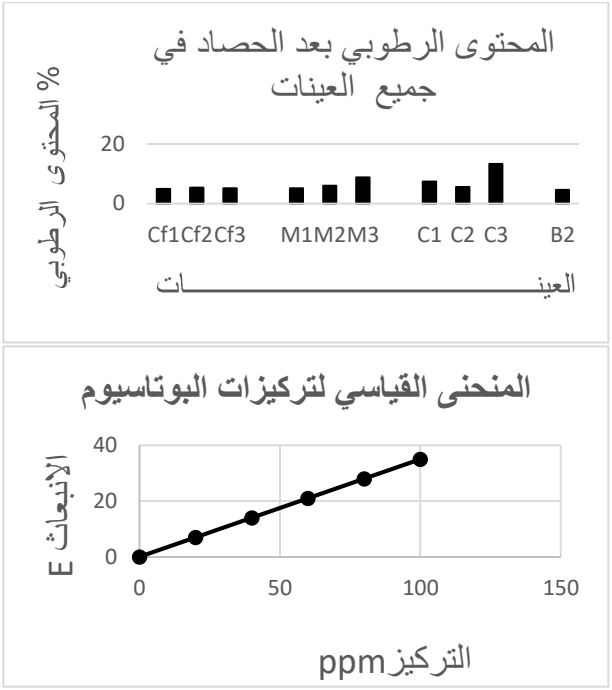
شكل 11.3 جهاز الانبعاث اللهبي لتقدير عنصر البوتاسيوم Flame photometer

فأعطت المحاليل القياسية القراءات الموضحة في الجدول 21.3:

جدول 21.3 تراكيز المحاليل القياسية للبوتاسيوم وقيمة انبعاثها الذري

المحاليل القياسية	الانبعاث E	التركيز (جزء في المليون) [ppm]
0	0	0
1	7	20
2	14	40
3	21	60
4	28	80
5	35	100

وبرسم هذه التراكيز أظهرت النتائج المنحنى الخطي القياسي الموضح بالشكل 12.3



شكل 12.3 المنحنى الخطي للانبعاث الذري لتراكيز البوتاسيوم القياسية

6.4.3 المادة العضوية في صورة TOC :

تم وزن 3 جرام من كل عينة وترميدها على درجة حرارة 550 ° م لمدة 5 ساعات ، وأخذ وزنها بعد الترميد [16] ثم حساب النسبة المئوية للمادة العضوية في العينة وفقاً للمعادلة

$$\% \text{ للمادة العضوية} = \frac{\text{وزن العينة قبل الترميد} - \text{وزن العينة بعد الترميد}}{\text{وزن العينة المأخوذ}} \times 100$$

4. النتائج والمناقشة

1.4 المحتوى الرطوبي في التربة : تحاليل العينات أعطت نسب المحتوى الرطوبي المذكورة في الجدول 22.4

جدول 22.4 نتائج المحتوى الرطوبي التي تم حسابها في العينات

العينات	% المحتوى الرطوبي
Cf_1	5
Cf_2	5.4
Cf_3	5.2
M_1	5.2
M_2	6
M_3	8.8
C_1	7.4
C_2	5.6
C_3	13.4
B_2	4.6

نلاحظ من الجدول 22.4 أن إضافة جميع الأسمدة المستخدمة في البحث عموماً تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء ، فقد بلغت في مستويات السماد الكيماوي (Cf_1 ، Cf_2 ، Cf_3) (5 ، 5.4 ، 5.2) على التوالي وفي مستويات خليط السمادين العضوي والكيماوي (M_1 ، M_2 ، M_3) (5.2 ، 6 ، 8.8) على التوالي ، إلا أن أفضل كفاءة للاحتفاظ بالماء كانت عند إضافة المستوى المرتفع من الكمبوست (C_3) حيث بلغت (13.4) بنسبة 191.3 % أعلى من عينة المقارنة (B_2) البالغة (4.6) . والشكل 13.4 يوضح المحتوى الرطوبي بعد الحصاد في جميع العينات

شكل 13.4 المحتوى الرطوبي بعد الحصاد في جميع العينات

2.4 اللون وpH والإيصالية EC بعد الزراعة :

نتائج التحاليل أوضحت القراءات المذكورة في الجدول 23.4

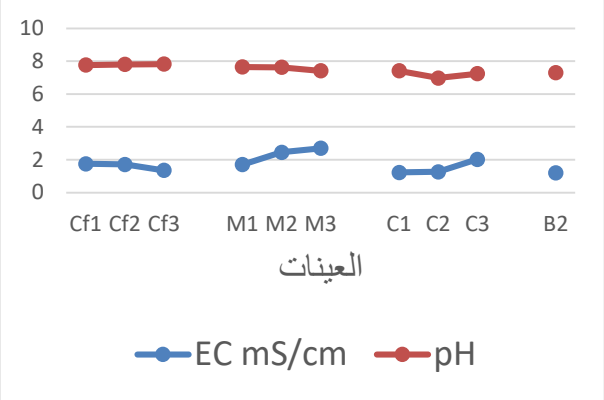
جدول 23.4 اللون وpH والإيصالية EC لجميع العينات بعد الزراعة

العينات	اللـــون	pH في مستخلص تربة 1 : 1	الإيصالية EC mS/cm في مستخلص تربة 1: 1 ودرجة حرارة 25 ْم
Cf1	بني	7.77	1.75
Cf2	بني محمر	7.81	1.71
Cf3	بني	7.83	1.31
M1	بني قوي	7.65	1.70
M2	أصفر محمر	7.63	2.45
M3	بني قوي	7.42	2.7
C1	بني مصفر	7.42	1.23
C2	بني مصفر قاتم	6.98	1.27
C3	بني محمر قاتم	7.24	1.32
B2	بني	7.31	1.20

نلاحظ من الجدول رقم 23.4 أن لون التربة أكثر قتامة في مستويات كمبوست السمادين العضوي والكيماوي (C_1 ، C_2 ، C_3) منه في مستويات السماد الكيماوي (Cf_1 ، Cf_2 ، Cf_3) وفي مستويات خليط السمادين العضوي والكيماوي (M_1 ، M_2 ، M_3) مما يجعلها تمتص الحرارة اللازمة للإنبات ، وعندما ننظر إلى قيم pH نجد أنها قد بلغت في مستويات السماد الكيماوي (Cf_1 ، Cf_2 ، Cf_3) (7.77 ، 7.81 ، 7.83) على التوالي وكل هذه القيم أعلى من عينة المقارنة (B_2) البالغة (7.31) وفي مستويات خليط السمادين العضوي والكيماوي (M_1 ، M_2 ، M_3) (7.65 ، 7.63 ، 7.42) على التوالي وكل هذه القيم أعلى من عينة المقارنة (B_2) البالغة (7.31) وفي مستويات الكمبوست (C_1 ، C_2 ، C_3) (7.42 ، 6.98 ، 7.24) على التوالي فقيمة المستوى المنخفض (C_1) أكثر علوٍ بشكل طفيف من عينة المقارنة (B_2) البالغة (7.31) أما في المستويين المتوسط (C_2) والمرتفع (C_3) فإن قيمهما أقل من عينة المقارنة (B_2) والسماد الكيماوي ، وبذلك فإن إضافة الكمبوست تقلل من قلوية التربة في حين تزيدها إضافة السماد الكيماوي ، وبالنظر إلى قيم EC فقد بلغت في مستويات السماد الكيماوي (Cf_1 ، Cf_2 ، Cf_3) (1.75 ، 1.71 ، 1.35) على التوالي وكل هذه القيم أعلى من عينة المقارنة (B_2) البالغة (1.2) ، وفي مستويات خليط السمادين العضوي والكيماوي (M_1 ، M_2 ، M_3) (1.7 ، 2.45 ، 2.7) على التوالي وكل هذه القيم أعلى منها في عينة المقارنة (B_2) البالغة (1.2) وفي مستويات الكمبوست (C_1 ، C_2 ، C_3) (1.23 ، 1.27 ، 1.32) على التوال

ي وكل هذه القيم أقل علوٍ من عينة المقارنة (B_2) البالغة (1.2) منها في مستويات السماد الكيماوي (Cf_1 ، Cf_2 ، Cf_3) وفي مستويات خليط السمادين العضوي والكيماوي (M_1 ، M_2 ، M_3) ، وبذلك فإن إضافة الكمبوست تقلل من ملوحة التربة في حين تزيدها إضافة السماد الكيماوي .

والشكل 14.4 يوضح قيم pH ، EC لجميع العينات



شكل 14.4 قيم pH ، EC لجميع العينات

3.4 النيتروجين N :

نتائج التحاليل أوضحت القراءات المذكورة في الجدول 24.4

جدول 24.4 نتائج نسبة وتركيز عنصر النيتروجين في العينات

العينات	نسبة النيتروجين % N	متبقي النيتروجين N بعد الزراعة [ppm]	متبقي النيتروجين N [ppm] بعد الزراعة في القطعة التجريبية الواحدة (أ)	تركيز ∞النيتروجينالتربة + السماد [ppm] قبل الزراعة(ب)	تركيز النيتروجينالممتص من النبات [ppm](ب–أ)
Cf1	0.006	60	1902	1553.3+745.92	397.22
Cf2	0.0084	84	2662.8	1553.3+1486.8	377.3
Cf3	0.0112	112	3550.4	1553.3+2232.72	235.62
M1	0.0063	63	1997.1	1553.3+745.92	302.12
M2	0.0084	84	2662.8	1553.3+1486.8	377.3
M3	0.0098	98	3106.6	1553.3+2232.72	679.42
C1	0.0056	56	1775.2	1553.3+745.92	524.02
C2	770.00	77	9.0424	1553.3+1486.8	599.2
C3	0.0119	119	3772.3	1553.3+2232.72	13.72
B1	0.0049	49	1553.3	1553.3	0
B2	0.0045	45.5	1442.35	1553.3	110.95

∞ تركيز النيتروجين في التربة في القطعة التجريبية الواحدة

نلاحظ من الجدول 24.4 أن تركيزات النيتروجين الممتصة من النبات على افتراض أنه لم يحدث غسيل فإنها تتراوح في مستويات السماد الكيماوي بين (235.62 ppm) في المستوى المرتفع (Cf_3) و(397.22 ppm) في المستوى المنخفض (Cf_1) أي أعلى منها في عينة المقارنة (B_2) البالغة (110.95 ppm) بـ 3.58 ضعف كما تراوحت تركيزات النيتروجين الممتصة من النبات في مستويات الخليط بين (302.12 ppm) في المستوى المنخفض (M_1) و(679.42 ppm) في المستوى المرتفع (M_3) أي أعلى منها في عينة

المقارنة (B_2) البالغة (110.95 ppm) بـــ 6.12 ضعف ، وتراوحت تركيزات النيتروجين الممتصة من النبات في مستويات الكمبوست بين (13.72 ppm) في المستوى المرتفع (C_3) و (599.2 ppm) في المستوى المتوسط (C_2) فتجاوز ذلك عينة المقارنة (B_2) البالغة (110.95 ppm) بـــ 4.4 ضعف ، وعندما ننظر إلى النيتروجين المتبقي في التربة بعد الزراعة فنجد أنه يتراوح في السماد الكيماوي بين (60 ppm) في المستوى المنخفض (Cf_1) و (112 ppm) في المستوى المرتفع منه (Cf_3) ، و في مستويات الخليط تراوح بين (63 ppm) في المستوى المنخفض (M_1) و(84 ppm) في المستوى المتوسط (M_2) ، أما في مستويات الكمبوست فتراوح بين (56 ppm) في المستوى المنخفض (C_1) و (119 ppm) في المستوى المرتفع (C_3) ، أما عن نسبة عنصر النيتروجين في التربة فقد بلغت في السماد الكيماوي (0.006 ، 0.0084 ، 0.0112) بمستوياته الثلاثة (Cf_1 ، Cf_2 ، Cf_3) على التوالي أي تجاوزت عينة المقارنة (B_2) البالغة (0.0045) بـــ 2.48 ضعف ، وبلغت في الخليط (0.0063 ، 0.0084 ، 0.0098) بمستوياته الثلا---ثة (M_1 ، M_2 ، M_3) على التوالي أي تجاوزت عينة المقارنة (B_2) البالغة (0.0045) بـــ 2.17 ضعف ، وبلغت في الكمبوست (0.0056 ، 0.0077 ، 0.0119) بمستوياته الثلاثة (C_1 ، C_2 ، C_3) على التوالي أي تجاوزت عينة المقارنة (B_2) البالغة (0.0045) بـــ 2.64 ضعف ، وهذا كله يتفق مع ماتوصل إليه (م .سلطان بن محمد العيد ، في تقرير مركز أبحاث الزراعة العضوية بمنطقة القصيم ، وزارة الزراعة ، المملكة العربية السعودية) [2] من أنه إذا كان مصدر العناصر الغذائية معدني فإن المتبقي منها يكون له تأثير سمّي تراكمي على التربة و إذا كان مصدرها عضوي فإنه يكون محسن لخصائص التربة ومخصب لها بشكل تراكمي

وبالتالي فإن إضافة السماد الكيماوي يسبب سمية تراكمية للتربة وتدهورها في المواسم اللاحقة في الوقت الذي تؤدي فيه إضافة الكمبوست إلى تحسين خصائص التربة وتخصيبها بشكل تراكمي.

4.4 الفوسفور P :

نتائج التحاليل أوضحت القراءات المذكورة في الجدول 25.4

جدول 25.4 تركيز عنصر الفوسفور في العينات

العينات	متبقي الفوسفور P (ppm) بعد الزراعة	متبقي الفوسفور P بعد الزراعة في القطعة التجريبية الواحدة (ppm) (أ)	تركيز ∞ الفوسفورالتربة+السماد (ppm) قبل الزراعة (ب)	تركيز الفوسفور الممتص من النبات (ppm)(ب–أ)
Cf1	2.7	85.59	76.714.25+35.001	26.125
Cf2	1.9	60.23	76.714+70.003	86.487
Cf3	2.25	71.325	76.714+105.004	110.393
M1	3.45	109.365	76.714.25+35.001	2.35
M2	2.55	80.835	76.714+70.003	65.882
M3	3.05	96.685	76.714+105.004	85.033
C1	2.3	72.91	76.714.25+35.001	38.805
C2	0.6	19.02	76.714+70.003	127.697
C30	5.5	174.35	76.714+105.004	7.368
B1	2.42	76.714	76.714	0
B2	0.8	25.36	76.714	51.354

∞ تركيز الفوسفور في التربة في القطعة التجريبية الواحدة

نلاحظ من الجدول 25.4 أن تركيزات الفوسفور الممتصة من النبات على افتراض أنه لم يحدث غسيل فهي تتراوح في مستويات السماد الكيماوي بين (26.125 ppm) في المستوى المنخفض (Cf_1) و(110.393 ppm) في المستوى المرتفع (Cf_3) أي أعلى منها في عينة المقارنة (B_2) البالغة (51.354 ppm) بـــ 2.15 ضعف كما تراوحت تركيزات الفوسفور الممتصة من النبات في مستويات الخليط بين (2.35 ppm) في المستوى المنخفض (M_1) و(85.033 ppm) في المستوى المرتفع (M_3) أي أعلى منها في عينة المقارنة (B_2) البالغة (51.354 ppm) بـــ 1.65 ضعف وتراوحت تركيزات الفوسفور الممتصة من النبات في مستويات الكمبوست بين (7.368 ppm) في المستوى المرتفع (C_3) و(127.697 ppm) في المستوى المتوسط (C_2) فتجاوز ذلك عينة المقارنة (B_2) البالغة (51.354 ppm) بـــ 2.48 ضعف وذلك يدل على أن الكمبوست عمل على تيسير الفوسفور للنبات ، وعندما ننظر إلى الفوسفور المتبقي في التربة بعد الزراعة فنجد أنه يتراوح في السماد الكيماوي بين (1.9 ppm) في المستوى المتوسط (Cf_2) و (2.7 ppm) في المستوى المنخفض (Cf_1) ، و في مستويات الخليط تراوح بين (2.55 ppm) في المستوى المتوسط (M_2) و(3.45 ppm) في المستوى المنخفض (M_1) ،

أما في مستويات الكمبوست فتراوح بين (0.6 ppm) في المستوى المتوسط (C_2) و (5.5 ppm) في المستوى المرتفع (C_3) ، وهذا كله يتفق مع ماتوصل إليه م. سلطان بن محمد العيد ، في تقرير مركز أبحاث الزراعة العضوية بمنطقة القصيم ، وزارة الزراعة ، المملكة العربية السعودية [2]

وبالتالي فإن إضافة السماد الكيماوي يسبب سمية تراكمية للتربة وتدهورها في المواسم اللاحقة في الوقت الذي تؤدي فيه إضافة الكمبوست إلى تحسين خصائص التربة وتخصيبها بشكل تراكمي.

5.4 البوتاسيوم K :

نتائج التحاليل أوضحت القراءات المذكورة في الجدول 26.4

جدول 26.4 تركيز عنصر البوتاسيوم في العينات

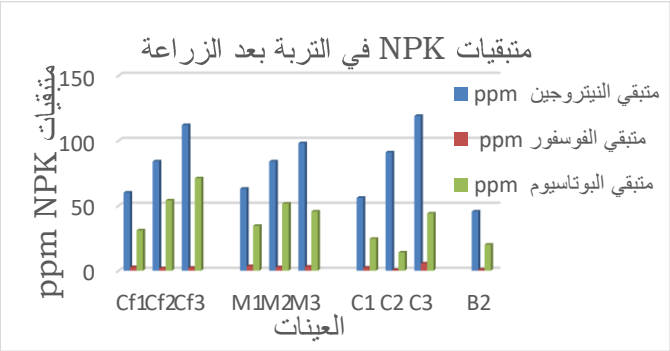
العينات	متبقي البوتاسيوم K [ppm] بعد الزراعة	متبقي البوتاسيوم K [ppm] بعد الزراعة في القطعة التجريبية الواحدة (أ)	تركيز ∞ البوتاسيوم التربة+السماد [ppm] قبل الزراعة(ب)	تركيز البوتاسيوم الممتص من النبات (ب–أ)
Cf1	31	982.7	855.9+630.48	503.68
Cf2*	54	711.81	855.9+1256.7	400.8
Cf3	71	250.72	855.9+1887.18	492.38
M1	9*34.5	93.6510	855.9+630.48	392.73
M2	51.5	1632.55	855.9+1256.7	480.05
M3	45.5	1442.35	855.9+1887.18	1300.73
C1	24.5	776.65	855.9+630.48	709.73
C2	14	443.8	855.9+1256.7	1668.8
C3	44	1394.8	855.9+1887.18	1348.28
B1	27	855.9	855.9	0
B2	20	634	855.9	221.9

∞ تركيز البوتاسيوم* في التربة في القطعة التجريبية الواحدة

نلاحظ من الجدول 26.4 أن تركيزات البوتاسيوم الممتصة من النبات على افتراض أنه لم يحدث غسيل فهي تتراوح في مستويات السماد الكيماوي بين (400.8 ppm) في المستوى المتوسط (Cf_2) و(503.68 ppm) في المستوى المنخفض (Cf_1) أي أعلى منها في عينة المقارنة (B_2) البالغة (221.9 ppm) بـــ 2.27 ضعف كما تراوحت تركيزات البوتاسيوم الممتصة من النبات في مستويات الخليط بين (392.73 ppm) في المستوى المنخفض (M_1) و(1300.73 ppm) في المستوى المرتفع (M_3) أي أعلى منها في عينة المقارنة (B_2) البالغة (221.9 ppm) بـــ 5.86 ضعف وتراوحت تركيزات البوتاسيوم الممتصة من النبات في مستويات الكمبوست بين (709.73 ppm) في المستوى المنخفض (C_1) و (1668.8 ppm) في المستوى المتوسط (C_2) فتجاوز ذلك عينة المقارنة (B_2) البالغة (221.9 ppm) بـــ 7.52 ضعف وذلك يدل على أن الكمبوست عمل على تيسير البوتاسيوم للنبات ، وعندما ننظر إلى البوتاسيوم المتبقي في التربة بعد الزراعة فنجد أنه يتراوح في السماد الكيماوي بين (31 ppm) في المستوى المنخفض (Cf_1) و (71 ppm) في المستوى المرتفع منه (Cf_3) ، وفي مستويات الخليط تراوح بين (34.5 ppm) في المستوى المنخفض (M_1) و(51.5 ppm) في المستوى المتوسط (M_2) ، أما في مستويات الكمبوست فتراوح بين (14 ppm) في المستوى المتوسط (C_2) و (44 ppm) في المستوى المرتفع (C_3) ، وهذا كله يتفق مع ماتوصل إليه ((م .سلطان بن محمد العيد ، في تقرير مركز أبحاث الزراعة العضوية بمنطقة القصيم ، وزارة الزراعة ، المملكة العربية السعودية)) [2] حسب ما ذكر سابقاً .

وبالتالي وكما ذكر سابقاً فإن إضافة السماد الكيماوي يسبب سمية تراكمية للتربة وتدهورها في المواسم اللاحقة في الوقت الذي تؤدي فيه إضافة الكمبوست إلى تحسين خصائص التربة وتخصيبها بشكل تراكمي

وإجمالاً فإن الشكل 15.4 يوضح التراكيز المتبقية في التربة بعد الزراعة من عناصر NPK لجميع مستويات الأسمدة المستخدمة



شكل 15.4 تراكيز NPK المتبقية في التربة بعد الزراعة لجميع مستويات الأسمدة المستخدمة

حيث نلاحظ أن أعلى متبقيات وخاصة N سجلت عند إضافة الكمبوست في المستوى المرتفع (C_3) مما يعمل على تخصيب التربة تراكمياً في المواسم اللاحقة وأما في السماد الكيماوي فإن

المتبقيات عالية بعض الشيء وذلك يسبب سمية تراكمية في المواسم اللاحقة كما ذكر سابقاً

6.4 المادة العضوية (TOC) :

نتائج التحاليل أوضحت القراءات المذكورة في الجدول 27.4

جدول 27.4 نسب المادة العضوية في العينات

العينات	TOC% المادة العضوية
Cf_1	2
Cf_2	1.67
Cf_3	2.33
M_1	1.5
M_2	1.33
M_3	3.5
C_1	2.7
C_2	2.5
C_3	5.33
B_2	0.5

نلاحظ من الجدول رقم 27.4 أن نسب المادة العضوية قد بلغت في مستويات السماد الكيماوي (Cf_1 ، Cf_2 ، Cf_3) (2 ، 1.67 ، 2.33) % على التوالي وكل هذه القيم أعلى من عينة المقارنة (B_2) البالغة (0.5%) وفي مستويات خليط السمادين العضوي والكيماوي (M_1 ، M_2 ، M_3) (1.5 ، 1.33 ، 3.5) % على التوالي وكل هذه القيم أعلى من عينة المقارنة (B_2) البالغة (0.5%) وفي مستويات الكمبوست (C_1 ، C_2 ، C_3) (2.7 ، 2.5 ، 5.33) % على التوالي وكل هذه القيم أكثر علوً من عينة المقارنة (B_2) البالغة (0.5%) منها في مستويات السماد الكيماوي (Cf_1 ، Cf_2 ، Cf_3) وفي مستويات خليط السمادين العضوي والكيماوي (M_1 ، M_2 ، M_3) ، وبذلك فإن إضافة الكمبوست تغني التربة بالمادة العضوية أكثر من إضافة السماد الكيماوي

7.4 الاستنتاج :

- إن إضافة الكمبوست تزيد من التراكيز المتبقية في التربة بعد الزراعة لعناصر NPK مما يسبب تخصيب تراكمي لها في المواسم اللاحقة.
- إن إضافة السماد الكيماوي تزيد من التراكيز المتبقية في التربة بعد الزراعة لعناصر NPK مما يسبب سمية تراكمية لها في المواسم اللاحقة.
- إن إضافة الكمبوست تغني التربة بالمادة العضوية وتزيد من قدرتها على الاحتفاظ بالماء.
- إن إضافة الكمبوست تخفض من pH التربة وبذلك تقلل من قلويتها.
- إن إضافة الكمبوست تقلل من ملوحة التربة.
- إن إضافة الكمبوست تكسب التربة لوناً أكثر قتامة مما يجعلها تمتص الحرارة اللازمة للإنبات
- إن عملية إنتاج الكمبوست تساهم في الحفاظ على البيئة من خلال إعادة استعمال المخلفات النباتية والحيوانية وتحويلها إلى مادة مفيدة.

8.4 التوصيات:

- تعريف المزارعي ن بأهمية الأسمدة العضوية من خلال برامج توعوية وإرشادية.
- استبدال الأسمدة الكيماوية بالأسمدة العضوية لما لها من مزايا خصوبية للتربة ولما للأسمدة الكيماوية من أضرار عليها.
- عدم استعمال الأسمدة العضوية مباشرة في الحقل بل بعد تخميرها وذلك لتعمل على تيسير العناصر الغذائية للنبات.
- على الباحثين مواصلة البحث في هذا المجال للوصول إلى نتائج مفيدة للإنسان والنبات والبيئة.

المراجع

[1]- الشاطر و الدليمي و البلخي . 2011 تأثير بعض الأسمدة العضوية في الخصائص الخصوبية الأساسية للتربة وإنتاجيتها من محصول السلق ، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ، المجلد 27العدد1 الصفحات 15-28

[2]- م .سلطان بن محمد العيد . 2012 السماد المخمر (الكمبوست)، مركز أبحاث الزراعة العضوية بمنطقة القصيم ، وزارة الزراعة ، المملكة العربية السعودية .*

[3]- الشاطر، محمد سعيد . 1996 تأثير قش البرسيم على تحولات الفوسفور المتاح للنبات في تربتين مختلفتين وتحت تأثير مستويين مختلفين من الرطوبة، مجلة باسل الأسد لعلوم الهندسة الزراعية ، العدد الثاني ، الصفحات41-151

[4]- فارس، فاروق . 1999 تقانات الاستعمالات الملائمة بيئياً والمجدية اقتصادياً للمتبقيات الزراعية النباتية وإمكانية تطبيقها في حدود الإقليم .الندوة الإقليمية حول تقنيات استعمال المخلفات الزراعية وتدويرها في البيئة ، المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دمشق

[5]- أبو نقطة ، فلاح ، أساسيات في علم التربة . 2004 صفحة 281 ، جامعة دمشق

[6]- البلخي، أكرم . 2001 توصيف المادة العضوية المتخلّفة عن إنتاج الغاز الحيوي البيوغاز ودراسة حركيتها في نوعين من الترب السورية ، رسالة ماجستير، كلية الزراعة ، جامعة دمشق

[7]– البلخي، أكرم . 2006 دراسة تفاعلات بعض المواد العضوية الطبيعية والمنتجة ومعقداتها وفاعليتها في تخصيب التربة وإنتاجية المحاصيل ، رسالة دكتوراة ، جامعة دمشق

[8]– الحمداني، رائدة اسماعيل . 2008 استخدام الرانتجات في دراسة جاهزية الفوسفور لمحصول الذرة الصفراء في تربة كلسية من شمال العراق ، مجلة زراعة الرافدين ، المجلد 36 ، العدد 2 ، الصفحات 33–43

[9]– الشاطر محمد سعيد وعبد الله القصيبي . 2000 تقييم فعالية استصلاح التربة الطينية المالحة تحت نخيل التمر بواحة الاحساء ، المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل للعلوم الأساسية والتطبيقية ، العدد 1 ، المجلد الأول ، الصفحات 1–15 ، الاحساء ، المملكة العربية السعودية

[10]– عودة ، محمود والحسن، حيدر . 2007 أثر استخدام أنواع ومستويات مختلفة من الأسمدة العضوية في بعض المؤشرات الإنتاجية لمحصول البطاطا ، مجلة جامعة البعث ، المجلد 29 ، العدد 7 ، الصفحات 87–116

[11]– الجيلاني ، عبد المنعم محمد . 2002 الزراعة العضوية ، الأسس وقواعد الإنتاج والمميزات ، كلية الزراعة ، جامعة عين شمس ، صفحة 302

[12]– [12] البشارة وحداد ولاوند . 2013 دراسة مدى تحمل بعض أصناف البطاطا المزروعة محلياً للإجهاد الملحي، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ، المجلد 29 العدد 3 الصفحات 165 – 180

[13]– دليل إنتاج الخضروات في الحقول المكشوفة (البطاطس) 2014 – 2015 ، مركز خدمات المزا رعين بأبوظبي ، وزارة *الزراعة ، الإمارات العربية المتحدة

[14]– دليل زراعة البطاطا . 2000 الإدارة العامة لنقل التقانة والإرشاد ، وزارة الزراعة والري ، جمهورية السودان

[15]– جون راين وجورج اسطفان ، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة ، حلب ، سوريا ، عبد الرشيد ، المركز الوطني ، إسلام أباد / الباكستان ، تحليل التربة والنبات ، دليل مختبري

[16]- Brian A. Schamacher, 2002, methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments , United States Environmental Protection Agency , Environmental Sciences Division , National Exposure Research Laboratory , P O Box 93478 Las Vegas NV 89193 – 3478.

[17]- Sparks, D. L. 1999 Soil physical chemistry CRC press. Boca Raton Boston London New York. Page 409 /

[18]- Krauss, A, and A. E. Johnston. 2002, Assessing soil potassium can we do better? Presented at the 9th International Congress of Soil Science. , Faisalabed, Pakistan, 18-20 march. IPI.Basel , Switzerland.page:8.

[19]- Schionning, P.; Elmholt, S. and Christensen, B.T 2004 , Managing Soil Quality- challenges in modern Agriculture. CABI , publishing. page 344.

[20]- Rivero, Carmen. ; Chirenje, T.; Ma, L.Q. and Martinez,G. 2004 Influence of compost on soil organic matter quality under tropical conditions. Geoderma. , pages 355 – 361.

[21]- Saha, J. K.; Adhikari, T. and Mandal, B. 1999, Effect of lime and organic matter on distribution of Zinc, Copper, Iron and Manganese in acid soils. Common.soil. sci, plant analyses.33 (13 & 14):1819 -1829.

[22]- Van slyke, L. Lucius. 2001, Fertilizers and Crop production. Agrobios - India .492 pages

[23]- Arun, K. S. 2001 , A handbook of organic agriculture. Agrobios, Jodhpur. India. Page. 484.

[24]- R.V. Misra and R. N. Roy. 2003. On-farm composting methods. FAO, Rome , page 13, 14,15.

[25]- Robert Rynk, 2008 , Monitoring moisture in composting systems , Biocycle magazine , the JG Press Inc , pages 24-29

[26]- Page, A.L. et al. ,1982 , Methods of soil analysis , American Society of Agronomy and Soil Science of America, Part 2.