تأثير مستويات مختلفة من الأسمدة (العضوية والكيمائية) في حاصل ثمار وزيت نبات الغزنايج FENNEL *Foeniculum vulgare*

مظفر احمد الموصلي
كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل – العراق

الخلاصة

زرعت ثمار الغزنايج حقلياً في ألواح ٢x١ متر مربع لتربة من نوع Silty Loam باستخدام سماد حيواني (مخلفات الأغنام) وبمستويات ٠ و١ و٢ و٣ و ٤ و٥ طن.هكتار$^{-1}$ ومعاملات أخرى بسماد كيميائي بمستويات تعادل قيم NPK في السماد العضوي وهي $N_0P_0K_0$و $N_{18}P_2K_3$ و $N_{36}P_4K_6$ و$N_{54}P_6K_9$و$N_{72}P_8K_{12}$و$N_{90}P_{10}K_{15}$ كغم.هكتار$^{-1}$ وبثلاث مكررات باستخدام اليوريا والسوبر فوسفات الأحادي وكبريتات البوتاسيوم. وكانت النتائج، في معاملة المقارنة (بدون تسميد عضوي أو كيميائي) كان حاصل الثمار ١٦٠٠ كغم.هكتار$^{-1}$ وكمية الزيت ٢٥.٢٢ لتر.هكتار$^{-1}$، واعطت المعاملة ٢ طن.هكتار$^{-1}$ من السماد العضوي أعلى حاصل للثمار وصل إلى ٤٤٢٠ كغم.هكتار$^{-1}$ وأعلى كمية زيت ٥٥.٢٣ لتر.هكتار$^{-1}$، وتفوقت المعاملة $N_{72}P_8K_{12}$ من السماد الكيميائي وهي تعادل ٤ طن.هكتار$^{-1}$ من السماد العضوي فـ عطت حاصل للثمار بلغ ٣٥٣٦ كغم.هكتار$^{-1}$، المعاملة $N_{54}P_6K_9$ التي تعادل ٣ طن.هكتار$^{-1}$ من السماد العضوي أعطت زيت بلغ ٤٥.٤٤ لتر.هكتار$^{-1}$.

المقدمة

الغزنايج *Foeniculum vulgare* وله عدة مسميات; الشمر والسنوت والشمار والحبة الحلوة يزرع في أنحاء العالم لأهميته الطبية باستعمال الثمار في تنبهه إفرازات الغدد الجنسية عند الرجال والنساء وتنشط الغدد اللبنية عند المرضعات وزيادة إدرار البول والدورة الشهرية، وطارد للغازات وتسكن آلام تقلصات المعدة والأمعاء ومادةً ملينة في حالات الإمساك كما أنها تسكن حالات السعال الشديد ومرض الربو الصدري ونزلات البرد القاسية ويعطى للأطفال كمادة طبيعية مخففة للغازات والنوم العميق، الزيت يستخدم في الصناعات الغذائية والمشروبات والصابون ومستحضرات التجميل والعطور والبسكويت، ولعلاج آلام الظهر عن طريق التدليك أو عمل لبخة ومفيد في علاج الكوليرا وعضة الثعبان وفي شفاء أمراض الحساسية وطارد للحشرات المنزلية خصوصا النمل ومقاوم لبعض البكتريا والفطريات (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ١٩٨٨ و الموصلي ٢٠٠٧)يتـ ثر حاصل ثمار الغزنايج وكمية الزيت في الثمار بالعناصر الغذائية الموجودة في التربة والمضافة كمحسنات إن كانت كيمائية أو عضوية، في البنجاب. لاحظ Randhawa واخرون (١٩٨١) في تربة Loamy Sandكان أفضل المستويات في إنتاج ثمار وزيت الغزنايج عند المستوى N١٠٠ + ٤٠ P_2O_5 كغم.هكتار$^{-1}$ حيث كان حاصل الثمار ٨٥١٠ كغم.هكتار$^{-1}$ مقارنة بغير المسمدة ٥٠٨٠ كغم.هكتار$^{-1}$ والزيت الطيار ١.٣٥ وعند معاملة المقارنة ١.١٧ مل. ١٠٠ غم$^{-1}$ من الثمار. وفي دراسة أجراها Abad El-Kader واخرون (١٩٩٢) في تربة طينية أن المعاملة ٢٥٠ N + ١٢٥ P +٦٠ K كغم.هكتار$^{-1}$ قد أعطت معنويا أعلى القيم في وزن الثمار ١٣.٥غم.نبات$^{-1}$ بعدما كانت عند معاملة المقارنة ٦.٧. وادت هذه المعاملة زيادة في كمية الزيت الطيار ووصل إلى ١٢% مقارنة بمعاملة المقارنة. واشار Kandil (٢٠٠٢) وجد إن التوليفة السمادية ٢٥٠ N من نترات الأمونيوم + ٤٠ P من السوبر فوسفات + ٥٠ K من كبريتات البوتاسيوم كغم.هكتار$^{-1}$، أدت إلى زيادة في حاصل الثمار من ٢٦٠٠ إلى ٣٣٠٠ كغم.هكتار$^{-1}$، و كمية الزيت الطيار ارتفعت من ٤٠ إلى ٦٠ لتر.هكتار$^{-1}$.وجد الباحثون Ashorabad واخرون (٢٠٠٣) أن أفضل مستوى من العناصر NوPوK كان عند ٨٠ و ٦٤ و ٨٠ كغم.هكتار$^{-1}$ وكل عنصر لوحده زاد من حاصل الثمار بنسب ٩٣ و ١٤ و ٨ % على التوالي مقارنة مع معاملة المقارنة، وكمية الزيت بنسب ٣ و ٢٣ و ١١% مقارنة بمعاملة المقارنة. ووجد Garg (٢٠٠٤) أن حاصل الثمار زاد من١٦٤٠ كغم.هكتار$^{-1}$ عند معاملة المقارنة إلى ٢٨٠٠ كغم.هكتار$^{-1}$ عند المعاملة N٨٠ + P٢٥ وحصول زيادة في حاصل الزيت من ٤.٥٤عند معاملة المقارنة إلى١٦.٢٤ لتر.هكتار$^{-1}$. أما الأسمدة العضوية فتختلف في محتواها من العناصر الغذائية اعتمادا

تاريخ تسلم البحث ٢٠٠٨/١/١٥ وقبوله ٢٠٠٨/٣/٦

على مصدرها، وهي على العموم تحتوي النتروجين بشكل مركبات عضوية ويوريا وحامض الهيوميك وهذه الأشكال يكون النتروجين فيها جاهز للنبات، كما تحتوي الفسفور بشكل عضوي نصفه جاهز للنبات بسرعة في حين يكون البوتاسيوم ذائبا كله بالماء تقريبا (Allision، ١٩٧٣). وقد ذكر Sharma (١٩٨٠) إن إضافة ٣٠ طن.هكتار$^{-1}$ من المخلفات الحيوانية (مخلفات اغنام) ، تؤدي بعد سنة واحدة إلى زيادة محتوى التربة من النتروجين والفسفور والبوتاسيوم بمقدار ٢١٢٠ ، ٦٤٥ ، ١٣٥ ملغم.كغم$^{-1}$ تربة على التوالي، كما وجد Shengmao (٢٠٠٤) أن الأسمدة العضوية تؤثر على البيئة ايجابياً من خلال زيادة نشاط أحياء التربة وأسفنجية السطح وجعل درجة تفاعل التربة عند حالة التعادل واحتفاظ التربة للماء، ووجد الجوادي (٢٠٠٧) أن إضافة مخلفات الحيوانية له تأثير في تحسن الصفات الفيزيائية للتربة مثل ثباتية التجمعات والكثافة الظاهرية والمسامية والايصالية المائية والغيض (Infiltration). ونظراً لعدم وجود دراسات وبحوث متخصصة لتحديد كمية ونوعية ومستويات الأسمدة المضافة (العضوية والكيمائية) ومدى تأثيرها في حاصل ثمار وزيت نبات الغزنايج جاء هذا البحث.

مواد البحث وطرائقه

زرعت السلالة المحلية لنبات الغزنايج *Foeniculum vulgare* في مدينة الموصل (العراق) في تربة منطقة الجوسق نسجتها (Silty Loam) مصنفة (Torrefluvient) في أحواض أبعادها ١ X ٢ متر المسافة بين جورة وأخرى وبين خط وآخر ٢٥ سم وكمية التقاوي ١٠ كغم.هكتار$^{-1}$ توصية حسين، (١٩٨١). الصفات الكيميائية والفيزيائية موضحة في الجدول (١)

الجدول (١): بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة

الصفة	القيمة	الصفة	القيمة
الأس الهيدروجيني pH (١:١)	٧.٤	كربونات الكالسيوم غم.كغم$^{-1}$	١٣٤
التوصيل الكهربائي (١:١) دسي سيمنز.م$^{-1}$	١.٠٦	المادة العضوية غم.كغم$^{-1}$	١٨
النيتروجين الجاهز ملغرام.كغم$^{-1}$	٤٠.٣	الرمل غم.كغم$^{-1}$	٢٠٣
الفسفور الجاهز ملغرام.كغم$^{-1}$	١٥.٣	الغرين غم.كغم$^{-1}$	٥٤٤
البوتاسيوم الجاهز ملغرام.كغم$^{-1}$	١٨٠	الطين غم.كغم$^{-1}$	٢٥٤

تم تقدير هذه الصفات استناداً إلى طريقة Page واخرون(١٩٨٢). قدر الزيت الطيار في الثمار بعد استخلاصه باستخدام جهاز (Clevenger) كما ورد في AOAC (١٩٨٠). تمت الزراعة في الخامس عشر من شهر تشرين أول (أكتوبر) حسب توصية أبو زيد (١٩٨٨) من عام ٢٠٠٦ وأضيفت الأسمدة العضوية إلى الوحدات التجريبية قبل شهر من الزراعة وهي أسمدة حيوانية (مخلفات الأغنام) بمستويات صفر و١ و٢ و٣ و٤ و٥ طن.هكتار$^{-1}$، تحليل السماد الحيواني (مخلفات الأغنام) الجدول (٢).

الجدول (٢): تحليل السماد العضوي (مخلفات الأغنام)

الصفة	القيمة	الصفة	القيمة
درجة التفاعل pH (١:١)	٦.٢١	البوتاسيوم الكلي غم.كغم$^{-1}$	٣
التوصيل الكهربائي (١:١) دسي سيمنز.م$^{-1}$	٥.٩٤	الكاربون العضوي غم.كغم$^{-1}$	٣٣٨.٩
النيتروجين الكلي غم.كغم$^{-1}$	١٨	المادة العضوية غم.كغم$^{-1}$	٥٨٤.٢
الفسفور الكلي غم.كغم$^{-1}$	٢		

ومعاملات أخرى بسماد كيمائي بمستويات تعادل قيم NPK في السماد العضوي وهي $N_0P_0K_0$و$N_{18}P_2K_3$و $N_{36}P_4K_6$ و $N_{54}P_6K_9$ و$N_{72}P_8K_{12}$و$N_{90}P_{10}K_{15}$ كغم.هكتار$^{-1}$ باستخدام اليوريا "٤٥% N" مصدر للنتروجين والسوبر فوسفات الأحادي " ٩% P " مصدر للفسفور وكبريتات البوتاسيوم " ٤٣% K " مصدر للبوتاسيوم، وبثلاث مكررات لكل معاملة، تم الحصاد في

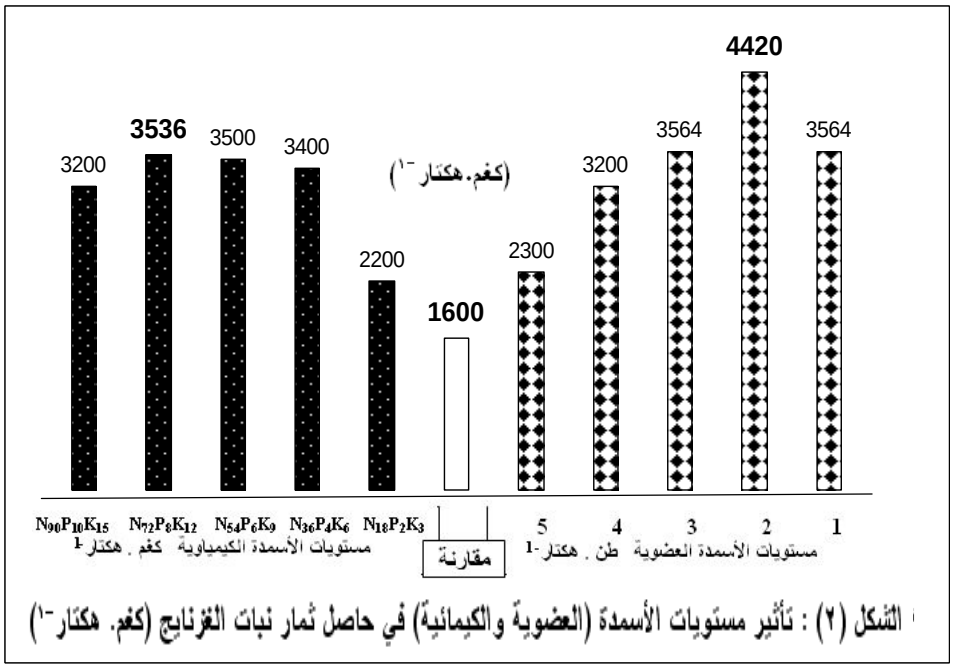
٢٠٠٧/٥/١٥ كانت عمليات الري ديميا بالاعتماد على الأمطار مع السقي التكميلي عند الحاجة. وحللت النتائج إحصائيا اعتمادا على الراوي وخلف الله (١٩٨٠). ويبين الشكل (١) مخطط الحقل .

أسمدة عضوية طن. هكتار$^{-1}$	بدون تسميد	أسمدة كيماوية كغم. هكتار$^{-1}$
١ طن		$N_{18}P_2K_3$
٢ طن		$N_{36}P_4K_6$
٣ طن		$N_{54}P_6K_9$
٤ طن		$N_{90}P_{10}K_{15}$
٥ طن		$N_{72}P_8K_{12}$

شكل (١) : مخطط الحقل، ويبين معاملات الأسمدة العضوية والكيميائية

النتائج و المناقشة

أولا : يبين الشكل (٢) ثير مستويات الأسمدة العضوية والكيمائية في حاصل ثمار الغزنايج ومنه نجد أن حاصل معاملة المقارنة (بدون تسميد) هو ١٦٠٠كغم.هكتار$^{-1}$ وهذا يعني أن كمية العناصر الموجودة في التربة تلبي الاحتياجات الدنيا للمحصول، عند إضافة الأسمدة العضوية حصل زيادة في الحاصل عند المعاملة (١ طن) بنسبة ١٢٢% مقارنة مع معاملة المقارنة، في حين سجلت معاملة الـ ٢طـــــن



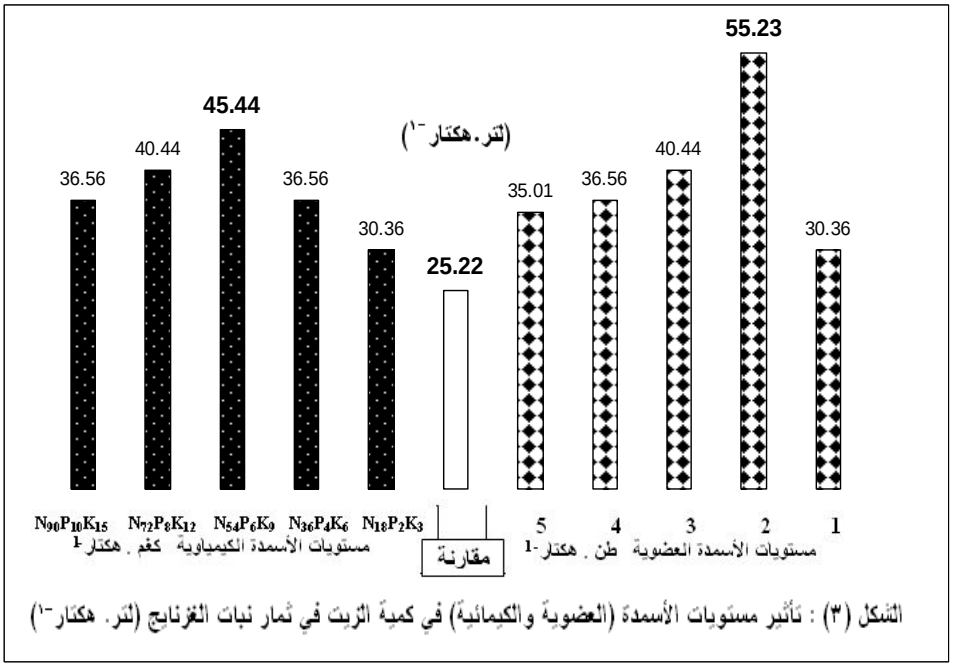
الشكل (٢) : تأثير مستويات الأسمدة (العضوية والكيمائية) في حاصل ثمار نبات الغزنايج (كغم. هكتار$^{-1}$)

قيم LSD ٥% للتسميد العضوي ٨٧٥ وللتسميد الكيمائي ٥٢٩ وللسمادين بصورة عامة٩٥١

زيادة ١٧٥% (٤٤٢٠كغم.هكتار$^{-1}$) وهذا يعني أن الـ (٢ طن) من السماد العضوي تكفي للوصول إلى أعلى الحاصل، في حين كانت الإضافات المتتالية من الأسمدة العضوية تسجل انخفاضات في الحاصل ولكنها فوق مستوى المقارنة، عند إضافة الأسمدة الكيمائية فان المعاملة $N_{72}P_8K_{12}$ (وهي

تعادل ٤ طن.هكتار$^{-1}$ من السماد العضوي) أعطت أعلى حاصل لثمار الغزنايج وصل ٣٥٣٦ كغم.هكتار$^{-1}$ بزيادة ١٢٠% عن معاملة المقارنة.عليه تفوقت الأسمدة العضوية على الأسمدة الكيمائية معنويا في الوصول إلى أعلى حاصل عند المعاملة الثانية مقارنة بالمعاملة الرابعة، كما أن أعلى حاصل عند الأسمدة العضوية تفوق بنسبة ١٧٥% على معاملة المقارنة في حين تفوقت الأسمدة الكيمائية عند أعلى معاملة بنسبة ١٢٠%. وأعطت الأسمدة العضوية معدلا عاما من الحاصل عند مستويات التسميد المختلفة ٣٤٠٩ والكيمائي ٣١٦٧ كغم.هكتار$^{-1}$. وكانت قيم LSD عند مستوى ٠.٠٥ ، للتسميد العضوي ٨٧٥ وللتسميد الكيمائي ٥٢٩ وللتداخل بين السمادين ٩٥١ وهذه القيم تظهر بوضوح الفروق المعنوية بين المعاملات لنفس السماد وفروق معنوية بين السمادين العضوي والكيمائي. إن العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات خصوصاNPK لها دور في تنشيط العمليات الحيوية للنبات والتي تؤدي إلى زيادة النمو في أجزاء النبات وتطور مفصولات الإنتاج للوصول إلى أعلى حاصل في الثمار (ابو ضاحي واليونس ، ١٩٨٨)، الأسمدة العضوية توفر العناصر الغذائية شانها في ذلك الأسمدة الكيمائية ولكنها تزيد من حيوية أحياء التربة وتزيد من احتفاظ التربة للماء وكلها عوامل ايجابية في صالح النبات لكي ينمو بصورة سليمة مستفيد من العناصر الغذائية في التربة بصورة صحيحة وهذا ما أكده Shengmao وآخرون (٢٠٠٤)، كما تعمل المخلفات الحيوانية على تحسن الصفات الفيزيائية للتربة مثل ثباتية التجمعات والكثافة الظاهرية والمسامية والايصالية المائية وكلها أسباب تجعل النبات ينمو في بيئة مناسبة وهذا ما وجده الجوادي (٢٠٠٧) في نوعين من الترب باستخدام مخلفات الأغنام. إلا أن زيادةمستويات الأسمدة المضافة عن حاجة النبات من شـ نها أن تربك عمليات التوازن بين العناصر في تربة النمو وبالتالي يحدث إرباك في تغذية النبات يؤدي إلى نتائج عكسية على الإنتاجية (ألنعيمي ، ٢٠٠٠) وهذا ما حدث عند المستويات العالية من الأسمدة المضافة.

ثانيا أظهرت نتائج الشكل (٢)بين تـ ثير مستويات الأسمدة العضوية والكيمائية على كمية زيت ثمار الغزنايج (لتر.هكتار$^{-1}$)، ومنه نجد أن معاملة المقارنة أعطت ٢٥.٢٢ لتر.هكتار$^{-1}$ وقد يرجع في ذلك إلى احتواء تربة البحث على عناصر غذائية تفي ببعض احتياجات النبات، الـ (٢ طن) من السماد العضوي (وهي المعاملة نفسها التي أعطت أعلى حاصل في الثمار) أعطت أعلى كمية من الزيت وصل إلى ٥٥.٢٣ لتر.هكتار$^{-1}$ بزيادة وصلت إلى حوالي ١٢٠% ، في حين الإضافات المتتالية من كميات الأسمدة العضوية أدت إلى حصول انخفاض في كمية زيت الثمار ولكنها كانت تلك الكميات متفوقة على معاملة المقارنة.



الشكل (٣) : تأثير مستويات الأسمدة (العضوية والكيمائية) في كمية الزيت في ثمار نبات الغزنايج (لتر. هكتار$^{-1}$)

قيم LSD ٥% للتسميد العضوي ١٥.٥ وللتسميد الكيمائي ١١.٤ وللسمادين بصورة عامة ١٩.٧

عند استخدام الأسمدة الكيمائية فان المعاملة $N_{54}P_6K_9$ (وهي تعادل ٣ طن.هكتار$^{-1}$ من السماد العضوي) أعطت أعلى كمية زيت وصل إلى (٤٥.٤٤ لتر.هكتار$^{-1}$) بزيادة ٨٠ % عن معاملة المقارنة. وعموما أعطت الأسمدة العضوية معدل عام من الزيت عند مستويات التسميد المختلفة ٣٩.٥٢ والكيمائي ٣٧.٨٧ لتر.هكتار$^{-1}$. وكانت قيم (LSD) للتسميد العضوي ١٥.٥ وللتسميد الكيمائي ١١.٤ وللتداخل بين السمادين ١٩.٧ . والنتائج الخاصة بالتسميد الكيمائي تتفق مع الموصلي (٢٠٠٥) الذي وجد زيادات في حاصل الزيت عند المستويات العالية من التسميد. إن للعناصر الغذائية المهمة مثل NPK دور في زيادة النمو وكبر حجمه مما ينتج عنه زيادة في المساحة السطحية للأوراق أي السعة التمثيلية للنبات مما يؤدي إلى زيادة كفاءة عملية البناء الضوئي وعمليات البناء البروتوبلازمي وينعكس ذلك ايجابياً على زيادة كمية الزيت (Rao وآخرون، ١٩٨٣).

EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF (CHEMICAL AND ORGANIC FERTILIZERS) ON THE FRUITS AND OIL CONTENT OF FENNEL (*Foeniculum vulgare*)

Mothafer A. Al-Mosuly
Dept. of Soil Sci., College of Agric. and Forestry, Mosul Univ. IRAQ

ABSTRACT

Fennel (*Foeniculum vulgare*) is an important crop of considerable medicinal value, being carminative and stomachic. Fruits are used in the preparation of pickles and for chewing after meals as a digestive adjuvant. The oil of fennel is used to flavor different food preparations perfumery. The objectives of these experiments were to study the effects of organic fertilizers animal manure (sheep) total of Nitrogen 16, Phosphors 5 and Potassium 8 gm.Kg^{-1} with six levels 0 , 1, 2, 3,4 and 5 ton. h^{-1} and chemical fertilizer Nitrogen in the form of Urea 46 % N, Phosphors in the form of Mono super phosphate 9 % P and Potassium in the form of Potassium sulphate 43% K with six levels $N_0P_0K_0$, $N_{18}P_2K_3$,$N_{36}P_4K_6$,$N_{54}P_6K_9$,$N_{72}P_8K_{12}$ and $N_{90}P_{10}K_{15}$ Kg.h^{-1} on fruits yield and oil content from FENNEL (*Foeniculum vulgare*) growth in the silty loam soil plot 1x2 m^2 ending with a recommendation for the suitable kind of fertilizer to be used. The following results were emerged : The control treatment$N_0P_0K_0$, 0 ton.hectar^{-1}of animal manure gave Fruits yield 1600 Kg.h^{-1} and the oil 25.22 L.h^{-1}.The treatment 2 ton.h^{-1} of animal manure gave Fruits yield 4420 Kg.h^{-1}. And the highest quantity of oil 55.23 L.h^{-1} .The treatment $N_{72}P_8K_{12}$ equality balance 4 ton.h $^{-1}$of animal manure gave Fruits yield 3536 Kg.h^{-1}. The highest quantity of oil 45.44 L.h^{-1} was reached with the treatment $N_{54}P_6K_9$ equality balance 3 ton.h $^{-1}$ of animal manure.

المصادر

أبو ضاحي، يوسف محمد ومحمد احمد اليونس (١٩٨٨). تغذية النبات التطبيقي، بيت الحكمة، جامعة بغداد.

الجوادي، لازم مجيد (٢٠٠٧). تاثير إضافة المخلفات الحيوانية في بعض الصفات الفيزيائية للتربة. رسالة ماجستير. جامعة الموصل. العراق.

حسين، فوزي طه قطب (١٩٨١). النباتات الطبية، زراعتها ومكوناتها، دار المريخ للطباعة والنشر، الرياض، السعودية.

الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله (١٩٨٠).تصميم وتحليل التجارب الزراعية، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (١٩٨٨). النباتات الطبية والعطرية والسامة في الوطن العربي، جامعة الدول العربية، الخرطوم.

الموصلي، مظفر احمد (٢٠٠٥). استخدام النظام المتكامل للتشخيص والتوصية السمادية في نمو وإنتاج FENNEL نبات الحبة الحلوة (الرازنايج). أطروحة دكتوراه. جامعة الموصل. العراق.

الموصلي، مظفر احمد (٢٠٠٧) نباتات طبية ذكرتها الكتب السماوية . مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل.

ألنعيمي، سعد الله نجم عبد الله (١٩٩٩). الأسمدة وخصوبة التربة، الطبعة الثانية، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.

ألنعيمي، سعد الله نجم عبد الله (٢٠٠٠). مبادي تغذية النبات (ترجمة)، الطبعة الثانية، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1980). Official Methods of Analysis 12th Ed.. Washingtion. D.C., U.S.A

Abad El-Kader, M.M.E.(1992). Physiological studies on Fennel plants. M. Sc. Thesis. Fac. of Agric. Zagazig University.Egypt.

Allision, F.E.. (1973). Soil organic matter and its role in crop production. Elsevier scientific publishing Co. Amsterdam.

Ashorabad, E.S.; A. Matin, and M.H. Lebaschi (2003). Investigate of physiological growth indices in fennel (*Foeniculum vulgare*) in different methods of soil fertilization, Iranian J. of Medicinal and Aromatic Plant. Sic. 25:113-118.

Garg, V. K.(2004) Yield, mineral composition and quality of coriander (*Coriandrum sativum*)and fennel (*Foeniculum vulgare*) grown in Sodic soil. Indian J. of Agric. Sci. 74: 221-223

Kandil, M.A.M.(2002). The effect of fertilizers for conventional and organic farming on yield and oil quality of Fennel in Egypt. Ph.D. Thesis. Fac. of Agric. Zagazig University. Egypt.

Page,A.L.; R.H. Miller and D.R. Keeney (1982). Methods of soil analysis, Part 2 : Chemical and microbiological properties. Agron. Series No.9 Amer. Soc. Agron. Soil Sic. Soc. Am. Inc. Madison. USA.

Randhawa, G.S.; D.S.Bains and B.S.Gill (1981). Nitrogen and phosphorus requirements of Fennel. J.Res.Panjab Agric.Univ : 18: 384-388.

Rao, E.V., M.R. Narayana,R.S. Rao and B.R. RAO (1983).Fertilizer studies in coriander. J. Agric.Sci. 100:251-252.

Sharma, R.C. I.S. Grewal, and M.O. Singh (1980) . Effect of annual and biennial application of p and k fertilizer on yield of potato. J.Agric.Sci.Camb.94:533-538

Shengmao, Y. F., L. S. Malhi, P. W. Dongrang, and J. Wang (2004). Fertilizer Management. Agronomy J. 96:.1039-1049