Afro-Asian Journal of Scientific Research (AAJSR)
المجلة الأفروآسيوية للبحث العلمي
E-ISSN: 2959-6505
Volume 4, Issue 1, 2026
Page No: 156-162
Website: https://aajsr.com/index.php/aajsr/index
SJIFactor 2024: 5.028 ISI 2025: 0.915 معامل التأثير العربي (AIF) 2025: 0.76

Effect of phosphorus fertilization and planting distances on the amount of volatile oil fennel

Sulayman Muhammad Abd Alsameea*
Faculty of Resources and Environmental Sciences, University of Derna, Al-Qubba Branch, Libya

تأثير التسميد بالفوسفور ومسافات الزراعة على كمية الزيت الطيار في ثمار نبات الشمر

سليمان محمد عبد السميع*
جامعة درنة، فرع القبة، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، ليبيا

*Corresponding author: Silman55@yahoo.com

Received: December 20, 2025 | Accepted: January 27, 2026 | Published: February 4, 2026

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract:
The aim of the study was to find out how four planting spaces (20, 25, 30, and 35 cm) and four amounts of phosphorous fertilizer (0, 40, 80, and 120 kg/ha) affected the growth and yield of the fennel plant Foeniculum vulgare. Two experiments were carried out in the Horticulture Department's experimental farm at Omar Al-mukhtar University's Faculty of Agriculture in El-Baida City in order to accomplish these targets. A split-plot system in a randomized complete block design with three replicates was used for the experiment. While the planting sites were given at random in the sub-plots, the phosphorus rates were dispersed randomly among the plots. The percentage of volatile oil in the fruit increased gradually under all phosphate fertilization treatments, maximum at a fertilization rate of 120 kg/ha. During the study, every phosphate fertilizer treatment significantly increased the fruit's volatile oil output. Up until the application rate reached 80 kg/ha, the yield increased gradually. After that, it began to decrease at 120 kg/ha, but it was still higher than the control. As compared to the baseline spacing of 20 cm, the percentage of volatile oil in the fruits increased dramatically when the distance between plants was increased. The combined treatment of 80 kg/ha and planting at a spacing of 35 cm produced the maximum proportion of volatile oil in the dried fennel fruits. When compared to the control, all tested combination treatments improved the overall production of volatile oil in the fruits; the greatest values were recorded at 80 kg/ha and planting at a 30 cm spacing.

Keywords: Fennel plant, fertilization, phosphorus, volatile oil.

الملخص:
اجريت هذه التجربة بمزرعة التجارب الخاصة بقسم البستنة بكلية الزراعة جامعة عمر المختار بمدينة البيضاء بهدف دراسة تأثير التسميد بمعدلات متدرجة من الفوسفور 0 ،40 ،80، 120 كحم / هكتار والزراعة على مسافات 20 ، 25 ،30، 35 سم بين النباتات على خطوط لنبات الشمر Foeniculum vulgare وكل المعاملات المختلطة الممكنة بينها وتم ذلك بأجراء تجربة حقلية أتبع في تنفيذها نظام القطع المنشقة مرة واحدة Split plot system في تصميم قطاعات كاملة العشوائية Randomized complete blocks design في ثلاث مكررات وزعت فيها معاملات السماد الفوسفاتي في القطع الرئيسية Mine plots بينما وزعت معاملات مسافات الزراعة في القطع تحت الرئيسية Sup plots وكان مساحة كل وحدة تجريبية 2 م 2. ادت معاملات التسميد الفوسفاتي جميعها الى زيادة مضطردة في النسبة المئوية للزيت الطيار في الثمار حيث بلغت اقصاها عند معدل تسميد 120كجم/هكتار. حققت كل معاملات السماد الفوسفاتي خلال التجربة زيادة معنوية في محصول الزيت الطيار للثمار تدرجت في معنوياتها بتدرج معدل السماد المضاف الى 80 كجم/هكتار ثم بدأت في النقصان بزيادة المعدل المضاف الى 120كجم/هكتار لكن ظلت أكثر من الشاهد. أظهرت الزيادة

في المسافة بين النباتات الى زيادة معنوية في النسبة المئوية للزيت الطيار في الثمار مقارنة بالمسافة الاساس (20سم). كما سجلت اعلى نسبة مئوية للزيت الطيار في الثمار الجافة لنبات الشمر من خلال المعاملة المركبة 80 كجم / هكتار ومع الزراعة على مسافة 35 سم. كل المعاملات المركبة المختبرة زادت من المحصول الكلي للزيت الطيار في الثمار مقارنة بالشاهد وكان اعلى القيم 80 كجم / هكتار ومع الزراعة على مسافة 30 سم.

الكلمات المفتاحية: نبات الشمر، التسميد، الفوسفور، الزيت الطيار.

المقدمة:

نبات الشمر أو الكمون العريض أسمة في الانجليزية Fennel واسمه العلمي Foeniculum vulgare ينتمي الى العائلة الخيمية Apiaceae Umbelliferae وموطنه الأصلي حوض البحر المتوسط عرفة اليونانيون القدماء وانتشرت زراعته في اوروبا خاصة المانيا وجنوب فرنسا واهم البلدان المنتجة له الارجنتين والمانيا فرنسا ومصر والمغرب.

ونبات الشمر عشبي معمر يعامل معاملة الحولي الشتوي قوي النمو يصل ارتفاعه على أكثر من متر' الساق قائمة متفرعة والاوراق مركبة ريشية متبادلة على الساق يصل طولها أكثر من 20 سم طولاً والنصل مقسم الى أجزاء خيطية كثيرة العدد خضراء غامقة' الازهار في نورات خيمية مركبة والازهار ذات لون أصفر ذهبي والثمار كبيرة الحجم مستطيلة طولها من 1-1.5 سم وعرضها 0.3-0.5 سم ذات لون أصفر مخضر يتحول الى الاصفر البني الفاتح' الثمار فقيرة تتكون من ثمرتين (أبوزيد 1993).

تحتوي ثمار الشمر وكذلك العشب على زيت طيار أهم مكوناته Fenchone، Limonene، Camphore و Anethole والزيت الناتج من الاوراق أقل جودة من الزيت الناتج من الثمار. ولنبات الشمر استعمالات عديدة فقد يستعمل طازج في السلطات والحساء لإضافة النكهة والى اللحوم المحفوظة لزيادة قدرتها الحفظية حيث ان زيتها يقاوم بعض انواع البكتيريا (حسين ،1981) في أوروبا ودول البحر الأبيض المتوسط، يُستخدم الشمر تقليديًا كمضاد للتشنج، ومدر للبول، ومضاد للالتهابات، ومسكن للألم، ومحفز لإفراز الحليب، ومدر للحليب، وغسول للعين، ومضاد للأكسدة؛ موضعيًا، يُستخدم مسحوق الشمر كضمادة للدغات الثعابين، وتُستخدم منقوعات الشمر في أوروبا للأطفال الرضع لمنع انتفاخ البطن والمغص والتشنجات (Akbar, 2018).

يعتبر الفوسفور من أهم العناصر الكبرى الضرورية التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً وتحصل النباتات علية في صورة أرثوفوسفات الهيدروجين (H_2PO_4). يدخل الفوسفور في تركيب حمض الفوسفوريك في جزيئات الاحماض والبروتينات النووية DNA وRNA كما يدخل في عمليات نقل الطاقة ويعمل كمرافق انزيمي، ايضاً يعمل الفوسفور على تنظيم الأس الهيدروجيني في الخلايا النباتية بسبب وجود نسبة كبيرة منة في صورة ايونات، ايضاً يدخل في عمليات بناء البروتينات والفوسفوليبيدات وفي تفاعلات التنفس، كما ان له اهمية خاصة في انبات البذور والتمثيل الغذائي في البادرات وعملية النضج في الثمار والبذور ويتدخل في نمو وتطور الجذور (Marschner 1995). ولما كانت المادة الفعالة الموجودة بالشمر هي الزيت العطري الموجود في الثمار والعشب وان الوحدات الاساسية في بناء الزيت الطيار Iso pentenyl pyrophosphate أي مركب يحتوي على الفوسفور (Evans,2002)، ولان العمليات الزراعية من اهم العوامل المؤثرة على نمو وانتاجية النبات والنباتات الطبية والعطرية على وجه الخصوص فقد أجريت هذه الدراسة بهدف دراسة تاثير اثنان منها على كمية الزيت العطري في ثمار نبات الشمر الأولى التسميد بالفوسفور والثانية دراسة تأثير المسافات الزراعة او الكثافة النباتية (عدد النباتات في وحدة المساحة) تلعب دوراً هاماً في الناتج او المحصول النهائي لنبات ما كماً ونوعاً' ذلك من خلال التنافس على الغذاء بين النباتات النامية وانعكاس ذلك على النمو وامتصاص الجذور للعناصر الغذائية والمحصلة النهائية لذلك ومردودها علي نسبة الزيت الطيار في النباتات العطرية.

المواد وطرق البحث:

موقع الدراسة: أجريت التجربة بمزرعة التجارب الخاصة بقسم البستنة بكلية الزراعة جامعة عمر المختار بمدينة البيضاء خلال الموسم 2023/2022.

مواد البحث: استخدمت في اجراء هذه الدراسة بذور الشمر المنتجة محلياً والمستخدمة في الانتاج المحلي.

جدول رقم (1): بعض الخواص الطبيعية والكيميائية لموقع الدراسة

الصفات الطبيعية	
الرمل %	10.8
السلت %	38.2
الطين	51.0
الصفات الكيميائية	
الرقم الهيدروجيني pH	7.73
التوصيل الكهربائي dsm Ec	421
المادة العضوية %	2.80
النيتروجين %	0.31
الفوسفور %	8.41
البوتاسيوم PPM	81

العوامل المدروسة:

1. أربع معدلات من السماد الفوسفاتي (120، 80، 40، 0 كجم P_2O_5/هكتار).
2. أربع مسافات للزراعة هي (20، 25، 30، 35) سم.
3. كل التداخلات الممكنة ما بين المعاملات السابقة.

تقدير النسبة المئوية للزيت الطيار في الثمار:

وزنت عينة مقدارها 100 جم من الثمار المجففة هوائياً ووضعت في دورق جهاز كليفنجر لتقدير النسبة المئوية للزيوت الطيارة واضيف اليها 330 مل من الماء ثم رفع على مصدر الحرارة واستمر التقطير لمدة ساعتان وفي النهاية فترة الاستخلاص تم قياس كمية الزيت الطيار المتجمعة في مصيدة الجهاز على التدريج الملحق ثم سجلت، بعدها جمع الزيت في زجاجات معقمة واضيف اليها كمية من كبريتات الصوديوم اللامائية لتجفيف الزيت من الماء وحفظت في الثلاجة لحين اجراء التحليل الكروماتوغرافي (A.O.A.C 1980).

المحصول الكلي للزيت الطيار: تم حساب كمية محصول الثمار من الزيت الطيار بمعلومية النسبة المئوية للزيت في الثمار /هكتار.

التحليل الكروماتوغرافي للزيت الطيار: حللت العينات المختارة من الزيت المستخلص من الثمار تحليلا كروماتوجرافيا للتعرف على النسب المئوية للمواد الفعالة فيها وذلك في قسم النباتات الطبية والعطرية التابع لمركز البحوث الزراعية بوزارة الزراعة بجمهورية مصر العربية –الدقي – محافظة الجيزة.

أجري التحليل على جهاز (G.C Dschrom 6200) مزود بكاشف تأين اللهب (FID) Caballary Column, Polysillenylene siloxanw 5%phenyl (equiv)(Bpx-5) بطول 30 متر وسمك داخلي 0.25 ملم وسمك طبقة الطور السائل 25 .0 um وكان البرنامج الحراري للتحليل هو ارتفاع درجة الحرارة 10 م^0 / دقيقة ابتداءً من 70 م^0 الى 200 م^0 وكان معدل تدفق غاز النيتروجين 1 مل / الدقيقة بينما كان تدفق الاكسجين بمعدل 30 مل / الدقيقة. وكان تدفق الهواء 330 /دقيقة ودرجة حرارة الكاشف والحاقن 250، 300 م^0 على الترتيب بعد ذلك حقنت العينات من المواد الفعالة النقية وقدر لكل مادة زمن الخروج (Rt) ثم حقنت عينات الزيت تحت نفس الظروف.

التصميم الاحصائي:

أتبع في تنفيذ التجربة نظام القطع المنشقة مرة واحدة Split Plot System تصميم قطاعات كاملة العشوائية Randomized complete blocks design في ثلاث مكررات وزرعت فيها معاملات السماد الفوسفاتي في القطع الرئيسية Mine plots بينما وزعت معاملات مسافات الزراعة في القطع تحت الرئيسية Sup plots وكان مساحة كل وحدة تجريبية 2 م ^{2}.

النتائج والمناقشة:

قياسات الزيت الطيار:

النسبة المئوية للزيت الطيار في الثمار:

البيانات المدونة في جدول (2) تبين تأثير التسميد بالمعدلات المختبرة من السماد الفوسفاتي ومسافات الزراعة تحت الدراسة والتفاعلات بينها على النسبة المئوية للزيت الطيار في ثمار نبات الشمر. يتضح من النتائج الواردة في جدول (1.3) ان التسميد بمعدل 40 كجم / هكتار لم يؤثر على النسبة المئوية للزيت الطيار بينما بزيادة المعدل الى 80 ثم الى 120 كجم / هكتار تسبب في زيادة معنوية في النسبة المئوية والتي وصلت الى قيمة اقصاها (6 %) باستخدام 120 كجم / هكتار.

جدول رقم (2): تأثير التسميد الفوسفاتي ومسافات الزراعة والتداخل بينهما على النسبة المئوية للزيت الطيار في ثمار نبات الشمر Foeniculum vulgare

النسبة المئوية للزيت الطيار في ثمار نبات الشمر					
ا لزراعة مسافات / سم / معدلات الفوسفور كجم / هكتار	20	25	30	35	المتوسط
الشاهد	e 3.17	e 3.60	a_c 5.87	a b 6.80	B 4.86
40	e 3.47	de 4.23	c_e 4.77	a b 7.10	B 4.89
80	e 3.87	a b 3.63	5.77 b_d	a 7.43	A 5.92
120	E 3.90	5.77 b_d	a b 7.13	b 7.20	A 6.00
المتوسط	D 3.60	C 5.06	B 5.88	A 7.13	

*القيم التي تحمل حرف هجائية متشابهة في كل مجموعة من المتوسطات لا تختلف عن بعضها معنوياً حسب اختبار Duncan عند مستوى معنوية 0.05.

تتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج الدراسة التي قام بها كل من Abd-Elhafeez et al (2023) و Khammassi et al (2018) على نبات الشمر والذي تراوح محتواه من الزيت العطري ما بين 1.20 الى 5.06 على التوالي.

محصول الزيت الطيار للثمار (لتر/ هكتار):

بين الجدول (3) انعكاس تأثير التسميد بالفوسفور ومسافات الزراعة المختلفة على محصول الثمار من الزيت الطيار/ هكتار وكذلك التراكيب المختلفة بينها.

اظهرت كل معاملات التسميد بالفوسفور بمعدلاته المختلفة زيادة معنوية في محصول الزيت الطيار لثمار الشمر وهذه الزيادة كانت متدرجة بزيادة معدل السماد المضاف حتى 80 كجم /هكتار ثم بدأت في التناقص عند 120 كجم/هكتار ولكن ظل الفارق معنوياً، وهذه النتيجة يمكن ارجاعها الى المحصول الكلي للثمار الذي بلغ اقصى قيمة له في نفس المعاملات التي حققت أكبر محصول للزيت الطيار وهذه النتائج جاءت متوافقة مع نتائج كل من Afaq ، Khan et al (1999) (2000)، Abdou et al (2004) ، Garg et al (2004) ، Menaria and Paliwal (2007)، على نبات الشمر، Malhorta and Vashishtha(2007) علي نبات الشبت، والذين ذكروا انه باختبار معدلات من الفوسفور على انتاج الزيت الطيار في النباتات تحت الدراسة زاد محصول الزيت الطيار الكلي الناتج لكل منها بزيادة معدل الفوسفور الى حد معين اظهرت الزراعة على مسافات مختلفة لنبات الشمر الى اختلاف في محصول الزيت الطيار حيث زاد محصول الزيت في الثمار بزيادة مسافات الزراعة زيادة معنوية متدرجة حتى مسافة 30 سم والتي حققت اكبر محصول زيت طيار في الثمار وبزيادة المسافة الى 35 سم بدأ المحصول في التناقص وربما هذا يرجع الى أن عدد النباتات بدأ في التناقص ولم يعوض النقص في محصول البذور وان كانت الحالة العامة للنباتات منفردة عند هذه المسافة ممتازة الا ان المحصول الكلي للثمار للهكتار بدأ يقل مما انعكس على المحصول الكلي للثمار وبالتالي على محصول الزيت كما ان المسافة الضيقة قللت من عدد الثمار/نبات وهذا ينعكس على محصول الزيت (Vrazalova et al 1990) وان المسافة التي حققت اكبر محصول ثمار (30 سم) كان لها دوراً واضحاً ومؤثراً على انتاج حبوب اللقاح وتفتح المياسم وجاهزيتها للتلقيح وانعكاس ذلك على التلقيح والاخصاب وانتاج الثمار(Falzari et al 2005) وقد ايدت نتائج هذه الدراسة ما وجده Sukhadia et al(1986) على نبات الكسبرة، و Marks et al (2005) على نبات الكمون الملوكي، Malhorta and Vashishtha (2007) على نبات الشبت، Pandy et al (2007) على نبات الشبت.

أظهرت المعاملات المركبة جميعها زيادة معنوية في محصول الزيت الطيار مقارنة بالمعاملة الشاهد وان المعاملة المشتركة (التسميد بمعدل 80 كجم /هكتار مع الزراعة على مسافة 30 سم) سجلت أكبر محصول كلي للزيت الطيار وبزيادة قدرها 213.03 % مقارنة بالمعاملة الشاهد. وكان تأثير المعاملات المشتركة أكبر من تأثير لكل عامل بمفردة سواء كان معدل الفوسفور او مسافة الزراعة.

جدول رقم (3): تاثير التسميد الفوسفاتي ومسافات الزراعة والتداخل بينهما على محصول الزيت الطيار في ثمار نبات الشمر Foeniculum vulgare (لتر/هكتار).

محصول الزيت الطيار في ثمار نبات الشمر (لتر / هكتار)					
الزراعة مسافات/سم / معدلات الفوسفور كجم / هكتار	20	25	30	35	المتوسط
الشاهد	63.83 o	95.65 h	118.62 f	86.36 J	91.87 D
40	68.59 M	100.77 g	134.40 c	117.87 f	105.41 C
80	73.50 L	93.82 i	213.03 a	123.18 e	125.88 A
120	77.32 K	67.13 n	193.13 b	132.10 d	117.42 B
المتوسط	70.81 D	90.09 C	164.80 A	114.88 B	

*القيم التي تحمل حرف هجائية متشابهة في كل مجموعة من المتوسطات لا تختلف عن بعضها معنوياً حسب اختبار Duncan عند مستوى معنوية 0.05.

التحليل الكروماتوجرافي للزيت الطيار في ثمار نبات الشمر:

يتضح من الجدول (4) نتائج تحليل عينات من الزيت الطيار المستخلص من ثمار نبات الشمر من معاملات تميزت وحققت محصولا عالياً من الزيت الطيار وكذلك عينات استخلصت من معاملة الشاهد المنزرعة على مسافة 20 سم بين النباتات ولم تتلق تسميداً بالفوسفور ويتضح لمتفحص هذه النتائج ان كلا من مركبي، Myrcene قد زاد في عينات النباتات المعاملة بالمعاملات تحت الدراسة عن معاملة الشاهد، بينما انخفض ايضاً محتوى الزيت الطيار من نوع Fenchone ،Limonenel . بينما أظهر مركب الفا Pineneα- اتجاها اخر لم يتخذ خط معين في سلوكه حيث قللت المعاملة 40 كجم / هكتار مع الزراعة على مسافة 25 سم الى خفض محتوى الزيت الطيار منة على الشاهد بينما المعاملتين (80 كجم/ هكتار +30 سم)، (120 كجم /هكتار +35 سم) زادت من محتوى الزيت.

وعلية نجد ان أعلى القيم من مركب α-Pinene قد حققتها المعاملة بمعدل 80 كجم /هكتار والزراعة على مسافة 30 سم وكذلك حققت أكبر قيمة للمركب Myrcene المعاملة 80 كجم /هكتار والزراعة على مسافة 30 سم.

بينما أعلى القيم للمركب Limonenel قد سجلت في المعاملة الشاهد وايضاً مركب Fenchone من جهة اخرى مركب Estragol حقق أكبر قيمة له بمعدل 40 كجم /هكتار والزراعة على مسافة 25 سم.

جدول رقم (4): النسبة المئوية لاهم المواد الفعالة في الزيت الطيار في ثمار نبات الشمرFoeniculum vulgare

النسبة المئوية للمواد الفعالة للزيت الطيار لثمار نبات الشمر					
المركب / المعاملة	α-Pinene	Myrcene	Limonenel	Fenchone	Estragol
0 ك + 20 سم	1.12 e	0.55 b-e	16.26 a-b	6.20 a	73.97 a-b
40 ك - 25 سم	1.09 d-e	0.90 c-e	13.30 b-d	4.28 B	78.10 a-b
80 ك - 30 سم	1.59 d-e	1.09 Ef	14.88 g	4.37 B	73.98 a-b
120 ك - 35 سم	1.56 c	0.72 c-d	14.67 d	5.55 b-d	74.90 a-b

*القيم التي تحمل حرف هجائية متشابهة في كل مجموعة من المتوسطات لا تختلف عن بعضها معنوياً حسب اختبار Duncan عند مستوى معنوية 0.05.

ينت الدراسة التي قام بها Ahmed et al (2019) باستخدام جهاز GCMS على الزيوت العطرية لنبات الشمري المصري والصيني احتواء زيت الشمر المصري على 27 مركب أهمها Estragole و Limonene و Fenchone بنسبة 51.04% و 11.45% و 8.19% على التوالي بينما زيت الشمر الصيني اختواء على 30 مركب أهمها Trans anethole (54.26%) و Estragole (20.25%) و Fenchone (7.36%) و Limonene (2.41%).

الخاتمة:

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير مستويات مختلفة من التسميد بالفوسفور ومسافات الزراعة في نمو وكمية الزيت العطري لثمار نبات الشمر (Foeniculum vulgare Mill.) أظهرت نتائج هذه الدراسة أن للتسميد بالفوسفور ومسافات الزراعة دورًا معنويًا ومتكاملًا في التأثير على كمية الزيت الطيار في ثمار نبات الشمر. فقد أسهمت المستويات المناسبة من الفوسفور في تحسين كفاءة العمليات الفسيولوجية للنبات، مما انعكس إيجابًا على زيادة تراكم الزيت الطيار في الثمار. كما بينت النتائج أن اختلاف مسافات الزراعة يؤثر في نمو النبات واستجابته للتسميد، وهو ما ينعكس بدوره على إنتاجية الزيت الطيار.

وتشير الدراسة إلى أن التداخل بين مستويات التسميد الفوسفاتي ومسافات الزراعة يمكن أن يُستثمر لتحقيق أفضل مردود من الزيت الطيار، من خلال اختيار المسافة الزراعية الأنسب مع المستوى الأمثل من الفوسفور. وبناءً على ذلك، توصي هذه الدراسة باعتماد برامج تسميد فوسفاتي مدروسة تراعي طبيعة مسافة الزراعة المستخدم، بهدف تحسين جودة وإنتاجية الزيت الطيار في ثمار الشمر، مع فتح المجال لإجراء دراسات مستقبلية تتناول تأثير عناصر غذائية أخرى أو ظروف بيئية مختلفة على المحتوى الكيميائي للنبات.

المراجع:

1. أبوزيد، ش، ن .1993. النباتات الطبية ومنتجاتها الزراعية والدوائية. الطبعة الثانية، الدار العربية للنشر والتوزيع.
2. حسين، ف، ط، ق. 1981. النباتات الطبية زراعتها ومكوناتها. دار المريخ للنشر، الرياض المملكة العربية السعودية.
3. A.O.A.C 1980. Association of Official Methods of Analysis. 13thed.Benja-min Franklin Station, Washington.4, D.C.P.O. Box.450, P. 832.

4. Ahmed, A.F.; Shi, M.; Liu, C. and Kang, W.Y. 2019. Comparative analysis of antioxidant activities of essential oils and extracts of fennel (Foeniculum vulgare Mill) seeds from Egypt and China, Food Sci. Hum. Wellness 8: 67–72.
5. Abd-Elhafeez; E. M. A; E.M.A., Bolbol R. R; Salah H.M. A. and Mohamed R.A. R. 2023. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Anise and Fennel Essential Oils. Assiut J. Agri Sci. 54 (2) (127-140)
6. Abdou, M.A.H; A. A. EL. Sayed; F. S. Badran and R.M.S. EL-Deen.2004. Effect of planting density and chemical and biofertilization on vegetative growth, yield and chemical composition of fennel (Foeniculum vulgore):ll effect of NPK chemical fertilization and biofertilization treatments .Ann. Agric. Sci. Moshtohor. 42(4):1923-1937.
7. Afaq, S. H.2000.Fertilizer requirement for the cultivation of Anethum sowa and Foeniculum vulgare. J. Med. Arom. plant Sci. 22(1B):521-524.
8. Akbar, S. 2018. Fennel (Foeniculum Vulare Mill): A common spice with unique medicinal properties. Review article. Annals of Complementary and Alternative Medicine. 1(1): 1-10.
9. Falzari. LM; R.C. Menary and V.A. Dragar.2005. Reducing fennel stand density increases pollen production, improving potential for pollination and subsequent oil yield. Hortscience. 40(3):629-634.
10. Garg, V. K :P. K. Singh and R.S. Katiyar.2004. Yield, mineral composition and quality of coriander (Coriandrum Sativem) and fennel. (Foeniculum vulgare) grown in sodic soil. Ind. J. Aric. Sci.74(2):221-223.
11. Kartapradia, R. 1998. Effect of row spacing on the growth and yield of carroots. Buletin penelitian Horticulture,17(3):1-6.(c.a. CAB. Abst.).
12. Khan, M.M. A: Z.M. Azam and A. Samiullah. 1999. Changes in the essential oil constituents of fennel (Foeniculum vulgare) as influenced by soil and foliarlevels of N and P .Canada . J. plant Sci;79(4):587-591.
13. Khammassi, M.; Loupassaki, S.; Tazarki, H.; Mezni, F.; Slama, A.; Tlili, N. and Khaldi, A. (2018). Variation in essential oil composition and biological activities of Foeniculum vulgare Mill. Populations growing widely in Tunisia. Journal of Food Biochemistry, 42(3): e12532.
14. Malhotra S.K. and. B.B. Vashishtha.2007. Response of Indian dill (Anethum sowa) and European dill (Anethum graveolens) varieties to different agro-techniques Ind. J. Agric.Sci;77(8):519-522.
15. Marks, S. J; B.S. Vyakarana; M. Shekhargouda and M.S. Patil.2005 Influence of fertilizer and spacing on seed quality and its attributes in ajwen. Karnataka J. Agric. Sci. 18(4):1099-1101.
16. Marscher, H.1995. Mineral nutrition in higher plants. Second ed. Academic press, Harcouy. Brace Jovanovish publisher, London.
17. Menarila, B.L; and P. L. Paliwal. 2007. Quality of fennel as influenced by plant density, fertilization and plant growth regulators. Indi. J. Plant Phy. 12(1):57-62.
18. Pandy, S. T; L. D. Bisht; A. K. Gaur; Rajesh-Kumar; Sarnam-Singh and Kishor-Chilana. 2007. Impact of various national packages on seed and oil yield of European dill (Anethum gravolens) in subtropical belt of Uttara khand. pantnagar - J.Res;5(2):41-43.
19. Sukhadia, H. L; M.P. Singha; D. D. Malavia; B. B. Kaneria and J.C. Patel.1986. Response of coriander of planting patterns and seed rates. Lnd. J. Agron.,31(3)296-297.
20. Vogel, G.1987.Effect of successive planting and varied spacing on the yield of Florence fennel (Foeniculum vulgare). Archiv Fur Gartenbau 35(1)1-11.

21. Vrzalova, J; B. Kocourkova and J. Stavkova. 1990.The response of cultivars of fennel (Foeniculum vulgare) to rowspacing. Sbornik UVTIZ.Zahraddnictvi15(2)101-106.