Plant Prod., 2024, 47(3), 441-454
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/ppd.2024.44762.2122
Received: 12 September 2023
Accepted: 30 June 2024

Plant Productions

Research Article

Effect of selenium, silicon and zeolite on yield and yield components and percentage of essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller.) in Khosrowshahr region

Jalil Shafagh-Kolvanagh[1*], Mohammad Bagher Tajkhalili[2], Ahmad Bybordi[3], Mina Amani[4]

1. Professor, Department of Plant Ecophysiology, Department of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2. MSc of Crop ecology, Department of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
3. Assistant Professor, Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Department of Agricultural Research, Khosroshahr, Iran.
4. Ph.D. Student of the Physiology of Production and Post-harvest of Horticultural Plants, Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Citation: Shafagh-Kolvanagh, J., Tajkhalili, M.B, Bybordi, A., Amani, M. (2024). Effect of selenium, silicon and zeolite on yield and yield components and percentage of essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller.) in Khosrowshahr region. *Plant Productions*, 47(3),441-454.

Abstract

Introduction

Studies have shown that the use of some compounds whose importance is often neglected by researchers and farmers can have a significant effect on the growth and yield of plants and increase the amount of essential oil production in medicinal plants. Therefore, this research was conducted with the aim of investigating the effects of Selenium and Silicon foliar application and zeolite soil application on the yield and components of seed yield and the percentage and yield essential oil of Fennel (*Foeniculum vulgare* Miller.).

Materials and methods

This experiment was carried out in the form of a split split plot (twice chopped) based on a randomized complete block design with three replications at the Khosrowshahr Agricultural and Natural Resources Research Center in the 2019 crop year. The first factor included foliar spraying of calcium (zero and 4 gr/L) and the second factor included foliar spraying of selenium (zero and 4 gr/L) in the main and secondary plots, respectively, and the third factor was the application of zeolite (zero, 5 and 10 tons/ha) were placed in sub-sub-plots. In the full ripening stage, plants were harvested from one square meter of each plot and the dry matter of the whole

* **Corresponding Author:** Jalil Shafagh-Kolvanagh
E-mail: shafagh.jalil@gmail.com

© 2024 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

plant, number of seeds per umbels, number of seeds per plant, 1000-seed weight, seed yield, percentage and essential oil yield were measured.

Results and Discussion

The results showed that the seed yield increased with the application of these treatments, which resulted in an increase in the yield of fennel essential oil per unit area. Based on the results of the average data comparison, the use of all three compounds of zeolite, selenium and silicon caused a significant increase in the yield of fennel essential oil and increased this attribute by 24, 23.1, and 22.5 percent, respectively. Silicon and selenium increased the yield of essential oil by increasing the seed yield. In addition, zeolite had a positive effect on seed yield through the number of seeds, while silicon and selenium increased both characteristics of yield components, including 1000-seed weight and number of seeds.

Conclusion

Finally, the yield of fennel essential oil was affected by the use of zeolite, selenium and silicon. In most cases, all three compounds were effective on the evaluated traits, and therefore, it can be concluded that these three compounds were effective in increasing the yield and yield components of fennel with different mechanisms. Therefore, it can be concluded that these three compounds work through different mechanisms to enhance the yield and quality of fennel essential oil, positioning them as effective tools in sustainable agriculture and the optimization of medicinal plant production.

Keywords: 1000-seed weight, Foliar application, Seed yield, Total dry matter.

تولیدات گیاهی، ۱٤۰۳، ٤۷(۳)، ٤٤۱ -٤٥٤
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/ppd.2024.44762.2122
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰

تولیدات گیاهی
مقاله پژوهشی

تأثیر سلنیوم، سلسیوم و زئولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد و درصد اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Miller.) در منطقه خسروشهر

جلیل شفق کلوانق[۱*]، محمدباقر تاج خلیلی[۲]، احمد بابیوردی[۳]، مینا امانی[٤]

۱- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، گرایش اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
۲- کارشناسی ارشد اکولوژی گیاهان زراعی، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
۳- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، خسروشهر، ایران.
۴- دانشجوی دکتری فیزیولوژی تولید و پس از برداشت گیاهان باغی، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

چکیده

بررسی‌ها نشان داده است که کاربرد بعضی از ترکیباتی که اغلب توسط محققان و کشاورزان اهمیت آن نادیده گرفته شده، می‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر رشد و عملکرد گیاهان داشته باشد و در گیاهان دارویی بر میزان تولید اسانس بیفزاید. لذا این تحقیق با هدف بررسی اثرات محلول‌پاشی سلنیوم و سلسیوم و زئولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و درصد و عملکرد اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Miller.) انجام شد. این آزمایش به‌صورت اسپلیت اسپلیت پلات (دوبار خرد شده) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خسروشهر در سال زراعی ۱۳۹۹ اجرا گردید. فاکتور اول شامل محلول‌پاشی سلسیوم (صفر و ٤ گرم در لیتر) و فاکتور دوم محلول‌پاشی سلنیوم (صفر و ٤ گرم در لیتر) به‌ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی و فاکتور سوم شامل کاربرد زئولیت (صفر، ٥ و ۱۰ تن در هکتار) در کرت‌های فرعی فرعی قرار داده شدند. در مرحله رسیدگی کامل، ٥ بوته از یک مترمربع هر کرت برداشت گردید و ماده خشک کل بوته، تعداد دانه در چتر، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه با کاربرد این تیمارها افزایش یافت که نتیجه آن افزایش عملکرد اسانس رازیانه در واحد سطح بود. براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها، کاربرد هر سه ترکیب زئولیت، سلسیوم و سلنیوم افزایش معنی‌داری را در عملکرد اسانس رازیانه باعث شد و این صفت را به‌ترتیب به‌میزان ۲٤، ۲۳/۱ و ۲۲/٥ درصد افزایش داد. سلسیوم و سلنیوم با افزایش عملکرد دانه تولیدی، عملکرد اسانس را افزایش داد. علاوه بر آن زئولیت از طریق تعداد دانه، بر عملکرد دانه اثر مثبت داشت، درحالی‌که سلسیوم و سلنیوم، هر دو ویژگی اجزای عملکرد شامل وزن هزاردانه و تعداد دانه را افزایش داد. درنهایت افزایش محصول اسانس رازیانه تحت تأثیر کاربرد

* **نویسنده مسئول:** جلیل شفق کلوانق
رایانامه: shafagh.jalil@gmail.com

زئولیت، سلسیوم و سلنیوم قرار گرفت. در اغلب موارد هر سه ترکیب بر صفات ارزیابی شده مؤثر بود و لذا می‌توان این گونه نتیجه‌گیری کرد که این سه ترکیب با مکانیسم‌های مختلف بر افزایش عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه مؤثر بودند.

کلید واژه ها: عملکرد دانه، ماده خشک کل، محلول‌پاشی، وزن هزاردانه.

مقدمه

امروزه گیاهان دارویی از گیاهان مهم اقتصادی هستند که به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن صنعتی مورداستفاده و بهره‌برداری قرار می‌گیرند. گیاه درمانی و اعلام ممنوعیت سازمان بهداشت جهانی مبنی بر عدم استفاده از رنگ‌ها و اسانس‌های مصنوعی و عوارض جانبی داروهای مصنوعی در سال‌های اخیر باعث رونق کشت و صنعت گیاهان دارویی شده است. رازیانه (*Foeniculum vulgare* Miller.) متعلق به تیره چتریان (Apiaceae) از مهمترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی است. این گیاه در زمان‌های قدیم توسط مصریان به مصرف می‌رسید و به‌عنوان گیاهی یک، دو یا چندساله، که بستگی به رقم و شرایط آب و هوایی منطقه مورد زراعت آن دارد، کشت می‌شود (Lo Cantore *et al.*, 2004).

سلنیوم یک عنصر مهم در ارتباط با افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهان می‌باشد. این عنصر در غلظت‌های پایین به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند و رشد گیاه را افزایش می‌دهد، ولی در سطوح بالاتر، بازده گیاه را کاهش می‌دهد (Murphy *et al.*, 2014). سلنیوم به‌عنوان یک عنصر ضروری برای گیاه محسوب نمی‌شود، ولی وجود آن موجب اثرات مثبت در تولید گیاه می‌گردد. این عنصر در فرآیند تأخیر پیری می‌تواند از طریق افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون‌پراکسیداز نیز عمل کند (Chen *et al.*, 2014; Abedini *et al.*, 2020). سلنیوم می‌تواند وضعیت آب گیاه را در شرایط نامناسب کمبود آب تنظیم کند و به این وسیله نقش حفاظتی در گیاه ایفاء کند. در واقع سلنیوم با افزایش جذب آب از ریشه‌ها و کاهش هدر رفت آب از بافت‌ها به تنظیم وضعیت آب در گیاهان کمک می‌کند (Kapolna *et al.*, 2013). در گیاه بادرشبویه کاربرد سلنیوم موجب افزایش عملکرد اسانس گردید (Daneshvar Rad *et al.*, 2019). Boghdady *et al*. (2017) تأثیر محلول‌پاشی سلنیوم را در باقلا بررسی نمودند. این محققین مشاهده نمودند که محلول‌پاشی سلنیوم افزایش معنی‌داری را در خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد و رنگدانه‌های فتوسنتزی این گیاه باعث شد.

سلسیوم (به فرانسوی: Silicium) یا سیلیکون (به انگلیسی: Silicon) به‌عنوان دومین عنصر فراوان در سطح کره زمین شناخته شده است. سلسیوم اثرات مفیدی بر رشد و عملکرد گیاهان دارد. مصرف سلسیوم از دو طریق بر رشد و نمو گیاه اثر می‌گذارد: ۱) بهبود تغذیه سلسیوم موجب تقویت سیستم حفاظتی گیاه در برابر بیماری‌ها، حمله حشرات و شرایط نامساعد محیطی می‌شود. ۲) تیمار کردن خاک با سلسیوم از نظر ژئوشیمیایی سبب بهبود وضعیت آب در خاک شده و قابلیت دسترسی گیاه به عناصرغذایی را افزایش می‌دهد (Zare *et al.*, 2013).

زئولیت از کلمه یونانی Zeolitose به معنای سنگ‌های جوشان در گروه کانی‌های ثانویه قرار می‌گیرد. زئولیت در طبیعت دارای منابع نسبتاً زیادی است. زئولیت‌ها به‌عنوان جاذب و کاتالیزور نیز استفاده می‌شوند. این مواد به‌دلیل ساختار منافذ مشخص و اسیدیته قابل تنظیم در طیف گسترده‌ای از واکنش‌ها بسیار فعال عمل می‌کنند. اخیراً از زئولیت به‌عنوان اصلاح‌کننده خاک برای افزایش نفوذ باران به خاک و افزایش ظرفیت نفوذ آب در خاک استفاده می‌شود (Khashei Siuki and Ahmadee, 2016; Nazari *et al.*, 2014). استفاده از زئولیت سبب پایداری خاک شده و اسیدیته خاک را کنترل می‌کند.

همچنین بخشی از کانی‌های پتاس و فسفر که پایدار و قابل جذب گیاه نیستند، توسط زئولیت که توانایی تبادل یونی دارد، جذب شده و بخشی از مواد مفید را برای گیاه قابل جذب می‌نماید، درنتیجه باعث افزایش حاصلخیزی خاک‌های زراعی و باغی ضعیف می‌گردد (Alfi and Cairo *et al*. (2017 .Azizi, 2015) نشان دادند که کاربرد زئولیت افزایش معنی‌داری را در عملکرد نیشکر باعث گردید. علاوه بر آن خصوصیات کیفی نیشکر با کاربرد زئولیت بهبود یافت. Ansari *et al*. (2018) نشان دادند که محلول‌پاشی عناصر غذایی کم‌مصرف باعث بهبود عملکرد در گیاه رازیانه شد. در مطالعه‌ای دیگر تأثیر محلول‌پاشی کلات روی در کشت و کار رازیانه جهت بهبود خصوصیات عملکردی و محتوای اسانس رازیانه مفیدتر بود (Moradi *et al*., 2020). در تحقیقی روی گیاه صبر زرد، زئولیت نقش مؤثری در بهبود رشد رویشی و افزایش متابولیت‌های ثانویه گیاه داشت (Yari *et al*., 2013). در مطالعه‌ای به منظور کاربرد زئولیت روی گیاه داروی بادرشبی، نتیجه گرفتند که مصرف ۲۵ گرم زئولیت در ۱۲ کیلوگرم خاک بالاترین عملکرد و اسانس در گیاه به دست آمد (Gholizadeh *et al*., 2010).

باتوجه‌به اینکه محلول‌پاشی عناصرغذایی اثرات مثبتی بر گیاهان زراعی و دارویی دارد، در این پژوهش سعی می‌شود اثرات محلول‌پاشی عناصر سلسیوم و سلنیوم بر گیاه رازیانه تحت جاذب زئولیت بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد و درصد و عملکرد اسانس رازیانه مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۹ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خسروشهر اجرا گردید. این محل دارای طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۴۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه با ارتفاع ۱۳۴۹ متر از سطح دریای آزاد است. برای تجزیه خاک محل اجرای طرح، یک نمونه خاک از مزرعه از اعماق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید. پس از تجزیه، وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک به شرح زیر تعیین شد (جدول ۱).

طرح آزمایشی

این بررسی به‌صورت اسپلیت اسپلیت پلات (دوبار خرد شده)، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل محلول‌پاشی سلسیوم (صفر و ۴ گرم در لیتر) و فاکتور دوم محلول‌پاشی سلنیوم (صفر و ۴ گرم در لیتر) به‌ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی و فاکتور سوم شامل کاربرد زئولیت (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) در کرت‌های فرعی فرعی قرار داده شدند. این آزمایش در سه تکرار انجام گردید و هر تکرار شامل ۱۲ کرت به ابعاد یک متر در ۱/۵ متر بود. طرح در زمینی متشکل از ۳۶ واحد آزمایشی اجرا شد که در هر کرت ۴ ردیف کاشت به‌صورت جوی و پشته با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر ایجاد شده و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها ۱۰ سانتی‌متر درنظر گرفته شد. بذور در عمق کاشت ۲-۱ سانتی‌متر کاشته شدند. فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۷۰ سانتی‌متر و فاصله تکرارها از یکدیگر یک متر درنظر گرفته شد. تراکم کاشت ۵۰ بوته در مترمربع درنظر گرفته شد.

Table 1. Result of soil analysis test

Soil texture	Clay	Silt	Sand	Absorbable potassium (mg/kg)	Absorbable phosphorus (mg/kg)	Total nitrogen %	Organic Carbon (%)	Saturation percentage SP%	pH	Ec (dS/m)
سیلت لومی	13%	50%	37%	304	61	0.12	1.29	47	8.17	5

کاشت

در پاییز ۱۳۹۹ در زمین موردنظر برای اجرای آزمایش یک شخم زده شد و در اواخر فروردین، قبل از کاشت یک شخم سطحی و دیسک زده شد. کاشت در داغ آب پشته‌ها، در اردیبهشت ماه انجام شد. اولین آبیاری پس از کاشت انجام گرفت. نیاز غذایی گیاه براساس آزمایش تجزیه خاک و توصیه کودی تعیین شد. بر اساس آزمایش تجزیه خاک از مصرف کودهای فسفر و پتاس اجتناب گردید، ولی در مرحله شش برگی مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌صورت اوره داده شده است. در طی دوره رشد رازیانه علف‌های هرز به‌طور مرتب به‌صورت دستی وجین گردید.

نحوه اعمال تیمارها

بذور رازیانه بومی همدان از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. سلسیوم و سلنیوم به‌صورت محلول-پاشی (با غلظت‌های صفر و ۴ گرم در لیتر) در مرحله ۵ برگی و زئولیت پتاسیمی (زئولیت یک ماده معدنی است که حاوی عناصر مفید مثل پتاسیم، کلسیم، سیلیس، فسفر، روی، منگنز، مس و گوگرد است و زئولیت پتاسیمی درصورتی که دارای کیفیت موردنظر باشد، بهترین ماده برای فراوری کود حیوانی با سرعت بالا و در کمتر از ۳۰ روز می‌باشد. میزان پتاسیم موجود در زئولیت معادل ۵ درصد وزن زئولیت است که به تأمین پتاسیم موردنیاز کمک می‌کند) به‌صورت مخلوط با خاک (به میزان صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) قبل از کاشت با خاک مخلوط گردید.

برداشت

در این بررسی بعد از رسیدگی دانه‌های رازیانه، با حذف حاشیه کرت‌ها، ۵ بوته از ردیف‌های میانی کرت به‌طور تصادفی انتخاب شد. تعداد چتر در ۵ بوته انتخابی از هر کرت شمارش شد و درنهایت میانگین تعداد چتر در ۵ بوته به‌دست آمد. برای اندازه‌گیری میانگین تعداد دانه در بوته، دانه‌های پنج بوته انتخابی از هر کرت جدا شده و شمارش گردید. عدد به‌دست آمده بر ۵ تقسیم شد تا میانگین تعداد دانه در بوته به‌دست آید. با تقسیم میانگین تعداد دانه در بوته بر میانگین تعداد چتر در بوته، میانگین تعداد دانه در چتر به‌دست آمد.

وزن هزاردانه: از دانه‌های پنج بوته، پنج نمونه ۱۰۰۰ تایی دانه به تصادف انتخاب و وزن هزاردانه توزین گردید. میانگین وزن ۱۰۰۰ دانه پنج بوته در محاسبات آماری مورد استفاده قرار گرفت.

عملکرد دانه

در زمان برداشت نهایی پس از حذف اثر حاشیه‌ای، چترهای ۵۰ بوته موجود در وسط هر کرت برداشت و پس از جداکردن دانه‌ها، وزن دانه‌های حاصله به‌عنوان عملکرد دانه در واحد سطح ثبت گردید.

درصد اسانس

پس از برداشت، دانه‌ها در هوای آزاد تحت دمای اتاق قرار داده شدند تا همگی به‌طور یکنواخت هواخشک شوند. ۳۰ گرم نمونه‌های بذر خرد گردیده و با دستگاه رطوبت‌سنج درصد رطوبت آن‌ها اندازه‌گیری شد. در بالن یک لیتری ریخته شد و به حجم یک سوم بالن آب مقطر اضافه شد و در روی هیتر با دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد به نقطه جوش رسید و با استفاده از دستگاه کلونجر (مدل RAYLEIGH شرکت سازنده MERK کشور سازنده بریتانیا) نمونه‌ها اسانس‌گیری شدند. آب و دانه خرد شده در بالن شیشه‌ای، جوشیده و بخار حاصل از آن بعد از عبور از فضای سرد مبرد (داخل کلونجر) متراکم شده و ذرات مایع اسانس روی سطح آب تشکیل گردید. ازآنجایی‌که اسانس سبک‌تر از آب است در محل جمع‌آوری اسانس که حباب شیشه‌ای بالای لوله مدرج در کلونجر می‌باشد، روی سطح آب جمع شد. پس از سرد شدن (حدود ۳۰ دقیقه) و خواندن حجم اسانس، با باز کردن شیر متصل به لوله مدرج ابتدا آب و سپس اسانس خارج گردید.

$$\text{درصد اسانس} = \frac{\text{جرم اسانس}}{\text{وزن دانه}} \times 100$$

عملکرد اسانس

با ضرب درصد اسانس بر عملکرد دانه، عملکرد اسانس به‌دست آمد.

وزن دانه × درصد اسانس = عملکرد اسانس

محاسبات آماری

در ابتدا آزمون نرمال‌بودن باقی‌مانده‌ها و یکنواختی واریانس‌های درون‌تیماری انجام شده و مورد تأیید قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری صفات موردنظر با استفاده از نرم-افزار MSTAT-C انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات موردارزیابی نشان داد که اثر سلسیوم بر صفات تعداد دانه در چتر و ماده خشک کل در سطح احتمال یک درصد و بر صفات عملکرد دانه و عملکرد اسانس در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. همچنین تأثیر سلنیوم بر صفات تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، ماده خشک کل در سطح احتمال یک درصد و بر صفات تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه و اسانس در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. باتوجه‌به نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل سلسیوم و سلنیوم بر تعداد چتر در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین نتایج نشان داد که اثر زئولیت بر صفات تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس در سطح احتمال پنج درصد و بر صفت ماده خشک کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گشت. همچنین اثر متقابل سلنیوم در زئولیت بر صفات ماده خشک کل و وزن هزاردانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود.

Table 2. Variance analysis of measured traits of fennel under the influence of different levels of selenium, silicon and zeolite

S.O.V	df	Mean squares						
		Number of umbels per plant	The number of seeds in the umbels	Number of seeds per plant	The weight of one thousand seeds	Seed yield	Essential oil percentage	Essential oil yield
Block	2	4.77	1.55	9.13	0.09	40904	0.06	62.68
Silicon (a)	1	442.4	17.64**	9	0.75	431167*	0.08	1312*
Block*a	2	62.92	0.001	8.86	0.06	11713	0.03	60.35
Selenium (b)	1	469.44**	22.4**	67.24*	0.69	669505*	0.05	1866*
a*b	1	85.25**	0.004	0.32	0.01	7327	0.001	15.47
Block*b(a)	4	0.98	0.47	5.67	0.1	64986	0.02	128.89
Zeolite (c)	2	36.75	2.47	25.83*	0.31*	278942*	0.04*	797.13**
a*c	2	35.33	1.05	0.28	0.008	18891	0.001	45.86
b*c	2	41.83	1.74	4.16	0.33*	15562	0.022	4654
a*b*c	2	63.56	0.02	1.25	0.03	7665	0.02	8.92
Error	16	29.51	1.74	7.09	0.07	46719	0.009	127.68
C.V(٪)	-	11.66	12.68	12.27	17.17	14.99	1.94	15.86

ns, ** and *: non-significant, significant at $p\leq0.01$ and $p\leq0.05$, respectively

تعداد چتر در بوته

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که کاربرد زئولیت و سلنیوم اثر معنی‌داری بر تعداد چتر در بوته رازیانه داشت، ولی کاربرد سلسیوم تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۲). در این مطالعه کاربرد سلنیوم اثر افزایش معنی‌داری بر تعداد چتر در بوته رازیانه داشت، در تیمار کاربرد سلنیوم تعداد چتر در بوته با میانگین ۱۲/۳ بود که در مقایسه با عدم کاربرد آن به میزان ۱۵/۷ بیشتر بود (شکل ۱-a). تیمار ۱۰ تن در هکتار زئولیت اثر افزایشی معنی‌داری بر تعداد چتر در بوته رازیانه داشت. در تیمار ۱۰ تن در هکتار زئولیت تعداد چتر در بوته ۱۲/۶ بود که در مقایسه با عدم کاربرد زئولیت به میزان ۱۸ درصد بیشتر بود (شکل ۱-b). Dasgan *et al.* (2016)(نیز نشان دادند که تولید گل در گیاه بادمجان با محلول‌پاشی سلنیوم افزایش می‌یابد. Fotouhi Ghazvini *et al.* (2007)(تأثیر کاربرد زئولیت را در توت فرنگی بررسی نموده و مشاهده نمودند که کاربرد زئولیت افزایش معنی‌داری را در تعداد گل تولیدی در بوته‌های توت فرنگی دارد. این محققین افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی با کاربرد زئولیت را دلیل اصلی افزایش تولید گل عنوان نمودند. برخلاف نتایج این آزمایش محققان تأثیر سیلیکون بر خصوصیات مورفولوژیکی و رشدی گل ژربرا را در شرایط گلخانه بررسی نمودند و اثرات مثبت کاربرد سیلیکون را گزارش کردند (Kamenidou *et al.*, 2010).

تعداد دانه در چتر

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر متقابل کاربرد سلنیوم همراه با زئولیت تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در چتر داشت، ولی کاربرد سلسیوم تأثیری بر این صفت نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در چتر تحت تأثیر برهم‌کنش کاربرد سلنیوم در زئولیت نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد دانه در چتر رازیانه به‌ترتیب مربوط به تیمار سلنیوم و عدم کاربرد سلنیوم و زئولیت بود. اثر ساده زئولیت، تعداد دانه در چتر رازیانه را به‌میزان ۸/۹ درصد افزایش داد. پس از این تیمار، بیشترین تعداد دانه در چتر در تیمار کاربرد ۱۰ تن در هکتار زئولیت به‌تنهایی، کاربرد ۱۰ و ۵ تن در هکتار زئولیت تحت تأثیر کاربرد سلنیوم حاصل شد. این تیمارها تعداد دانه در چتر رازیانه را به‌ترتیب به میزان ۶/۵، ۷/۳ و ۴/۶۸ درصد افزایش داد (شکل ۲). Zahedi *et al.* 2011)(در کلزا نشان دادند که کاربرد زئولیت نیز باعث افزایش تولید دانه در این گیاه می‌شود. در مطالعه‌ای نشان داده شد که محلول‌پاشی با عناصر غذایی کم‌مصرف باعث بهبود عملکرد در گیاه رازیانه شد (Ansari *et al.*, 2018). در مطالعه‌ای دیگر توسط Moradi *et al.*, (2020) نشان داده شد که تأثیر محلول‌پاشی کلات روی در کشت و کار رازیانه باعث افزایش عملکرد محصول رازیانه شد.

تعداد دانه در بوته

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات، اثرهای اصلی زئولیت، سلنیوم و سلسیوم در صفت تعداد دانه در بوته رازیانه معنی‌دار بود، ولی اثرات متقابل تیمارهای مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۲). کاربرد سلنیوم افزایش معنی‌داری را در تعداد دانه در بوته رازیانه باعث شد. با کاربرد سلنیوم تعداد دانه در بوته رازیانه تا ۱۶۲۳ عدد افزایش یافت که در مقایسه با عدم کاربرد این کود به میزان ۱۹/۱ درصد بیشتر بود (شکل ۳-a). همچنین کاربرد سلسیوم اثر افزایشی معنی‌داری بر تعداد دانه در بوته رازیانه داشت. در تیمار کاربرد سلسیوم تعداد دانه در بوته حدود ۱۵۹۶ عدد بود که در مقایسه با عدم کاربرد سلسیوم به میزان ۱۴/۸ درصد بیشتر بود (شکل ۳-b). در این بررسی تیمار کاربرد ۵ تن در هکتار زئولیت تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در بوته رازیانه نداشت، ولی تیمار کاربرد ۱۰ تن در هکتار زئولیت اثر افزایش معنی‌داری بر تعداد دانه در بوته رازیانه داشت. در تیمار کاربرد ۱۰ تن در هکتار زئولیت تعداد دانه در بوته رازیانه ۱۶۷۰ عدد بود که در مقایسه با عدم کاربرد زئولیت به میزان ۲۰/۴ درصد بیشتر بود (شکل ۳-c).

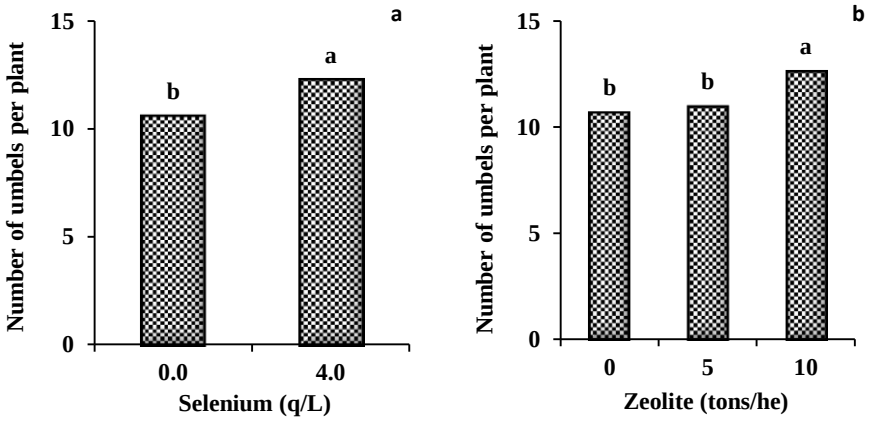

Figure 1. Comparison of the average number of umbels in a fennel plant under the influence of selenium (a) and zeolite (b) treatment

Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

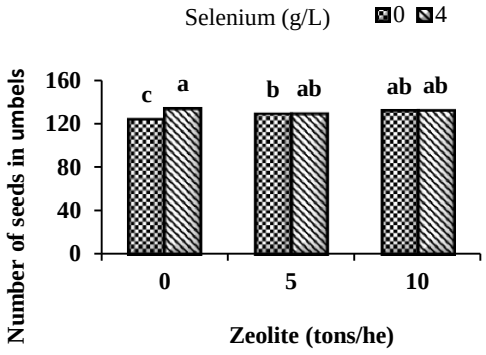

Figure 2. Comparison of the average interaction effect of zeolite on selenium number of seeds per umbels in fennel

Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

وزن هزاردانه

در این مطالعه وزن هزاردانه رازیانه تحت تأثیر کاربرد زئولیت قرار نگرفت، ولی کاربرد سلسیوم و سلنیوم اثر معنی‌داری بر وزن هزاردانه رازیانه داشت (جدول ۲). وزن هزاردانه رازیانه با کاربرد سلنیوم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. وزن هزاردانه رازیانه در تیمار کاربرد سلنیوم ۴/۹ گرم بود که در مقایسه با عدم کاربرد آن به میزان ۱/۵ درصد بیشتر بود (شکل ۴-a). در این بررسی کاربرد سلسیوم اثر افزایشی معنی‌داری را بر روی وزن هزاردانه رازیانه داشت. در تیمار کاربرد سلسیوم وزن هزاردانه رازیانه ۴/۹ گرم بود که درمقایسه با عدم کاربرد آن به میزان ۱/۵ درصد بیشتر بود (شکل ۴-b). Boghdady *et al.* (2017) تأثیر محلول‌پاشی سلنیوم را بر رشد و عملکرد باقلا بررسی نمودند. این محققین مشاهده نمودند که محلول‌پاشی سلنیوم افزایش معنی‌داری را در وزن هزاردانه باقلا باعث شد. با محلول-پاشی سلسیوم در مرحله گلدهی قدرت مخزنی دانه‌ها به دلیل تغییرات هورمونی افزایش می‌یابد و درنتیجه میزان اسمیلات‌های انتقالی به دانه‌ها افزایش یافته و وزن دانه می‌تواند افزایش یابد (Meena *et al.*, 2014).

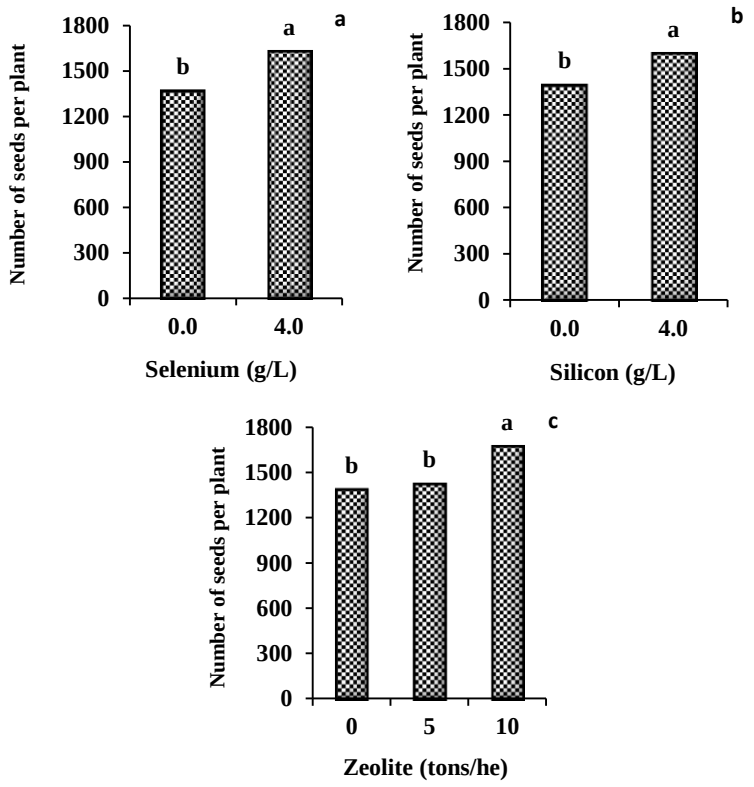

Figure 3. Comparison of the average number of seeds in a fennel plant treated with selenium (a), silicon (b) and zeolite application (c)
Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

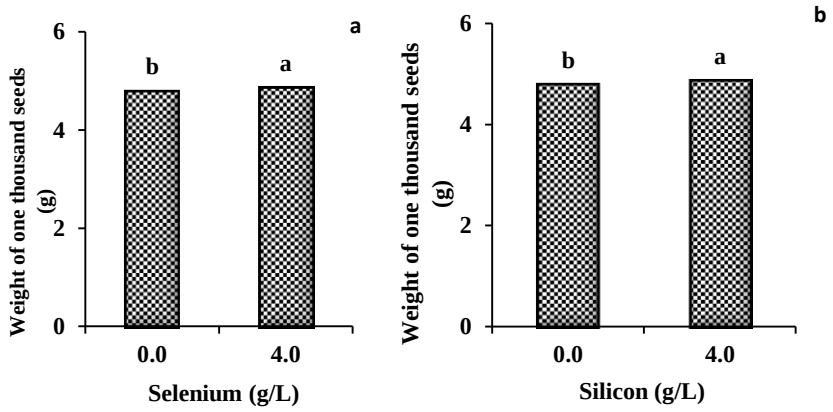

Figure 4. Comparison of the average weight of fennel seeds treated with selenium (a) and silicon (b)
Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

عملکرد دانه

اثرهای اصلی کاربرد زئولیت، سلسیوم و سلنیوم بر عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری مؤثر بود، ولی اثرهای متقابل تیمارها بر این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲). عملکرد دانه رازیانه تحت تأثیر مثبت محلول‌پاشی سلنیوم قرار گرفت. عملکرد دانه رازیانه تحت تیمار گیاهان با سلنیوم به میزان ۲۷۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به گیاهان شاهد افزایش نشان داد که معادل ۲۰/۹ درصد افزایش در این صفت بود (شکل ۵-a). استفاده از سلسیوم در این مطالعه اثر افزایشی معنی‌داری بر عملکرد دانه رازیانه اعمال کرد. عملکرد دانه رازیانه تحت

استعمال سلسیوم ۱۵۵۱ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به عدم کاربرد سلسیوم حدود ۱۶/۴ درصد بیشتر بود (شکل ۵-b). در این تحقیق بین گیاهان شاهد و کاربرد ۵ تن در هکتار زئولیت از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، ولی با مصرف ۱۰ تن در هکتار زئولیت عملکرد دانه بیشتری درمقایسه با گیاهان شاهد به‌دست آمد. در تیمار گیاهان با سطح ۱۰ تن در هکتار زئولیت عملکرد دانه ۱۶۱۶ کیلوگرم در هکتار ثبت گردید که درمقایسه با گیاهان شاهد به میزان ۲۱/۵ درصد بیشتر بود (شکل ۵-c). Boghdady *et al*. (2017) تأثیر محلول‌پاشی سلنیوم را بر رشد و عملکرد باقلا مثبت ارزیابی کردند، به‌طوری‌که محلول‌پاشی سلنیوم افزایش معنی‌داری را در عملکرد دانه این گیاه باعث شد. Zahedi *et al*. (2011) طی مطالعه‌ای، دریافتند که عملکرد دانه کلزا با استفاده از محلول‌پاشی سلنیوم و خاک مصرف زئولیت افزایش یافته است. همچنین در گیاه دارویی نعناع کاربرد زئولیت موجب عملکرد شد (Ghanbari & Ariafar, 2013). مصرف سلسیوم موجب تحریک رشد جوانه‌های جانبی، افزایش تعداد خورجین در بوته و درنهایت افزایش عملکرد دانه می‌گردد (Verma *et al*., 2020). تأثیر کاربرد زئولیت و سلنیوم را بر رشد و عملکرد ارقام کلزا بررسی نموده و مشاهده نمودند که محلول‌پاشی سلنیوم و زئولیت اثر مثبتی بر ماده خشک کل این گیاه داشت. در مطالعه‌ای دیگر، کاربرد زئولیت میزان عملکرد را در گیاه دارویی بادرشبی افزایش داد (Gholizadeh *et al*., 2010). Kheiry *et al*. (2016) عنوان کردند که مصرف زئولیت در خاک توانسته است با تأمین بخشی از عناصر غذایی موردنیاز گیاه باعث افزایش رشد و عملکرد گردد. نتایج مطالعه‌ای نشان داد که عملکرد اسفناج تحت تأثیر سلنیوم قرار نمی‌گیرد (Ferrarese *et al*., 2012).

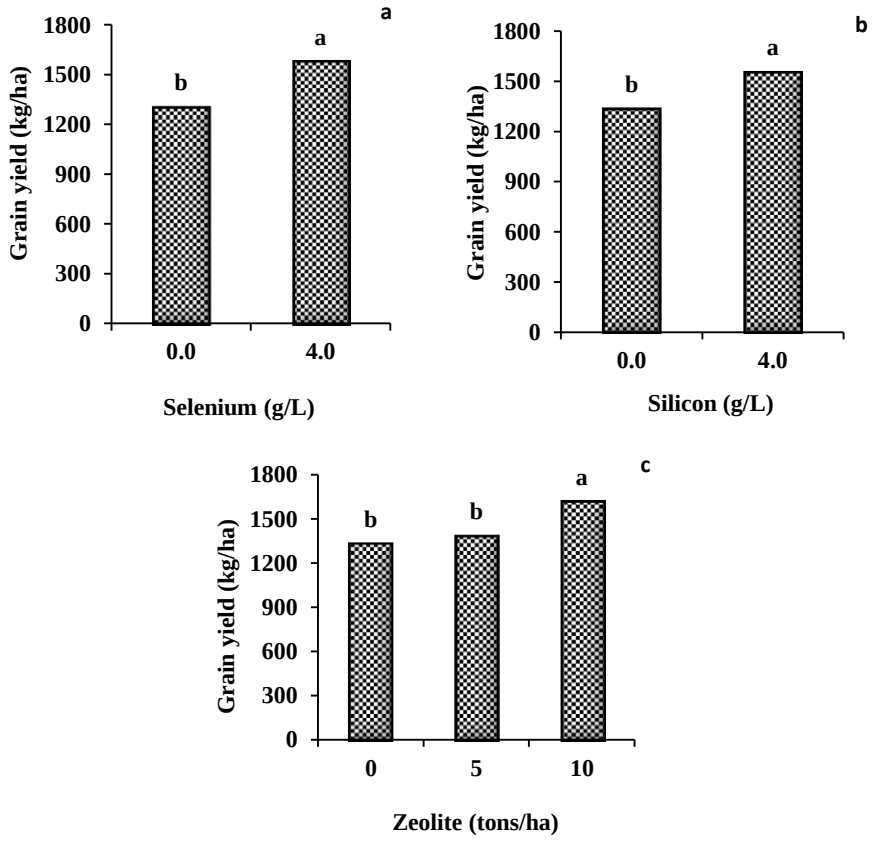

Figure 5. Comparison of the average yield of fennel seeds treated with selenium (a), silicon (b) and zeolite application (c)

Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

درصد و عملکرد اسانس

طبق جدول تجزیه واریانس داده‌ها کاربرد سلسیوم و سلنیوم تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس بوته‌های رازیانه نداشت، ولی درصد اسانس تحت تأثیر معنی‌دار زئولیت قرار گرفت (جدول ۲). عملکرد اسانس رازیانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد زئولیت، سلسیوم و سلنیوم قرار گرفت، ولی اثرهای متقابل این تیمارها روی این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲). درصد اسانس دانه رازیانه با استفاده از زئولیت افزایش یافت. در سطوح ۵ و ۱۰ تن در هکتار زئولیت درصد اسانس به‌ترتیب ۴/۹۵ و ۴/۹۷ درصد ثبت گردید که نسبت به گیاهان شاهد به‌ترتیب به میزان ۱/۸ و ۲/۲ درصد افزایش نشان داد (شکل ۶-a). سلنیوم در این مطالعه ۲۲/۵ درصد عملکرد اسانس رازیانه را افزایش داد. اختلافی ۱۴/۴ گرمی از نظر عملکرد اسانس بین دو تیمار کاربرد و عدم کاربرد سلنیوم وجود داشت که قابل توجه به‌شمار می‌رود. عملکرد اسانس گیاهان با کاربرد سلنیوم ۷۸/۴ کیلوگرم در هکتار گردید (شکل ۶-b). کاربرد سلسیوم اثر مثبتی بر عملکرد اسانس رازیانه داشت. با کاربرد سلسیوم عملکرد اسانس ۷۷/۳ کیلوگرم در هکتار بود که درمقایسه با تیمار عدم کاربرد سلسیوم به میزان ۱۸/۵ درصد بیشتر بود (شکل ۶-c). خاک مصرف زئولیت اثر مثبتی روی عملکرد اسانس رازیانه داشت، ولی اختلاف معنی-داری بین گیاهان شاهد و مصرف ۵ تن در هکتار زئولیت وجود نداشت، ولی با افزایش سطح مصرف این تیمار، بر عملکرد اسانس رازیانه افزوده شد. تیمار ۱۰ تن در هکتار زئولیت عملکرد اسانس رازیانه را به میزان ۲۴ درصد افزایش داد (شکل ۶-d). Mohammed *et al.* (2018) تأثیر محلول‌پاشی سلسیوم را بر تولید اسانس مرزنجوش مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که محلول‌پاشی سلسیوم افزایش معنی‌داری را در عملکرد اسانس رازیانه ایجاد کرده است. Maie *et al.* 2016 نتایج مشابهی را به‌دست آوردند و نشان دادند که محلول‌پاشی سلسیوم بر عملکرد اسانس مرزنجوش می‌افزاید. Karimzadeh-Asl *et al.* (2018) تأثیر کاربرد زئولیت را در *Dracocephalum moldavica* مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که با استفاده از تیمار زئولیت عملکرد اسانس افزوده می‌شود.

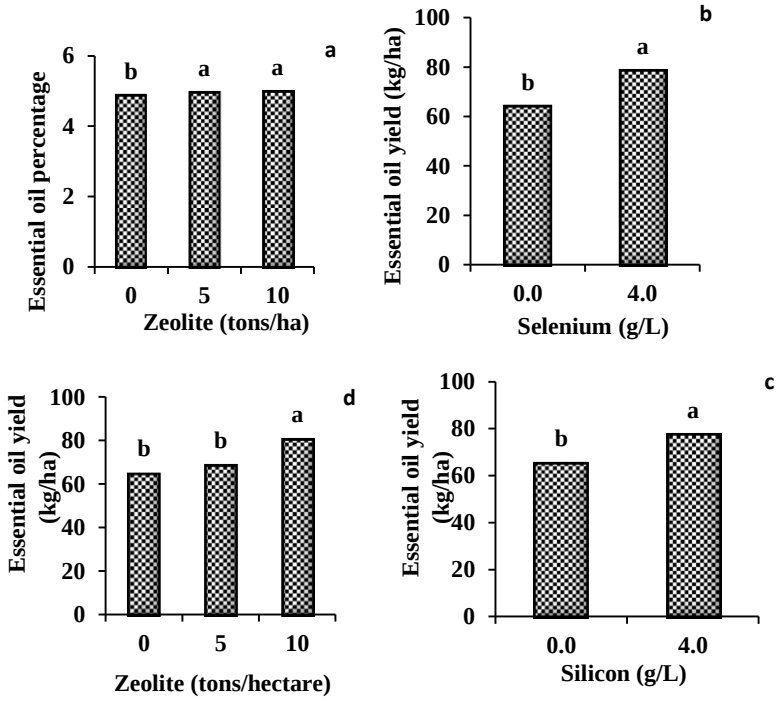

Figure 6. Comparison of the average percentage of essential oil under zeolite treatment (a) and fennel essential oil product under the influence of selenium (b), silicon (c) and zeolite (d) treatment
Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

نتیجه‌گیری

نتایج کلی این آزمایش نشان داد که کاربرد زئولیت باعث افزایش صفات تعداد چتر، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، درصد اسانس و عملکرد اسانس را باعث گردید و در اغلب صفات تیمار بالاترین میزان مصرف (کاربرد ۱۰ تن در هکتار زئولیت)، بیشترین اثر افزایشی را داشت. کاربرد سلسیوم باعث صفات تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد اسانس و ماده خشک کل شد که بیشترین افزایش متعلق به عملکرد اسانس بود. کاربرد سلنیوم باعث افزایش تعداد چتر، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد اسانس گردید. درنهایت نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از هر سه ترکیب زئولیت، سلنیوم و سیلیسم باعث افزایش اکثر صفات به‌ویژه درصد و عملکرد اسانس شدند؛ بنابراین این سه ترکیب با مکانیسم‌های مختلف بر گیاه مورد بررسی مؤثر بود.

سپاس گزاری

لازم است از مسئولین محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خسروشهر و دانشگاه تبریز که در فراهم آوردن امکانات لازم جهت اجرای این تحقیق همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی گردد.

References

Abedini, M., Habibi, G., & Arezoomand, S. (2020). Evaluation of the biochemical reaction of sunflower seedlings to selenium levels in saline Conditions. *Plant Productions*, 43(3), 443-454. [In Persian]

Alfi, S., & Azizi, F. (2015). Effect of drought stress and using zeolite on some quantitative and qualitative traits of three maize varieties. *Research Journal of Recent Sciences*, 4, 56-67.

Ansari, S., Nasiri, Y., Janmohammadi, M., & Sabaghnia, N. (2019). Influence of organic and chemical fertilizers, common and nano iron, zinc and manganese on yield and yield components of fennel (*Foeniculum vulgare* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 29(1), 101-119.

Ataei Nasab, T., Balouchi, H., Moradi, A., & Movahhedi Dehnavi, M. (2023). Evaluation of seed germination of Salicornia persica under iso osmotic conditions using hydrotime and halotime models. *Plant Productions*, 46(1), 79-90. [In Persian]

Boghdady, M.S., Desoky, E.M., Azoz, S.N., & Dalia, M.A. (2017). Effect of selenium on growth, physiological aspects and productivity of faba bean (*Vicia faba* L.). *Egyptian Journal of Agronomy*, 39, 83- 97.

Bybordi, A. (2016). Effect of zeolite, selenium and silicon on yield, yield components and some physiological traits of canola under salt stress conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 14, 154-170. [In Persian]

Cairo, P.C., Machado de Armas, J., Torres Artiles, P., Diaz Martin, B., Jimenez Carrazana, R., & Rodriguez Lopez, O. (2017). Effects of zeolite and organic fertilizers on soil quality and yield of sugarcane. *Australian Journal of Crop Science*, 11, 733-738.

Chen, L.S., Iang, Y.P., Yang, L.T., & Yang, G.H. (2014). Photosynthesis systems of plants in response to selenium toxicity. *African Journal of Biotechnology*, 9, 9237-9247.

Daneshvar Rad, N., Sajedi, N.A., & Naieni, M.R. (2019). Effects of salicylic acid and selenium foliar application on salinity tolerance and essential oil yield of moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 34, 945-975.

Dasgan, H.Y., Akhoundnejad, Y., & Caglayangil, H. (2016). Selenium and silicon fertilization in soilless grown eggplant. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 5, 417-421.

Ferrarese, M., Sourestani, M., Quattrini, E., Schiavi, M., & Ferrante, A. (2012). Biofortification of spinach plants applying selenium in the nutrient solution of floating system. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 76(1), 127-136.

Fotouhi Ghazvini, R., Payvast, G., & Aza, H. (2007). Effect of clinoptilolitic-zeolite and perlite mixtures on the yield and quality of strawberry in soil-less culture. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9, 885-888.

Gholizadeh, A., Amin, M.S.M., Anuar, A.R., & Saberioon, M.M. (2010). Water stress and natural zeolite impacts on phisiomorphological characteristics of moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4, 5184-5190.

Kapolna, E., Hillestrom, P.R., Laursen, K.H.P., Husted, S., & Larsen, E.H. (2013). Effect of foliar application of selenium on its uptake and speciation in wheat. *Food Chemistry*, 115, 1357-1363.

Karimzadeh-Asl, Kh., Ghorbanpour, M., Marefatzadeh Khameneh, M., & Hatami, M. (2018). Influence of drought stress, biofertilizers and zeolite on morphological traits and essential oil constituents in *Dracocephalum moldavica* L. *Journal of Medicinal Plants*, 17, 56-67. [In Persian]

Kamenidou, S., Cavins, T.J., and Marek, S. (2010). Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. *Scientia Horticulturae*, 123(3), 390-394.

Kheiry, A., Arghavani, M. and Khastoo, M., 2016. Effects of organic fertilizers application onmorphophysiological characteristics of calendula (*Calendula officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(6), 1047-1057.

Khashei Siuki, A., & Ahmadee, M. (2016). Zeolites: introduction, properties and their applications. University of Birjand Publication. 100 pp. [In Persian]

Lo Cantore, P., Iacobellis, N. S., De Marco, A., Capasso, F., & Senatore, F. (2004). Antibacterial activity of *Coriandrum sativum* L. and *Foeniculum vulgare* Miller var. vulgare (Miller) essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7862-7866. [In Persian]

Maie, M.M.A., Abo-Kora, H.A., & Abeer, H.M. (2016). Effect of vermicompost and calcium silicate to reduce the soil salinity on growth and oil determinations of Marjoram plant. *International Journal of PharmTech Research*, 9, 235-262.

Meena, V.D., Dotaniya, M.L., Vassanda Coumar, S., Kundu, S., & Subba Rao, A. (2014). A case for silicon fertilization to improve crop yields in tropical soils. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 84, 505-518.

Mohammed, K.A.S., Abd El-Rheem, Kh.M., Elsawy, A.M., & Essa, E.M. (2018). Effect of vermicompost supplemented by foliar application of silicate on Marjoram plants grown in saline soil. *Advanced Science engineering*, 8, 134-147.

Moradi, S., Kkhorshidi, J., & Morshedloo, M. (2020). field evaluation of iron and zinc chelates foliar application on morphological characteristics, yield, and essential oil content of native and improved Fennel. *Journal of Crops Improvement*, 22(3), 461-473.

Murphy, L.A., Reeves, P.G., and Jones, S.S. (2014). Selenium and quality characteristics expressed in wheat breeding lines. Food Systems, 32, 52-63.

Nazari, F., Farahmand, H., & Ghasemi Ghehsareh, M. (2014). The effects of different amounts of natural zeolite on vegetative and reproductive characteristics of *Narcissus tazetta* L. cv. Shahla. *Plant Productions*, 37(2), 39-48. [In Persian]

Verma, K.K., Song, X.P., Zeng, Y., Li, D.M., Guo, D.J., Rajput, V.D., Chen, G.L., Barakhov, A., Minkina, T.M., & Li, Y.R. (2020). Characteristics of leaf stomata and their relationship with photosynthesis in *Saccharum officinarum* under drought and silicon application. *ACS Omega*, 5(37), 24145-24153.

Yari, S., Khalighi-Sigaroodi, F., & Moradi, P. (2013). Effects of different levels of zeolite on plant growth and amount of gel production in *Aloe vera* L. under different irrigation. *Journal of Medicinal Plants*, 4(48), 72-81.

Zahedi, H., Hossein Shirani Rad, A., & Tohidi Moghadam, H.R. (2011). Effects of zeolite and selenium applications on some agronomic traits of three canola cultivars under drought stress. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41, 179-185.

Zare, A., Shahhosseini, R., Ali Bahrami, H., Ghovahi, M., & Askary Kelestanie, A.R. (2013). Evaluation the effect of nitroxin and super absorbent on yield components of chickpea in dry farm. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4, 2033-2038.