

The effect of Seaweed and Organic Growing Media on Growth, Yield and Essential Oils of Sovary (*Satureja hortensis* L.)

Elham Shojaei¹, Behrooz Esmailpour^{2*} , Rasool Azarmi², Zahra Aslani³

Received: March 10, 2024

Accepted: August 25, 2024

1- M.Sc. Student, Dept., of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2 -Prof., and Assoc. Prof., Dept., of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3- Ph.D. Graduated, Dept., of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran,

*Corresponding Author: E-mail: behsmaiel@yahoo.com

Abstract:

Background & Objective: The use of organic fertilizers such as vermicompost, mushroom waste compost and also biological fertilizers in the organic production of medicinal plants, in addition to providing part of the nutrients needed by the plant, also prevents soil pollution. Investigations on the use of seaweed and growing media as biofertilizers and its effect on the performance of medicinal plants have received less attention. Therefore, this research was carried out with the aim of evaluating the effect of organic growing medium and seaweed on growth indicators, yield and essential oil of savory plant (*Satureja hortensis* L.).

Materials & Methods: This factorial experiment was carried out in the form of a completely randomized design with 3 replications in the Horticultural Science Greenhouse of Mohaghegh Ardabili University. The experimental treatments of the substrate included soil with a ratio of 1:2 soil and sand as a control, and the replacement ratios were 30% of vermicompost and 30% of spent mushroom compost, and other treatments included foliar spraying with seaweed extract at four levels. 0, 0.5, 1 and 2 g/L) in another experiment

Results: The results of the experiment showed that the effect of organic and biological fertilizers on vegetative growth indicators and qualitative traits was significant compared to the control. The highest value for physiological traits and content of phosphorus, nitrogen and most essential oil compounds was related to vermicompost bed and the lowest value of these traits was related to the control treatment. The most phosphorus (4417 mg/kg), nitrogen (3.93 %) was obtained for foliar spraying with a concentration (0.5 g/liter) of seaweed and vermicompost bed, as well as the highest amount of root dry weight (0.38 g) and Fe cocentration (623 mg/kg) and the dry weight of aerial parts (4.30 gr) were related to the concentration of 1 g/liter of seaweed treatment.

Conclusion: The results of this study showed that the organic fertilizers used, especially vermicompost, along with all the concentrations of seaweed fertilizer used, increased the vegetative yield compared to the control. According to the results of this research, the concentrations of seaweed fertilizer combined with vermicompost fertilizer and in some mushroom compost residues significantly increased the amount of essential compounds compared to the control, and the effect of lower concentrations was greater than higher concentrations.

Keywords: Essential oil, Organic Growing Media, Seaweed, Sovary



This is an open-access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

Copyright@ 2026 Behrooz Esmailpour E-mail: behsmaiel@yahoo.com

[https://doi.org/ 10.22034/saps.2024.60874.3194](https://doi.org/10.22034/saps.2024.60874.3194)



تأثیر جلبک دریایی و بسترهای کشت آلی بر شاخص‌های رشد، عملکرد و اسانس گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.)

الهام شجاعی^۱، بهروز اسماعیل پور^{۲*}، رسول آذرمی^۲، زهرا اصلانی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۴
--------------------------	-------------------------

۱- دانش آموخته ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.

۲- استاد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.

۳- دانش آموخته دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران.

چکیده

مقدمه و اهداف: مصرف کودهای آلی از قبیل ورمی کمپوست، کمپوست پسماند قارچ و همچنین کودهای بیولوژیک در تولید ارگانیک گیاهان دارویی علاوه بر تأمین بخشی از مواد غذایی مورد نیاز گیاه از آلودگی‌های خاک نیز جلوگیری می‌کند. بررسی‌های صورت گرفته در مورد استفاده از بسترهای کشت و جلبک دریایی به عنوان کودهای زیستی و تأثیر آن بر عملکرد گیاهان دارویی کمتر مورد توجه بوده است. لذا این پژوهش، با هدف ارزیابی بررسی تأثیر بستر کشت آلی و جلبک دریایی بر شاخص‌های رشد، عملکرد و اسانس گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه علوم باغبانی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی بستر شامل خاک با نسبت ۱:۲ خاک و ماسه به عنوان شاهد بوده و نسبت های جایگزینی ۳۰ درصد از ورمی کمپوست و ۳۰ درصد کمپوست مصرف شده قارچ بود و تیمارهای دیگر شامل محلول پاشی با عصاره جلبک دریایی در چهار سطح (۰، ۵/۵، ۱ و ۲ گرم در لیتر) در آزمایش دیگر بود.

یافته‌ها: نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر کودهای آلی و بیولوژیک بر شاخص‌های رشد رویشی و صفات کیفی نسبت به شاهد معنی دار بود. بیشترین مقدار برای صفات فیزیولوژیکی و محتوای عنصر فسفر، نیتروژن و اکثر ترکیبات اسانس مربوط به بستر ورمی کمپوست بود و کمترین مقدار این صفات مربوط به تیمار شاهد بود. بیشترین میزان فسفر (۴۴۱۷)، نیتروژن (۳/۹۳ درصد) برای محلول پاشی با غلظت (۵/۰ گرم در لیتر) جلبک دریایی و بستر ورمی کمپوست بدست آمد همچنین بیشترین مقدار وزن خشک ریشه (۰/۳۸ گرم) و عنصر آهن (۶۲۳ میلی گرم بر کیلوگرم) و وزن خشک اندام هوایی (۴/۳۰ گرم) مربوط به غلظت ۱ گرم در لیتر تیمار جلبک دریایی بود.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این بررسی نشان داد کودهای آلی مورد استفاده به ویژه ورمی کمپوست همراه با غلظت‌های مورد استفاده کود جلبک دریایی باعث افزایش پارامترهای رشدی نسبت به شاهد شد. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق غلظت‌های پایین کود جلبک دریایی همراه با کود ورمی کمپوست و در برخی پسماند کمپوست قارچ به طور

معنی‌داری میزان ترکیبات اسانس را نسبت به شاهد افزایش دادند و تأثیر غلظت کمتر نسبت به غلظت‌های بالاتر بیشتر بود حتی مقدار بعضی از ترکیبات اسانس مانند گاماترپین در غلظت‌های بالای جلبک دریایی کاهش یافتند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بستر آلی، جلبک دریایی، مرزه

مقدمه

با توجه به اهمیت سبزی‌ها در رژیم غذایی انسان و همچنین مصارف دارویی آن‌ها، تولید این محصولات در شرایط سالم بسیار حائز اهمیت است. مرزه نیز به عنوان یک سبزی با مصرف تازه خوری و همچنین دارویی از جایگاه ویژه‌ای در سبب غذایی انسان برخوردار است. علاقه برای تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای محصولات طبیعی در جهان رو به افزایش است. به گونه‌ای که قرن بیستم را به نام قرن بازگشت به طبیعت و قرن استفاده از داروهای گیاهی نام نهاده‌اند (گلشادی و همکاران ۲۰۱۸). مرزه (*Satureja hortensis* L) گیاهی علفی و یک‌ساله از تیره نعنائیان (Lamiaceae) است که منشأ آن شرق مدیترانه و جنوب اروپاست (ریشینگر ۱۹۸۲؛ امید بیگی ۲۰۰۰). مرزه همانند دیگر گونه‌های این خانواده از جمله آویشن و مرزنگوش دارای ترکیبات فعال بیولوژیک متعدد در اسانس و عصاره می‌باشد که امروزه در صنایع دارویی و غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و یکی از بازدارنده‌های قوی علیه آفلاتوکسین ایجاد شده توسط *Aspergillus parasiticus* می‌باشد (هادیان ۲۰۱۷). امروزه با توجه به صنعتی شدن جوامع و رشد فزاینده جمعیت، حجم بسیار زیادی از ضایعات آلی تولید می‌شود که مشکلات جدی در زمینه دفن آن‌ها وجود داشته و منبع مهم آلاینده محیط‌زیست نیز به شمار می‌روند. با این وجود، چنین ضایعاتی غنی از مواد آلی و عناصر غذایی بوده و مصرف کمپوست شده آن‌ها در کشاورزی ضمن دفن سالم آن‌ها و کاهش خطرات زیست محیطی می‌تواند با اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اثر مثبت بر کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی داشته باشد (الفتی و همکاران ۲۰۲۲). در دهه‌های اخیر تولید در کشاورزی متکی به مصرف

نهاده‌های شیمیایی به منظور کسب عملکرد بالا بوده که علاوه بر ایجاد مشکلات عمده و آلودگی محیط‌زیست این مواد مانع بزرگی در دستیابی به تولید پایدار می‌باشند. کودهای آلی به ویژه کود ورمی‌کمپوست و کمپوست مصرف شده قارچ در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و به عنوان منابع غنی از عناصر غذایی بخصوص نیتروژن، فسفر و پتاسیم به شمار می‌روند که این عناصر را به مرور در اختیار گیاهان قرار می‌دهند (چادهری و همکاران ۲۰۲۱). آرنکون و همکاران (۲۰۰۶)، اثرات ورمی‌کمپوست را روی رشد و عملکرد توت‌فرنگی مزرعه‌ای، (*Frogaria ananasa*) مورد بررسی قرار دادند. در این آزمایش ورمی‌کمپوست در نسبت‌های ۵ و ۱۰ تن در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. کاربرد ورمی‌کمپوست‌ها رشد و عملکرد گیاه توت‌فرنگی را به طور معنی‌داری افزایش داد. همچنین کاربرد این ترکیب سبب افزایش سطح برگ تا ۳۷٪، جوانه‌زنی در گیاه ۳۷٪، افزایش تعداد گل‌ها تا ۴۰٪ و تولید میوه به میزان ۳۵ درصد شد. بررسی‌ها نشان داده‌اند که ورمی‌کمپوست فعالیت بیولوژیکی را به صورت پیوسته بالا می‌برد که می‌تواند در گیاهان برای جوانه‌زنی بذور، گلدهی، رشد و عملکرد بهتر در مقایسه با محیط‌های کشت تجاری که فاقد مواد غذایی قابل استفاده می‌باشند، استفاده شود. برای مثال جایگزینی مقادیر کمی از ورمی‌کمپوست به مخلوط‌های گلدانی کشت بدون خاک، در گیاهان فصلی سبب افزایش معنی‌دار در جوانه‌زنی بذور و رشد جعفری (*Petroselinum crispum* L.)، گوجه فرنگی (*Lycopersicum Solanum* L.) و فلفل (*Capsicum annum* L.) در آزمایش‌های گلخانه‌ای در زمانی که تمامی عناصر ضروری در دسترس باشد، می‌گردد (اتیه

و همکاران ۲۰۱۶). تاکنون تحقیقات زیادی جهت استفاده مجدد از پسماند کمپوست قارچ صورت گرفته است. به عنوان مثال می توان به استفاده از آن جهت بهبود کشت سبزی ها، گل ها و میوه ها اشاره کرد (مدین و همکاران ۲۰۱۹). کاربرد کود جلبکی در مراتع سبب افزایش تندش بذر شبدر سفید شد. در محصولات باغی چون سیب، خیار و گل های زینتی نیز سبب کاهش میزان کرم خوردگی می شود. افزایش مقاومت سرمایی و عمر پوسته میوه جاتی مانند گوجه فرنگی، کرفس، مرکبات و هلو نیز از دیگر ویژگی ها و ارزش های کاربردی کودهای جلبکی است (سارانی ۲۰۱۳). با کاربرد عصاره جلبک دریایی، روی گیاه شنبلیله، طول شاخساره، وزن تر و خشک گیاه، محتوای کربوهیدرات، پروتئین ها، آمینواسیدهای آزاد، پلی تیمول ها و نیتروژن در گیاهان تیمار شده افزایش یافت (پیس و شیل ۲۰۱۹). نتایج یک پژوهش در رابطه با کاربرد جلبک دریایی قهوه ای (*Padina pavonica*) به همراه *Luffa aegyptica* در گیاه آفتابگردان، دوره رشد گیاه گسترش یافت و کیفیت گیاهان تولید شده افزایش یافت (چبانی و همکاران ۲۰۱۳). بررسی های صورت گرفته در مورد استفاده از بسترهای کشت و جلبک دریایی به عنوان کودهای زیستی و تأثیر آن بر عملکرد گیاهان دارویی کمتر مورد توجه بوده است. لذا این پژوهش، با هدف ارزیابی بررسی تأثیر بستر کشت آلی و جلبک دریایی بر شاخص های رشد، عملکرد و اسانس گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) انجام گرفت.

مواد و روش ها

به منظور ارزیابی تأثیر جلبک دریایی بر رشد، عملکرد و متابولیت ثانویه مرزه آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش بسترها شامل مخلوط خاک و ماسه به عنوان شاهد و همان بستر حاوی ۳۰ درصد کمپوست قارچ مصرف شده و ورمی کمپوست بودند و فاکتور دیگر تیمار جلبک دریایی بود. این آزمایش به صورت گلدانی در گلخانه آموزشی و پژوهشی گروه علوم

باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. جهت انجام این آزمایش بذر مرزه از گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز تهیه گردید. ورمی-کمپوست از شرکت زرین کود گرگان، پسماند کمپوست قارچ از شرکت تولید قارچ کیمیا واقع در شهرستان نمین، کود جلبک دریایی از شرکت همیار دشت آبرون مشهد خریداری شد. نحوه تهیه بسترهای گلدانی به این صورت بود که ابتدا بستر کشت پایه شامل دو قسمت خاک و یک قسمت ماسه (نسبت حجمی ۲:۱ خاک مزرعه و ماسه) با هم به خوبی مخلوط و پس از آن درصدهای حجمی مورد نظر (۳۰ درصد) از پسماند کمپوست قارچ و (۳۰ درصد) ورمی کمپوست جداگانه با این ترکیب خاکی مخلوط گردید. لازم به ذکر است که خاک، پسماند کمپوست قارچ و ورمی کمپوست قبل از استفاده با الک ۰/۵ سانتی متری غربال شدند. به منظور ایجاد زهکش مناسب، ابتدا ۲ سانتی متر شن درشت در ته گلدان ها ریخته شد. برای تیمار جلبک دریایی نیز هر دوره محلول پاشی غلظت های صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ گرم از کود اندازه گیری و در آب مقطر حل شده و به صورت محلول پاشی به برگ ها اسپری شدند و گیاهان شاهد توسط آب مقطر محلول پاشی شدند که این کار چهار بار در طول دوره رویش به فاصله یک هفته صورت گرفت.

اندازه گیری صفات

سطح برگ پس از برداشت به وسیله دستگاه سطح سنج مدل ADC Bioscientific Ltd اندازه گیری شد. به منظور سنجش وزن خشک ساقه و ریشه از ترازویی با دقت یک هزارم گرم استفاده شد.

اندازه گیری نیتروژن با استفاده از دستگاه گرهارد و به روش کج لال صورت گرفت. اندازه گیری فسفر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مطابق روش کتونی (۱۹۸۰) انجام شد. میزان عنصر آهن با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. استخراج اسانس در آزمایشگاه پس از برداشت گروه باغبانی با روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر انجام گرفت. به منظور تجزیه نمونه های اسانس و اندازه گیری ترکیبات آن از دستگاه های کروماتوگراف گازی (GC) و

مقدار وزن خشک اندام هوایی (۴/۳۰ گرم) در تیمار محلول پاشی با (۱ گرم در لیتر) جلبک بدست آمد (جدول ۲ و ۳).

با توجه به جدول مقایسه اثر متقابل بستر آلی و جلبک دریایی بیشترین مقدار طول شاخه جانبی (۲۶/۸۶ سانتی‌متر) برای گیاهان کشت شده در بستر ورمی-کمپوست که با جلبک ۱ گرم بر لیتر محلول‌پاشی شده و کمترین مقدار (۱۷/۵۶ سانتی‌متر) برای بستر خاک بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل بستر آلی و محلول‌پاشی با جلبک دریایی بیانگر این است که بیشترین میزان سطح برگ (۱۴۴۱ میلی‌مترمربع) مربوط به بستر ورمی-کمپوست محلول‌پاشی شده با غلظت (۰/۵ گرم در لیتر) بود که تفاوت معنی‌داری با سایر گیاهان داشت و کمترین مقدار (۶۶۹ میلی‌مترمربع) مربوط به گیاهان کشت شده در بستر خاک و بدون محلول‌پاشی بود که تفاوت معنی‌داری با سایر گیاهان داشت (جدول ۴). در راستای نتایج این تحقیق ناجی و سوری (۲۰۱۵) با بررسی اثر کودهای شیمیایی، دامی، ورمی کمپوست و بیوفسفات بر گیاه مرزه نشان دادند که استفاده از ورمی کمپوست و بیوفسفات تاثیر مثبت بر فاکتورهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرزه دارد. خواص فیزیکی و شیمیایی موجود در ورمی کمپوست با افزایش ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم کننده رشد موجب افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه شده و بدین طریق رشد و عملکرد افزایش می یابد (آرانکون و همکاران ۲۰۰۶). از آنجایی که رشد و نمو گیاه وابسته به پارامترهای حاصلخیزی خاک می باشد، به نظر می رسد که بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بستر کشت به وسیله ورمی کمپوست دلیل افزایش رشد گیاه نسبت به تیمار شاهد باشد (رشتبری و علیخانی ۲۰۱۲). در تحقیق حاضر، علاوه بر بسترهای آلی کشت محلول پاشی با عصاره جلبک نیز تاثیر مثبتی بر پارامترهای رشدی گیاه مرزه داشته است. در تحقیقی اثر کود مایع جلبک دریایی روی چند نوع تاج‌خروس با غلظت‌های (۰، ۲۵، ۵۰، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) بررسی شد و نتایج نشان داد که وزن تازه، وزن خشک، طول ریشه و ساقه، سطح برگ و

کروماتوگراف گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. برای شناسایی ترکیب‌های اسانس‌ها از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) استفاده گردید.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر بسترهای کشت آلی و محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی بر شاخص‌های مورفولوژیکی مرزه نشان داد که اثر بستر کاشت بر صفات وزن خشک اندام هوایی، ریشه و سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی برای صفات سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد و برای وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار و برای بقیه صفات معنی‌دار نبود. اثر متقابل بسترهای کشت آلی و محلول‌پاشی با جلبک دریایی برای صفات سطح برگ، طول شاخه جانبی و میزان نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین تأثیر تیمار بستر کشت، بیشترین وزن خشک ریشه (۰/۴۲ گرم) مربوط به بستر ورمی کمپوست بود و کمترین مقدار این صفت (۰/۲۸ گرم) مربوط به شاهد بود. بعلاوه نتایج مقایسه میانگین مربوط به سطوح مختلف محلول‌پاشی با عصاره جلبک نشان داد که بیشترین (۰/۳۸ گرم) میزان این صفت برای محلول‌پاشی با جلبک ۱ گرم در لیتر بود، که با سطح ۲ گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری نداشت ولی با تیمار شاهد که کمترین مقدار (۰/۲۸ گرم) را داشت تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۲ و ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر بستر کشت، بیشترین مقدار خشک اندام هوایی (۴/۶۳ گرم) برای بستر ورمی-کمپوست بود که تفاوت معنی‌دار با سایر بسترها داشت. همچنین بر اساس نتایج محلول‌پاشی با جلبک بیشترین

محتوای کلروفیل در غلظت ۱/۵ افزایش یافت (کاوال هو و همکاران ۲۰۱۴). در پژوهشی دیگر عصاره جلبک دریایی استفاده شده به صورت محلول پاشی برگ، رشد رویشی را در گیاه مریم گلی افزایش داد. بالاترین عملکرد رشد در ۵۰ درصد جلبک (*U. rigida*) و ۲۵ درصد جلبک (*F. Siralis*) ثبت شد (الکائوآ و همکاران ۲۰۱۳). در آزمایشی دیگر کاربرد غلظت های مختلف عصاره جلبک (۱۲، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) بر رشد بامیه نشان داد سطوح پایین آن بر افزایش رشد و عملکرد تأثیر مثبت داشت (ساسی کومار و همکاران، ۲۰۱۱). جهت بررسی پاسخ ذرت (*Zea mays*) به مصرف کودهای بیولوژیک عصاره جلبک دریایی و اسید آمینه گلایسین آزمایشی اجرا شد نتایج نشان داد مصرف کودهای بیولوژیک و عصاره جلبک دریایی بر صفاتی چون وزن تر برگ و وزن تر ساقه و عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار بود (بیشاط و همکاران ۲۰۱۷). این محرک زیستی باعث افزایش رشد رویشی تا (۱۰ درصد) و محتوای کلروفیل برگ (۱۱ درصد) ماده

خشک ساقه تا ۲۷ درصد و ریشه تا ۷۶ درصد شد (اسپینلی و همکاران ۲۰۱۶). جلبک دریایی دارای مقدار قابل توجهی از مواد مغذی و برخی از هورمون رشد گیاه است که به رشد گیاه و همچنین جوانه زنی کمک می کند. هنگامی که غلظت آن افزایش می یابد، باعث سمیت و مهار رشد گیاه می شود (خان و همکاران ۲۰۱۱). جلبک های دریایی به علت دارا بودن عناصر مغذی از قبیل ازت، فسفر، پتاسیم و برخی از عناصر کم مصرف مورد نیاز گیاهان و همچنین به دلیل وجود میزان بالای فیبر و نقش آن در بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی و بیولوژی خاک از قبیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و بهبود ظرفیت نگهداری آب موجب بهبود رشد و عملکرد گیاهان می شود (خان و همکاران ۲۰۰۹). در راستای نتایج تحقیق حاضر، کاربرد جلبک دریایی بر گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) موجب افزایش پارامترهای رشدی مانند ارتفاع بوته، سطح برگ، قطر ساقه، وزن تر و خشک بوته گردید (پیرانی و همکاران ۲۰۲۰).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر محلول پاشی جلبک دریایی بر شاخص های رشد مرزه در بسترهای کشت آلی

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	سطح برگ	طول شاخه جانبی	فسفر	نیتروژن	آهن
بستر	۲	۷/۰۴**	۰/۱۲**	۲۶۴۹۴۴**	۱۷/۷۸ ^{ns}	۵۴۶۳۱۷۷**	۳/۵۳**	۱۲۰۴۹۹/۴**
جلبک دریایی	۳	۱/۴۱*	۰/۰۱۷*	۱۸۲۴۵۸**	۱۶/۱۲ ^{ns}	۲۰۲۷۲۳*	۰/۲۷ ^{ns}	۲۶۰۹/۴۵*
بستر × جلبک دریایی	۶	۰/۷۰ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۲۰۶۶۹۴**	۲۲/۳۰**	۱۷۶۵۷۷ ^{ns}	۰/۶۲**	۹۷۰۸/۷۵ ^{ns}
اشتباه آزمایش	۱۲	۰/۷۲	۰/۰۰۵	۱۱۷۹۴/۶	۶/۳۴	۴۵۱۹۷۲	۰/۱۷	۶۹۲۰/۱۵۵
ضریب تغییرات (%)		۲۲/۴۶	۲۰/۸۸	۹/۶۳	۱۱/۸۸	۱۸/۴۷	۱۵/۲۲	۱۳/۶۷

ns و ** و *** به ترتیب معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی داری است.

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر بسترهای کشت آلی بر شاخص های رشد و عناصر غذایی مرزه

کود آلی	وزن خشک اندام هوایی (g)	وزن خشک ریشه (g)	فسفر (mg.kg ⁻¹)	آهن (mg.kg ⁻¹)
شاهد	۳/۶۰c	۰/۲۸b	۳۲۱۶b	۵۲۳c
ورمی کمپوست	۴/۶۳a	۰/۴۲a	۴۴۱۷/۲a	۹۸۱a
پسماند کمپوست	۴/۴۳b	۰/۳۲ab	۳۲۸۴/۱b	۷۱۹b

حروف مشترک در هر ستون نمایانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD است

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر محلول‌پاشی با جلبک دریایی بر شاخص‌های رشد و عناصر غذایی مرزه

تیمار	وزن خشک ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)	فسفر (mg.kg ⁻¹)	آهن (mg.kg ⁻¹)
بدون محلول‌پاشی	۲/۳۵c	۰/۲۸ b	۳۰۴۰/۴b	۵۰۰b
جلبک ۰/۵ گرم در لیتر	۲/۶۴b	۰/۳۵ ab	۳۸۳۲/۲a	۵۰۶ b
جلبک ۱ گرم در لیتر	۴/۳۵b	۰/۳۸a	۳۵۳۷/۶a	۶۲۳a
جلبک ۲ گرم در لیتر	۳/۸۵a	۰/۳۷a	۳۶۸۲/۲a	۶۱۸a

حروف مشترک در هر ستون نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD است.

جدول ۴- جدول مقایسه اثر متقابل بستر آلی و جلبک دریایی بر طول شاخه جانبی، سطح برگ و میزان نیتروژن مرزه

تیمار	طول شاخه جانبی (cm)	سطح برگ (mm ²)	نیتروژن (%)
بدون محلول‌پاشی	۱۸/۵۶e	۸۵۰g	۲/۷۳bc
جلبک ۰/۵ گرم در لیتر	۲۱/۰۳bc	۹۶۸ef	۳/۸۰ab
جلبک ۱ گرم در لیتر	۲۲/۱۱cd	۹۱۶f	۳/۶۶b
جلبک ۲ گرم در لیتر	۲۳/۱۳b	۹۱۶f	۳/۳۰bc
بدون محلول‌پاشی	۲۰/۲۵de	۱۰۴۶e	۲/۸۶bcd
جلبک ۰/۵ گرم در لیتر	۲۳/۱b	۱۴۴۱a	۳/۹۳a
جلبک ۱ گرم در لیتر	۲۶/۸۶a	۱۳۵۸b	۳/۷۰ab
جلبک ۲ گرم در لیتر	۲۴/۷۵ab	۱۱۳۵d	۳/۸۳ab
بدون محلول‌پاشی	۱۷/۵۶ef	۶۶۹g	۲/۰۶ed
جلبک ۰/۵ گرم در لیتر	۲۰/۶۶d	۱۲۶۵bc	۲/۸۹e
جلبک ۱ گرم در لیتر	۲۱/۹۵cd	۱۲۱۱c	۲/۵۶ecd
جلبک ۲ گرم در لیتر	۲۲/۴۹c	۱۱۲۵de	۲/۴۵e

حروف مشترک در هر ستون نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD است.

صفات بیوشیمیایی

عناصر غذایی

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس تأثیر بسترهای کشت آلی و محلول‌پاشی با جلبک دریایی روی عناصر گیاه مرزه نشان داد که اثر بستر کاشت روی عناصر فسفر، نیتروژن و آهن در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و برای اثر محلول‌پاشی با جلبک دریایی تنها برای عنصر فسفر و آهن در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. برای اثر متقابل نیز عنصر نیتروژن در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین تأثیر بسترهای کشت آلی بر عنصر

فسفر نشان داد که بیشترین (۴۴۱۷ میلی گرم در کیلو گرم) برای گیاهان پرورش یافته در بسترکشت حاوی ورمی کمپوست قارچ بود که تفاوت معنی‌داری با بستر حاوی پسماند قارچ و شاهد داشت و کمترین مقدار (۳۲۱۶ میلی گرم در کیلو گرم) برای بستر شاهد بود. در محلول‌پاشی با جلبک نیز بیشترین مقدار این عنصر (۳۸۳۲/۲ میلی گرم در کیلو گرم) مربوط به گیاهان محلول‌پاشی با جلبک (۰/۵ گرم در لیتر) و کمترین مقدار این عنصر (۳۰۴۰/۴ میلی گرم در کیلو

کابرد عصاره جلبک موجب افزایش میزان جذب عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن و روی در برگ کلزا گردیده است.

هرناندز جیمenez و همکاران (۲۰۲۰) اظهار داشتند که کاربرد محرک‌های رشد می‌تواند شکل‌های نامحلول معدنی و آلی فسفر را به شکل‌های قابل جذب تبدیل و میزان جذب را افزایش دهد. همچنین در این زمینه اظهار شده است که محرک‌های رشد می‌توانند فعالیت میکروبی خاک را افزایش داده و بدین ترتیب بر ساختار ریشه و انتقال مواد غذایی تاثیر می‌گذارند (اسرینگ و همکاران ۲۰۱۶).

اجزای اسانس

بر اساس نتایج آنالیز طیف‌سنجی جرمی ۱۵ ترکیب از اجزای تشکیل‌دهنده اسانس مرزه شناسایی گردید که تیمارهای مختلف در جدول (۶) ارائه شده است. چهار ترکیب اصلی اسانس مرزه در این تحقیق بر اساس میزان درصدشان شامل تیمول، گاما ترپینن، دلتا-۳-کارن و ۱،۳،۶-اوکتاترین بودند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس جدول (۵) اثر متقابل عصاره جلبک و بسترهای آلی کشت بر اجزای اسانس گیاه مرزه تاثیر معنی‌داری داشته است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین مقدار ترکیب تیمول (۷۸/۷۳ درصد) برای بستر شاهد و محلول‌پاشی با جلبک ۲ گرم در لیتر بود که اختلاف معنی‌دار با محلول‌پاشی جلبک ۱ گرم در لیتر همان بستر نداشت و کمترین (۵۸/۹۲ درصد) در بستر پسماند قارچ و بدون محلول‌پاشی با جلبک بدست آمد (جدول ۶).

مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کشت آلی و محلول‌پاشی با جلبک دریایی در ترکیب گاما ترپینن نشان داد که بیشترین مقدار این ترکیب (۲۱/۸۵ درصد) برای گیاهان کشت شده در بستر پسماند کمپوست قارچ با محلول‌پاشی جلبک نیم گرم در لیتر بود که اختلاف معنی‌داری با پسماند کمپوست قارچ با محلول‌پاشی جلبک ۲ گرم در لیتر و بستر ورمی‌کمپوست محلول‌پاشی شده با غلظت‌های مختلف و بدون

گرم) برای شاهد بدون محلول‌پاشی جلبک بود که تفاوت معنی‌داری با محلول‌پاشی جلبک در هر سه غلظت کاربردی داشت (جدول ۲ و ۳).

مقایسه میانگین تاثیر بسترهای کشت آلی بر عنصر آهن نشان داد که بیشترین مقدار (۹۸۱ میلی گرم بر گیلو گرم) برای بستر حاوی ورمی کمپوست و کمترین مقدار (۵۲۳ میلی گرم بر کیلوگرم) برای شاهد بود که تفاوت معنی‌داری با بستر پسماند قارچ داشت (جدول ۶). و برای محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی بیشترین مقدار آهن (۶۲۳ میلی گرم بر کیلو گرم) برای غلظت ۱ گرم در لیتر جلبک بود که تفاوت معنی‌داری با جلبک ۲ گرم در لیتر نداشت و کمترین مقدار (۵۰۰ میلی گرم در کیلو گرم) در تیمار بدون محلول‌پاشی مشاهده گردید (جدول ۲ و ۳).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین میزان عنصر نیتروژن (۳/۹۳ درصد) در تیمارهای ورمی-کمپوست و محلول‌پاشی با (۰/۵ گرم در لیتر) جلبک، و کمترین میزان آن (۲/۰۶ درصد) در بستر خاک و بدون محلول‌پاشی بدست آمد (جدول ۴). بر اساس نتایج بدست آمده بیشترین میزان عناصر فسفر، نیتروژن و آهن با کاربرد ورمی کمپوست بدست آمده است. در طی آزمایشی روی گیاه دارویی رازیانه گزارش شد که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش جذب عناصر غذایی ماکرو در این گیاه گردید (درزی و همکاران، ۱۳۸۷). والکر و برنال (۲۰۰۸) گزارش کردند که کاربرد کمپوست و کودهای آلی به‌طور برجسته‌ای رشد شاخه‌های چغندر لبویی را افزایش داد، و همچنین باعث افزایش میزان جذب فسفر و پتاسیم شد. آرانکون و همکاران (۲۰۰۶) با کاربرد ورمی کمپوست‌های حاصل از بقایای مواد غذایی و کاغذها روی توت‌فرنگی، نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست‌ها ضمن افزایش عملکرد باعث افزایش جذب نیتروژن و فسفر گردید. نتایج این تحقیقات، تایید کننده نتایج تحقیق حاضر می‌باشند. در این تحقیق علاوه بر کودهای آلی کاربرد عصاره جلبک نیز تاثیر مثبتی بر میزان عناصر غذایی داشته است. در راستای نتایج این تحقیق سلیمانی و رجایی (۲۰۲۴) با بررسی تاثیر عصاره جلبک بر گیاه کلزا بیان کردند،

ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی شده با جلبک ۲ گرم در لیتر بود و کمترین مقدار این ترکیب (۵ درصد) برای گیاهان پرورش یافته در بستر خاک و محلول‌پاشی شده با جلبک ۲ گرم در لیتر بود (جدول ۶).

محلول‌پاشی، بستر شاهد محلول‌پاشی شده با جلبک ۱ و ۲ گرم در لیتر نداشت. کمترین مقدار (۱۵/۳۷ درصد) برای بستر خاک و محلول‌پاشی با جلبک (۲ گرم در لیتر) بود (جدول ۶). بیشترین مقدار ترکیب دلتا-۳-کارن (۱۴/۶۶ درصد) برای گیاهان کشت شده در بستر

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر محلول پاشی جلبک دریایی بر اجزاس اسانس مرزه در بسترهای کشت آلی

میانگین مربعات								منابع تغییر	درجه آزادی
آلفا. تریپنول	کاریوفیلین	سابینین	بتا میرسین	بتاپینین	آلفا پینین	آلفا. توجنین	ایزولونگ فولن		
۱/۸۵**	۰/۰۴**	۰/۰۰۷**	۰/۱۴ns	۰/۰۲**	۰/۰۲۷*	۰/۴۸**	۲۴/۶**	۲	بستر جلبک دریایی
۲/۱۱**	۰/۰۱**	۰/۰۰۰۳ ns	۰/۲۵**	۰/۰۱**	۰/۰۸**	۰/۰۹۶ ns	۳/۳۳ ns	۳	بستر×جلبک دریایی
۴/۸۲**	۰/۰۰۸**	۰/۰۰۲**	۰/۳**	۰/۰۱**	۰/۱۷**	۰/۳۳**	۲/۹ns	۶	اشتباه آزمایش
۰/۳۹	۰/۰۰۲	۲×۱۰-۴	۰/۰۶	۱×۱۰-۳	۸×۱۰-۳	۰/۰۵	۳	۱۲	ضریب تغییرات(%)
۱۸/۲۳	۲۲/۰۱	۲۷/۵۲	۲۴/۴۴	۱۶/۴۱	۱۸/۹۳	۲۵/۱۱	۲۶/۸۷		

*, **, ns به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌داری است.

ادامه جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر محلول‌پاشی جلبک دریایی بر اجزا اسانس مرزه در بسترهای کشت آلی

میانگین مربعات							منابع تغییر	درجه آزادی
تیمول	۱۰۳/۶- اوکتاترین	دلتا.۳. کارن	بتا. بیسابولن	گاما تریپین	کامفن	آلفا فلاندرن		
۲۳۷/۹۶**	۲۴/۲۵**	۲۹/۶۹**	۰/۰۳*	۵/۹۵*	۰/۰۱ns	۰/۰۳**	۲	بستر جلبک دریایی
۴۳/۵ ns	۵/۶۵ ns	۸/۹۹ns	۰/۰۶**	۹/۹۰**	۰/۰۱**	۰/۰۲**	۳	بستر×جلبک دریایی
۶۱/۹*	۷/۳۲*	۱۸/۶۵**	۴/۰۴**	۱۵/۲۴**	۰/۰۱**	۰/۰۱**	۶	اشتباه آزمایش
۲۴/۳	۲/۷۲	۴/۹۱	۹×۱۰-۳	۱/۵۶	۵×۱۰-۴	۱×۱۰-۳	۱۲	ضریب تغییرات(%)
۷/۴۳	۲۲/۵	۲۷/۲۴	۱۸/۶۲	۶/۳۳	۲۸/۶۸	۰/۱۱۹		

*, **, ns به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌داری است.

پینوکامفن (۴۲/۵ درصد) و ترنس پینوکامفن (۱۹/۶ درصد) در نتیجه کاربرد جلبک دریایی بدست آمد ولی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با گیاهان شاهد نداشتند. در تحقیق دیگری تاوکیو و همکاران (۲۰۱۶) بیان کردند که کود جلبک دریایی موجب بهبود

نتایج بدست آمده از این تحقیق در رابطه با تأثیر مثبت کاربرد کود آلی و جلبک دریایی بر اجزای اسانس گیاه مرزه با نتایج گزارش شده برای گیاه زوفا (پیرانی و همکاران ۲۰۲۰) مطابقت دارد. آنها اظهار کردند که بیشترین میزان ترکیب بتا-پینین (۳۲/۸ درصد)، سیس-

کمپوست می‌تواند از طریق فراهمی جذب بیشتر فسفر و نیتروژن که در اجزاء تشکیل دهنده اسانس انیسون حضور دارند موجب افزایش میزان اسانس دانه و همینطور افزایش معنی‌دار میزان استراگول در اسانس آن گردد.

میزان ترکیبات بتا-پینن، آلفا- ترپینن و آلفا- فلاندرن اسانس رزماری گردید. علاوه بر کاربرد عصاره جلبک، استفاده از کود آلی ورمی‌کمپوست موجب افزایش اجزای اسانس گردید. در راستای نتایج این تحقیق، درزی و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که افزایش ورمی

جدول ۶- تاثیر بستر آلی و جلبک دریایی بر اجزای اسانس مرزه

تیما	آلفا پینن (%)	بتا پینن (%)	بتا میرسن (%)	سابینن (%)	کاریوفیلن (%)	آلفا ترپینول (%)	آلفا فلاندرن (%)
پسماند قارچ	بدون محلول پاشی	۰/۹۹abc	۰/۶۰bc	۰/۲۲cde	۰/۸۱ef	۰/۵cde	۰/۱۹cd
	جلبک ۵ گرم در لیتر	۰/۵۵d	۰/۳۵fe	۰/۲۲cde	۰/۹۴efcd	۰/۰۶cd	۰/۲۴bc
	جلبک ۱ گرم در لیتر	۰/۷۴cd	۰/۷۳ab	۰/۳۷a	۱/۵۶a	۰/۱۰a	۰/۲۵bc
	جلبک ۲ گرم در لیتر	۰/۱۵e	۰/۱۰g	۰/۲۸cd	۱/۳۰abc	۰/۰۹ab	۰/۳۰b
ورمی کمپوست	بدون محلول پاشی	۱/۱۵ab	۰/۵۹bc	۰/۳b	۱/۴۱ab	۰/۰۷bc	۰/۲۱c
	جلبک ۵ گرم در لیتر	۱/۰۳abc	۰/۷۹a	۰/۲۴bcd	۱/۲۷abcd	۰/۱۱a	۰/۳۹a
	جلبک ۱ گرم در لیتر	۱/۲۸a	۰/۳۹de	۰/۲۰ed	۱/۲۸abcd	۰/۰۴cde	۰/۲c
	جلبک ۲ گرم در لیتر	۰/۸۱bdc	۰/۵۲cd	۰/۱۶e	۰/۶۴ef	۰/۰۶cd	۰/۱۲ed
خاک	بدون محلول پاشی	۰/۷cd	۰/۲۲gf	۰/۰۸f	۰/۸۹cdef	۰/۰۴cde	۰/۲۶bc
	جلبک ۵ گرم در لیتر	۰/۸bcd	۰/۵۰cde	۰/۱۹ed	۰/۸۷efd	۰/۰۳fe	۰/۲c
	جلبک ۱ گرم در لیتر	۰/۶۵cd	۰/۵۷bc	۰/۲۴bcd	۱/۰۷bcde	۰/۰۴cde	۰/۲۶bc
	جلبک ۲ گرم در لیتر	۱/۱۸ab	۰/۶۲bc	۰/۲۵bcd	۰/۵۱f	۰/۰۱f	۰/۱e

حروف مشترک در هر ستون نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD است.

ادامه جدول ۶- مقایسه اثر متقابل بستر آلی و جلبک دریایی بر اجزای اسانس مرزه

تیما	کامفن (%)	گاما ترپینن (%)	بتایسایبون (%)	دلتا-۳ کارن (%)	۱.۳.۶- اوکتاترین (%)	تیمول (%)
خاک	بدون محلول پاشی	۰/۰۵d	۲۱/۶۲a	۰/۳۹d	۷/۳۳bcd	۵/۶۶bc
	جلبک ۵ گرم در لیتر	۰/۰۶bdc	۱۸/۹۷b	۰/۴۱d	۷/۶۶bcd	۴d
	جلبک ۱ گرم در لیتر	۰/۱ab	۲۱/۲۰a	۰/۵۱bcd	۵/۶۶cd	۵bc
	جلبک ۲ گرم در لیتر	۰/۰۹abc	۱۵/۳۷c	۰/۶۶abc	۵d	۱/۳۳d
ورمی کمپوست	بدون محلول پاشی	۰/۰۷abcd	۲۰/۸۱ab	۰/۵۳bcd	۷bcd	۶/۶۶abc
	جلبک ۵ گرم در لیتر	۰/۰۸abcd	۲۰/۸۰ab	۰/۵۳bcd	۹/۶۶b	۶/۳۳abc
	جلبک ۱ گرم در لیتر	۰/۰۹abc	۲۰/۰۵ab	۰/۵۳bcd	۶/۶۶bcd	۵/۳۳bc
	جلبک ۲ گرم در لیتر	۰/۰۹abc	۲۰/۶۰ab	۰/۴۳d	۱۴/۶۶a	۵/۶۶bc
پسماند قارچ	بدون محلول پاشی	۰/۰۵d	۱۶/۵۱c	۰/۵۰cd	۸/۳۳bcd	۵/۶۶bc
	جلبک ۵ گرم در لیتر	۰/۱a	۲۱/۸۵a	۰/۴۱d	۸/۳۳bcd	۵/۳۳bc
	جلبک ۱ گرم در لیتر	۰/۱a	۲۰/۳۲ab	۰/۶۷ab	۹bc	۹a
	جلبک ۲ گرم در لیتر	۰/۰۵d	۱۸/۹۷b	۰/۸۰a	۸/۳۳bcd	۷ab

حروف مشترک در هر ستون نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD است.

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد کودهای آلی مورد استفاده به ویژه ورمی‌کمپوست همراه با غلظت‌های مورد استفاده کود جلبک دریایی باعث بهبود اکثر پارامترهای رشدی، جذب عناصر غذایی و میزان ترکیبات اسانس نسبت به شاهد (بستر خاک بودن کود آلی) شد. می‌توان گفت تیمارهای کودی آلی بدون مخاطرات محیطی و با حفظ پایداری و سلامت سیستم کشاورزی می‌تواند نیازهای غذایی گیاه را تا حدود زیادی برطرف کند و باعث استقرار بهتر میکروارگانیسم‌های خاکزی برای تناوب‌های بعدی باشد. علاوه بر این عوارض کودهای شیمیایی یا حیوانی را نیز ندارند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از ریاست محترم دانشگاه محقق اردبیلی و همکاران عزیز به خاطر قرار دادن امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی کمال سپاسگزاری به عمل می‌آید.

در تحقیق دیگری، مرادی و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود بر روی اثر کودهای بیولوژیک و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه رازیانه دریافتند که کلیه تیمارهای اعمال شده هم بصورت مجزا و هم بصورت ترکیبی بر میزان عملکرد و درصد اسانس و میزان آنتول و لیمونن و استراگول موجود در اسانس اثر معنی داری داشتند.

تامین میزان کافی عناصر نیتروژن و فسفر و همچنین فتوسنتز کافی برای تشکیل ترکیبات ترپینوئیدی ضروری است و با توجه به نتایج حاصل از تحقیقات متعدد در رابطه با کاربرد کودهای آلی روی گیاهان می‌توان نتیجه گرفت که کودهای بکار برده شده از طریق فراهمی جذب عناصر از قبیل نیتروژن، فسفر و آهن و نقشی که این عناصر در تامین آنزیم‌های مورد نیاز گیاه دارند باعث افزایش میزان کلروفیل و بافت‌های فتوسنتز کننده و نهایتاً افزایش اسانس شده‌اند.

نتیجه گیری کلی

منابع مورد استفاده

- Aracnon NQ, Edward CA, Bierman, P. 2006. Influence of vermicomposts on field strawberries: Effect on soil microbiological and chemical properties. *Bioresource Technology*, 97: 831-840.
- Chaudhuri P, Pal TK, Bhattacharjee G and Dey SK. 2021. Nutrient Changes during Vermicomposting by *perioyx excavatus* of the aquatic weed *trapabispinosa*. *Soil Biology and Biochemistry*, 130(2): 257-262. DOI: 10.1016/j.biortech.2006.06.001.
- Carvalho MEA, Castro PRC, Gallo LA and Junior MVCF. 2014. Seaweed extract provides development and production of wheat. *Extrato de alga promove desenvolvimento e produção de trigo*, 7(23): 166-170. DOI:10.5281/zenodo.51607.
- Chbani A, Mawlawi H and Zaouk L. 2013. Evaluation of brown seaweed (*Padina pavonica*) as biostimulant of plant growth and development. *African Journal of Agricultural Research*, 8(13): 1155-1165. DOI: 10.5897/AJAR12.1346.
- Cotteni A. 1980. Methods of plant analysis. In: Westerman R.L. (Ed.), *Soil and Plant Testing*. FAO Soil Bulletin, pp. 64-100.
- Darzi MT, Ghalavand A, Rejali F, Sefidkon F. 2006. Effect of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iran Journal Med Aromatic Plants*, 22(4): 276-292.
- Darzi MT., Hadjseyed Hadi, MR, Rejali F. 2011. Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in Anise (*Pimpinella anisum* L.) *Iran Journal Med Aromatic Plants*, 262:452-465.

- El kaoaua M, Chernane H, Benaliat A and Neamallah L. 2013. Seaweed liquid extracts effect on salvia officinalis growth, biochemical compounds and water deficit tolerance. African Journal of Biotechnology, 72(28): 4481-4589. DOI: 10.5897/AJB2013.12807.
- Gul Shadi ID, Ansari R, Askari S, Sarafzadegan N and Bishtam M. 2018. Awareness, belief and practice towards herbal medicines in the people of Isfahan city. Quarterly Journal of Medicinal Plants, Volume 1, Volume 2: 21-29. DOI: doi.org/10.17795/iji25061.
- Hadian J. 2017. Investigation of the genetic diversity of native Iranian savory species. Horticultural Science Doctoral Dissertation, University of Tehran. Pp. 180. DOI: 10.1186/s43141-023-00526-5.
- Hernandez Jimenez, JE, Nyiraneza J, Fraser TD., Peach Brown H C, Lopez- Sanchez IJ, & Botero-Botero LR. 2020. Enhancing phosphorus release from struvite with biostimulants. Canadian Journal of Soil Science, 101(1): 22-32. doi: 10.1139/cjss-0147-2019.
- Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P and Hodges DM. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. Journal of Plant Growth Regulation, 28:386–399.
- Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P, Hodges DM, Critchley AT, Craigie JS, Norrie J and Prithiviraj B. 2011. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. Journal Plant Growth Regulation, 28:386–399. DOI: 10.1007/s00344-009-9103-x.
- Medina E, Paredes C, Pérez-Murcia MD, Bustamante MA and Moral R. 2019. Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. Bioresource Technology, 100: 4227–4232. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.03.055.
- Moradi R, Nasiri M, Rizvani Moghadam, M, Lekzian P, Nejad A and Azizullah A. 2011, the effect of biological and organic fertilizers on the quantity and quality of essential oil of fennel plant (*Foeniculum vulgare* Mill.), Journal of Horticultural Sciences, 25(21): 25-33.
- Naiji M and Souri, M.K. 2015. Evaluation of growth and yield of savory (*Satureja hortensis*) under organic and biological fertilizers toward organic production. Plant productions, 38(3): 93-105.
- Olfati J, Khasmakhi-Sabet S, Shabani H and Peyvast G. 2022. Alternative Organic. Fertilizer to Cow Manure for French Dwarf Bean Production. International Journal Vegetable Science, 18 (2): 190-198. DOI: 10.1080/19315260.2011.606291.
- Omid Beigi R. 2000. Production and processing of medicinal plants. (3rd volume) Astan Quds Razavi Publications. Pp. 379. (In Persian).
- Pise NM and Sabale AB. 2019. Effect of seaweed concentrates on the growth and biochemical constituents of *Trigonella foenum-graecum* L. Journal of Phytology, 2(4): 50–56. DOI: 10.1155/2016/5973760.
- Pirani H, Ebadi, MT and Rezaei A. 2020. Effect of seaweed fertilizer foliar application on growth parameters, yield, and essential oil content and composition of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 36(3): 376-389.
- Rashtbari M and Alikhani H A. 2013. The effect and efficiency of urban waste compost and vermicompost on the morpho-physiological characteristics and performance of rapeseed under drought stress conditions, Danesh Agriculture and Sustainable Production Journal, 2(2): 114-127.
- Rechinger KH. 1982. *Satureja*. In: Flora Iranica, Graz, Austria, No. 150. DOI: 10.15159/ar.23.011
- Sarani S. 2013. The economic importance of seaweed. Horoscope month. third part, No. 225: 26-27. DOI: 10.1007/978-3-030-91955-9_16.
- Ssykumar C, Norvell WA, Bjorman T and Harman GE. 2011. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol. Applied Environment Microbiology, 65: 2926- 2933. DOI: 10.1128/AEM.65.7.2926-2933.1999.
- Esringu A, Kaynar D, Turan M and Ercisli, S. 2016. Ameliorative effect of humic acid and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on Hungarian vetch plants under salinity stress. Communications.

- Soleimani R and Rajaei M. 2023. The effect of plant growth stimulants on yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.) under drought stress. Journal of Arid Biome, 13(1):123-138.
- Tawfeeq A, Culham A, Davis, F. and Reeves M. 2016. Does fertilizer type and method of application cause significant differences in essential oil yield and composition in rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.)? Industrial Crops and Products, 88: 17-22.
- Walker DJ, Bernal MP. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. Bioresource Technology, 99: 396 - 403.