



Effect of Seaweed Extract and Phosphatebarvar-2 on the Growth, Yield and Essential Oil Content of coriander (*Coriandrum sativum*)

Yazdan Bagerpuore¹, Ghabad Salimi^{2*}, Atefeh Porjabbar³, Zahra Aslani⁴

Received: 29 November 2022 Accepted: 12 April 2023

1- M.Sc. Student, Dept. of Medicinal plant, Kermanshah, ACECR Institute of Higher Education, Kermanshah, Iran.

2-Assist. Prof., Dept. of plant Breeding and Biotechnology, Kermanshah, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran.

3-Assist. Prof., Dept. of Medicinal plant, Kermanshah, ACECR Institute of Higher Education, Kermanshah, Iran.

4-Ph.D. Student, Dept. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.

*Corresponding Author Email: salimi8m@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: The aim of this experiment was to investigate the effect of biofertilizers such as phosphatebarvar-2 and seaweed extract in increasing growth traits, quality and quantity of coriander.

Materials and Methods: This study was carried out as a field experiment in a factorial based on completely randomized design with four replications in the west of Iran in 2016-2017. The first factor was consisted of seaweed extract in three levels (no extract, one percent and two percent) and the second factor was including phosphatebarvar-2 in two levels (inoculation and no inoculation).

Results: The results showed that the interaction between phosphatebarvar-2 and seaweed extract had significant effect on plant height, seed essential oil content, and phosphorus concentration in aerial parts. The highest essential oil content (0.448%) was obtained in the level of % 2 seaweed extract and inoculation with phosphatebarvar-2 fertilizer. The highest (4.962 kg/ha) essential oil yield was obtained in the treatment of inoculation with phosphatebarvar-2 and 1% seaweed extract. Also the highest (3.583%) amount of phosphorus in aerial parts was obtained in the treatment of inoculation by phosphatebarvar-2 and %2 seaweed extract.

Conclusion: The use of phosphate biofertilizer along with seaweed extract can improve the growth traits and quality of essential oil in coriander.

Keywords: Essential Oil Yield, Phosphatebarvar-2, Coriander, Seaweed Extract, Phosphorus



تأثیر کودهای زیستی عصاره جلبک دریایی و فسفات بارور ۲ بر روی رشد، محتوی و عملکرد اسانس گشنیز (*Coriandrum sativum*)

یزدان باقرپور^۱، قباد سلیمی^{۲*}، عاطفه پوجبار^۳، زهرا اصلانی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۲۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه گیاهان دارویی، موسسه آموزش عالی غیر انتفاعی جهاد دانشگاهی کرمانشاه، کرمانشاه ایران

۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

۳- استادیار، گروه گیاهان دارویی، موسسه آموزش عالی غیر انتفاعی جهاد دانشگاهی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۴- دانش آموخته دکتری، گروه علوم باغبانی، گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: salimi8m@yahoo.com

چکیده

اهداف: هدف آزمایش بررسی تأثیر کودهای زیستی فسفات و عصاره جلبک دریایی در افزایش صفات رشدی، کیفیت و کمیت گیاه گشنیز بود.

مواد و روش‌ها: این بررسی به صورت آزمایش مرزعه‌ای در ماهیدشت کرمانشاه، طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۶، بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل عصاره جلبک در سه سطح (بدون عصاره، یک درصد و دو درصد) و فاکتور دوم کود تجاری فسفات بارور ۲ در دو سطح (مایه‌کوبی و بدون مایه‌کوبی) بودند.

نتایج: نتایج نشان داد که اثر متقابل کود فسفات زیستی و عصاره جلبک بر پارامترهای ارتفاع بوته، محتوی و عملکرد اسانس دانه و غلظت فسفر در اندام هوایی معنی‌داری بوده است. بیشترین میزان درصد اسانس (۰/۸۴۴ درصد) در تیمار سطح دو درصد عصاره جلبک و مایه‌کوبی با کود زیستی فسفات بارور ۲ بدست آمد. بیشترین میزان عملکرد اسانس (۴/۹۶۲ کیلوگرم در هکتار) در ترکیب تیماری کود زیستی فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک دریایی یک درصد بدست آمد. همچنین، بیشترین میزان فسفر (۳/۵۸۳ درصد) در اندام هوایی در تیمار مایه‌کوبی با فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک دریایی دو درصد بدست آمد.

نتیجه‌گیری: استفاده از کودهای زیستی فسفات همراه با عصاره جلبک دریایی می‌تواند صفات رشدی، کیفیت و کمیت اسانس را در گیاه گشنیز بهبود ببخشد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد اسانس، کود زیستی فسفات بارور ۲، گشنیز، عصاره جلبک، فسفر

مقدمه

معدنی می‌باشد، از سایر فواید همزیستی با این باکتری‌ها می‌توان به تولید هورمون‌های محرک رشد نظیر اکسین (اکبال و حسنین ۲۰۱۳)، توسعه‌ی سیستم ریشه‌ای (اگامبردیوا و همکاران ۲۰۱۷)، بهبود جذب عناصر غذایی، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و افزایش حلالیت عناصر مغذی نظیر فسفر و پتاسیم اشاره نمود (ریز-کاستیلو و همکاران ۲۰۱۷). در گیاه ذرت مایه‌کوبی شده با *Pseudomonas fluorescens* صفات رشدی از قبیل ارتفاع بوته، بیوماس و عملکرد دانه بترتیب ۲۹ و ۶۰ درصد نسبت به گیاهان مایه‌کوبی نشده افزایش یافت. همچنین بیشترین مقادیر عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاهان مایه‌کوبی شده مشاهده گردید (نام و همکاران ۲۰۰۹).

فسفر به‌عنوان یکی از ضروری‌ترین مواد معدنی برای رشد و توسعه گیاه، در مقادیر قابل توجهی برای انجام نقش‌های مختلف نظارتی، ساختاری و انتقال انرژی مورد نیاز است (لطفی و همکاران ۲۰۱۲). گیاهان فسفات را مستقیماً از طریق ناقلین خود و یا غیر مستقیم از طریق روابط همزیستی با میکروارگانیسم‌های اندوفیت جذب می‌کنند (مالا و همکاران ۲۰۰۴). فسفر غیر قابل استفاده برای گیاه را می‌توان با استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفر^۳ (PSB) به شکل قابل استفاده درآورد (آذرمی و همکاران ۲۰۱۳). کود زیستی فسفات با نام تجاری بارور-۲ از باکتری‌های محرک رشد مانند *Basillus lentus*، *Pseudomonas putida* و ... تشکیل یافته است. که از طریق ترشح اسیدهای آلی و فسفات‌ها موجب تبدیل فرم‌های نامحلول معدنی و آلی فسفر به فرم‌های قابل جذب می‌شوند. اسیدهای آلی از طریق کاهش pH، کلات کردن کاتیون‌ها و رقابت با فسفر جهت اشغال مکان های جذب در خاک، در حلالیت فسفر نقش دارند (چن و همکاران ۲۰۰۶). در تحقیقی گزارش شده است، که در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula dentate*) مایه‌کوبی شده با جنس‌های مختلف باکتری تقویت کننده رشد،

گشنیز با نام علمی (*Coriandrum sativum*) از ارزشمندترین و قدیمی‌ترین گیاهان شناخته‌شده تیره چتریان^۱ است. گیاهی یکساله به ارتفاع ۶۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر و با طول دوره رشد ۱۰۰ تا ۱۲۰ روز و گرمادوست است (امید بیگی ۱۹۹۷). میوه و پیکر رویشی آن به‌عنوان نیرودهنده، هضم‌کننده غذا و مقوی معده به کار می‌رود. برگ گشنیز در معطر ساختن نقل و شیرینی سازی و ترکیبات اسانس آن در صنایع غذایی، آرایشی، بهداشتی و صنایع دارویی به کار گرفته می‌شود (سفیدکن ۱۹۹۹). از اندام هوایی تازه و خشک شده گشنیز در پخت برخی غذاها استفاده می‌شود (دوازده‌مامی و مجنون حسینی ۲۰۰۸).

کودهای زیستی از جمله جدیدترین دستاوردها برای کشاورزی ارگانیک محسوب می‌شود که می‌تواند جایگزین کودهای مرسوم و سنتی در مزارع کشاورزی شوند. کودهای بیولوژیکی، از میکروارگانیسم‌های مفیدی تشکیل شده‌اند که هر یک برای اهداف خاصی مانند تثبیت ازت، رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم، آهن و غیره به‌کار برده می‌شوند. این میکروارگانیسم‌ها معمولاً در محیط ریشه مستقر شده و موجب بهبود جذب عناصر غذایی می‌شوند (ویو و همکاران ۲۰۰۵). امروزه اثبات شده است که این میکروارگانیسم‌ها علاوه بر کمک به جذب عناصر غذایی، موجب کاهش بیماری‌ها، بهبود ساختمان خاک، تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های محیطی می‌شوند (ناگانادا و همکاران ۲۰۱۰). از بین ریزوباکتری‌های تقویت کننده رشد گیاه (PGPRs)^۲ سودوموناس‌ها از مهم‌ترین باکتری‌های ریزوسفری هستند که به دلیل توانایی بالای آن‌ها در رقابت با سایر میکروارگانیسم‌ها برای عناصر غذایی و سازگاری با شرایط محیطی مختلف، در بیشتر محیط‌ها مشاهده می‌شوند (نارولا و همکاران ۲۰۰۶). از ویژگی‌های شاخص این گونه تولید سیدروفور، سیانید هیدروژن و تولید اسیدهای آلی و

³ Phosphate Solubilizing Bacteria

1- Apiaceae

2- Plant growth promoting rhizobacteria

هیومیک و کود زیستی عصاره جلبک دریایی بر گیاه شنبليله گزارش کردند که بیشترین درصد اسانس (۹۷/۰ درصد) در تیمار استفاده از جلبک دریایی بدست آمد. در تحقیق دیگری افزایش عملکرد پیکر رویشی و درصد اسانس در گیاهان نعنای و ریحان با استفاده از جلبک دریایی گزارش شده است. با کاربرد عصاره جلبک دریایی، روی گیاه شنبليله، طول شاخساره، وزن تر و خشک گیاه، محتوای کربوهیدرات، پروتئین‌ها، آمینواسیدهای آزاد، پلی تیمول‌ها و نیتروژن در گیاهان تیمار شده افزایش یافت (پیس و شبیل ۲۰۱۰).

مطالعه کشت گیاهان دارویی همراه با کاربرد کودهای زیستی می‌تواند راه حل مناسبی برای بهبود رشد و عملکرد این گیاهان باشد. بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی توان کود فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک در بهبود رشد و عملکرد اسانس گیاه گشنیز انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در اسفند ماه ۱۳۹۶ در اراضی کشاورزی روستای کنگرگان سفلی دهستان ماهیدشت کرمانشاه در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه و ۵۶ ثانیه شمالی و ۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه و ۵۷ ثانیه شرقی، در ارتفاع ۱۳۴۸ متر از سطح دریا به اجرا در آمد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام گرفت. فاکتور اول شامل کود زیستی فسفات بارور ۲ در دو سطح (مایه‌کوبی و عدم مایه‌کوبی) و فاکتور دوم شامل عصاره جلبک دریایی در سه سطح (بدون عصاره، یک درصد و دو درصد) در ۴ تکرار اجرا گردید. ابعاد کرت‌ها در این آزمایش ۶ متر مربع در نظر گرفته شد که طول هر کرت ۳ متر و عرض آن ۲ متر تعیین گردید و در مجموع ۲۴ کرت مورد استفاده قرار گرفت. خاک مرزعه مورد استفاده در این آزمایش از نوع رسی سیلتی بود که نتایج آنالیز آن در جدول ۱ آمده است. به منظور اجرای دقیق طرح ابعاد زمین بر اساس اندازه و تعداد کرت‌ها و تکرارها گونیا و بند کشی گردید. بر این اساس فاصله بین کرت‌ها ۱ متر و بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. پیش از کاشت بذور، پنج شیار

بیشترین میزان عناصر از قبیل فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، مس و منگنز در مایه‌کوبی با باکتری *Bacillus thuringiensis* مشاهده گردید، درحالی‌که در مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) بیشترین میزان عناصر یاد شده بجز فسفر در مایه‌کوبی با باکتری *Bacillus* sp. مشاهده گردید (آرمادا و همکاران ۲۰۱۴). افزایش بیوماس در کاهوی (*Lactuca sativa*) مایه‌کوبی شده با باکتری *Bacillus* sp. و قارچ میکوریز را به دلیل بهبود جذب عناصر غذایی مانند پتاسیم، کلسیم، فسفر، منیزیم، آهن، روی و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ذکر کردند (دوران و همکاران ۲۰۱۶). مایه‌کوبی با باکتری *Pseudomonas fluorescens* موجب بهبود صفات رشدی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، عملکرد ماده تر و خشک برگ، عملکرد و درصد اسانس در گیاه مریم‌گلی شد (اصلانی و همکاران ۲۰۲۱).

جلبک دریایی یکی دیگر از کودهای زیستی است. که به علت دارا بودن عناصر مغذی از قبیل ازت، فسفر، پتاسیم و برخی از عناصر کم‌مصرف 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 می‌شود (خان و همکاران ۲۰۰۹). جلبک‌ها دارای ترکیبات ضد میکروبی، غنی از پتاسیم، ازت و حاوی برخی از مواد تنظیم‌کننده رشد نظیر جیبرلین و سایتوکینین به‌عنوان تحریک‌کننده رشد هستند (اسماعیلی و همکاران ۲۰۰۸).

پاسخ گیاهان به کاربرد جلبک‌های دریایی متعدد و متنوع هست. این شامل عملکرد بالاتر، افزایش جذب مواد غذایی، تغییر در ترکیب بافت گیاهی، افزایش مقاومت در برابر یخ‌زدگی، بیماری‌های قارچی حمله حشرات، عمر مفید طولانی‌تر میوه‌ها و جوانه‌زنی بهتر بذرها می‌باشند (سریدهار و رنگاسامی ۲۰۱۱). افزایش رشد و عملکرد در گیاهان زراعی، میوه‌ها و سبزیجات بدلیل استفاده از جلبک دریایی توسط محققان زیادی گزارش شده است (ال-متوالی و داوود ۲۰۱۶ و سانتانیلو و همکاران ۲۰۱۸). مفاخری و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی تاثیر اسید

شدند یا به عبارتی محصول رسید، برای نمونه برداری و اندازه گیری فاکتورهای مورد نظر از ۵ خط کاشت موجود در کرت پس از حذف یک ردیف از دو طرف کرت و ۵۰ سانتی متر از هریک از دو انتهای ردیف‌های میانی هر کرت آزمایش به‌عنوان اثرات حاشیه، گیاهان موجود در دو متر مربع نمونه برداری و جهت سنجش پارامترهای مختلف برداشت شدند. ارتفاع ساقه قبل از برداشت نهایی اندازه گیری و میانگین ۱۰ نمونه یادداشت شده از هر کرت به‌عنوان ارتفاع و طول نهایی گزارش شد. تعداد شاخه فرعی نیز هنگام برداشت شمارش و سپس میانگین ۱۰ نمونه اعلام شد. برای محاسبه عملکرد بیوماس از خطوط میانی هر کرت ۱۰ بوته برداشت و توزین گردید، و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون قرار گرفت، سپس عملکرد بیوماس بر اساس میانگین وزن خشک بوته‌ها در هر کرت محاسبه گردید. بدین صورت که میانگین وزن ۱۰ بوته به میزان ۲۵۰ هزار بوته در هکتار تعمیم داده شد. همچنین جهت تعیین عملکرد دانه، از خطوط میانی هر کرت معادل ۲ متر مربع بوته‌ها به روش دستی برداشت و پس از خشک شدن در هوای آزاد کوبیده و پس از جداکردن کاه و کلش و بوجاری بذور عملکرد دانه‌ها در واحد سطح بدست آمد. برای محاسبه وزن هزار دانه از بذره‌های برداشت شده هرکرت ۵ نمونه هزار دانه توزین گردید و میانگین این ۵ نمونه به‌عنوان وزن هزار دانه هر کرت معرفی گردید.

هرکدام به فاصله ۴۰ سانتیمتر با توجه به فاصله ردیف‌ها از یکدیگر در هر کرت ایجاد گردید. کود تجاری فسفات بارور ۲ از شرکت زیست فن آور سبز تهیه گردید. جهت مایه‌کوبی، با توجه به دستورالعمل روی بسته محلول صاف و رقیق شده از کود را آماده کرده و سپس بذرها را در یک ظرف با آن آغشته کرده، تا حدی که بذرها فقط مرطوب گردیدند. سپس با توجه به نقشه طرح تیمارها اعمال و با دقت بصورت دستی کاشته و پوشانده گردید. باتوجه به اینکه سیستم آبیاری از نوع کلاسیک و بارانی بود پس از اتمام کاشت نسبت به آبیاری اقدام گردید. پس از سبز شدن در مرحله ۴ برگه، تراکم کاشت بر اساس ۲۵۰ هزار بوته در هکتار (۴۰ × ۱۰ سانتی‌متر) تنظیم گردید.

به‌منظور اعمال فاکتور دوم، که شامل محلولپاشی توسط عصاره جلبک دریایی بود عصاره جلبک دریایی با نام تجاری WOKOZIM از شرکت BIOSTADT محصول کشور هند تهیه شد. محلول پاشی در دو مرحله اجرا گردید. مرحله اول، قبل از گلدهی بوته‌ها بوسیله سم پاش ۲۰ لیتری و با نسبت‌های تعیین شده محلولپاشی انجام و بدنبال آن پس از ۹ ساعت، آبیاری مزرعه انجام پذیرفت. مرحله دوم محلولپاشی پس از ریزش گل‌ها و تشکیل میوه در چترها انجام گردید. و همانند مرحله قبل آبیاری صورت گرفت. هنگامی که برگ‌ها و ساقه‌ها زرد و چتر و چترک‌های گیاهان به سمت زرد مایل به قهوه‌ای

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

عمق نمونه برداری (Cm)	ازت کل (%)	فسفر (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم (mg.kg ⁻¹)	اسیدیته (pH)	بافت خاک	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	کربن آلی (%)
۰-۳۰	۰/۰۷۷	۱۰	۲۴۲	۷/۸	رسی سیلتی	۰/۹	۰/۷۷

دستگاه کلونجر، عمل استخراج اسانس انجام گرفت. سپس بر حسب وزن خشک دانه گیاه درصد اسانس تعیین شد. عملکرد اسانس از حاصل ضرب درصد اسانس در وزن خشک محاسبه شد. برای اندازه گیری

به منظور تعیین عملکرد اسانس دانه، از دانه‌های برداشت شده هر کرت آزمایشی پس از خشک شدن در سایه، یک نمونه ۲۰۰ گرمی تهیه گردید. ابتدا نمونه‌های انتخابی، خرد شده و به روش تقطیر با آب بمدت ۳ ساعت بوسیله

به سطح دو درصد بود که با سطح یک درصد اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳):

نتایج بدست آمده نشان داد، که کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲، در سطح احتمال یک درصد و استفاده از عصاره جلبک دریایی در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد بیوماس معنی دار شد. درحالی که اثر متقابل این دو این دو عامل بر عملکرد بیوماس معنی دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به سطوح عصاره جلبک دریایی نشان داد که بیشترین میزان عملکرد بیوماس (۶۴۲۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار سطح دو درصد جلبک بدست آمد (جدول ۳). همچنین کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ بر روی عملکرد بیوماس معنی دار بود و از ۵۵۲۰/۸۳ در شاهد به ۶۴۴۳/۵ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (جدول ۳).

نتایج این تحقیق نشان داد که ویژگی‌های رویشی و عملکرد گیاه گشنیز در پاسخ به کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک افزایش یافت. اثرات مفید مایه‌کوبی با ریزو باکتری‌های تقویت کننده رشد با گیاهان ممکن است ناشی از بهبود پارامترهای فیزیولوژیکی نظیر تولید هورمون‌هایی مانند آبسزینک اسید، سایتوکینین و ایندول استیک اسید، بهبود جذب مواد غذایی، و فعال کردن سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی باشد (وروکوندا و همکاران ۲۰۱۶). افزایش رشد و عملکرد گیاه گیاه گشنیز مایه‌کوبی شده با کود زیستی فسفات بارور ۲ که در این تحقیق مشاهده گردید در سایر گیاهان نظیر بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) (زند خاتمی و گالاولی ۱۳۹۷)، نعناع (*Mentha spicata* L.) (زند و همکاران ۲۰۱۷) و برنج (سینگ و همکاران ۲۰۲۰) نیز گزارش شده است. با مطالعه اثر کودهای بیولوژیک بر صفات رشدی گیاه دارویی ریحان، نتایج نشان داد، که کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ به همراه نیتروکسین باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن خشک برگ و عملکرد گیاه شد (ویسانی و همکاران ۲۰۱۲). در تحقیق دیگری کاربرد کود زیستی حاوی میکروارگانیزم‌های محرک رشد (میکوریزا، ازتو باکتر و آزوسپیرلیوم) در گیاه سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis* L) سبب

غلظت فسفر نمونه‌ها پس از هوا خشک کردن و آون خشک شدن (۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت) به وسیله‌ی آسیاب پودر شدند. ۲ گرم از نمونه‌های آسیاب شده انتخاب و با هضم بوسیله اسید نیتریک غلیظ و اسید پر کلریک غلیظ عصاره آنها تهیه گردید. و در نهایت غلظت فسفر با استفاده از روش رنگ سنجی (رنگ زرد مولیبدات وانادات) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس پارامترهای اندازه‌گیری شده در این تحقیق با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ و برای مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. رسم نمودارها بترتیب در محیط Excel انجام شد.

نتایج و بحث

پارامترهای رشدی

بر اساس نتایج بدست آمده، کاربرد کود فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک بر ارتفاع بوته تأثیر معنی‌داری داشته است. همچنین اثر متقابل این دو عامل بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). بر اساس مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل کود زیستی فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک دریایی بر روی ارتفاع بوته مشاهده شد، که بیشترین ارتفاع بوته (۸۶/۷۵ سانتی‌متر) در ترکیب تیماری کود زیستی فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک دریایی دو درصد بدست‌آمد و کمترین ارتفاع بوته (۷۱ سانتی‌متر) در تیمار شاهد (بدون مایه‌کوبی و بدون جلبک دریایی) بدست آمد (شکل ۱).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ بر روی تعداد شاخه فرعی معنی‌دار نشد. درحالی‌که تأثیر عصاره جلبک دریایی بر روی این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده سطوح عصاره جلبک دریایی بر روی تعداد شاخه فرعی نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی به تعداد ۴/۸۳۷ عدد مربوط

هستند که موجب بهبود رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند (شهااتا و همکاران ۲۰۱۱). در راستای نتایج تحقیق حاضر، کاربرد جلبک دریایی بر گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) موجب افزایش پارامترهای رشدی مانند ارتفاع بوته، سطح برگ، قطرساقه، وزن تر و خشک بوته گردید (پیرانی و همکاران ۲۰۲۰). نتایج این آزمایش نشان داد، که افزایش غلظت عصاره جلبک دریایی سبب افزایش رشد و عملکرد گیاه گشنیز گردید که با نتایج (سریده‌ها و رنگاسامی ۲۰۱۱) در گیاه تاج خروس (*Aaranthus roxburghinus*) مطابقت دارد.

افزایش عملکرد کمی ریشه و رشد اندام هوایی گردید (جوان گولیوو و همکاران ۲۰۱۹). در ارتباط با تأثیر جلبک‌های دریایی بر صفات رویشی گیاهان، سازوکارهای مختلفی بیان شده است از جمله اینکه از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه مانند جبریلین، اکسین و سایتوکینین سبب افزایش صفات رویشی گیاه می‌گردند (پاندا و همکاران ۲۰۱۲). محلول پاشی با جلبک دریایی روی نوعی کرفس، ارتفاع گیاه، عملکرد، وزن تر و خشک برگ‌ها را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داد. آنها اظهار کردند که عصاره جلبک دریایی حاوی مقادیر زیادی سایتوکینین، اکسین و عناصر غذایی

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر عصاره جلبک دریایی و مایه‌کوبی با کود زیستی فسفات بارور ۲ بر صفات رشدی، میزان اسانس و غلظت فسفر در گشنیز

میانگین مربعات									
منابع تغییر	درجات آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه جانبی	عملکرد بیوماس	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد اسانس	عملکرد اسانس	درصد فسفر اندام هوایی
تکرار	۳	۲۶-	۱/۶۶	۶۷۴۲۱۲	۱/۵۵۴	۹۸۷۲۲۷/۲	۱/۰۲	۱/۶۵	۱/۰۴
کود زیستی فسفات بارور ۲ (A)	۱	۲۱۱/۸۲-	۱/۲۲۶	۵۱-۷۸۸۲/۶۶۷	۱۵/۰۵۸	۲۷۳۲۷۵-	۱/۰۲۳	۱۷/۲۲۸	۴/۹۲۳
جلبک (B)	۲	۱۸۹/۲۶۷	۱/۴۱۲	۱۵۸۴۲۱۵/۰۴۲	۱۰/۰۷۷	۱۴۲۲۲۲۹/۱۶۷	۱/۰۲۱	۵/۲۷۸	۱/۷۰۴
اثر متقابل (AxB)	۲	۸۱/۷۶۲	۱/۲۷۸	۲۶۵۸۸۲/۷۹۲	۱/۶۵۵	۶۷۸۱۲/۵	۱/۰۱	۱/۳۹۵	۱/۰۷۸
خطای آزمایش	۱۵	۷/۵۲۲	۱/۰۹۵	۲۷۶۹۰۲/۲	۱/۴۵۲	۷۲۲۸۸/۸۸۹	۱/۰۰۲	۱/۰۴۵	۱/۰۱۲
ضریب تغییرات (CV%)		۲/۲۹	۶/۶۷	۸/۷۹	۲/۸۴	۱۰/۹۵	۱۰/۹۲	۵/۱۷	۱۴/۱۷

*** و ** به ترتیب نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثرات ساده عصاره جلبک و فسفات بارور ۲ بر صفات رشدی گیاه گشنیز

تیمار	صفات	تعداد شاخه های جانبی	عملکرد بیوماس (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	وزن هزار دانه (g)
بدون عصاره جلبک	۴/۳۸۵ ^b	۵۵۲۶ ^b	۲۰۶۸ ^b	۱۶/۴۲ ^c	
یک درصد عصاره جلبک	۴/۶۴۲ ^{ab}	۵۹۸۳ ^{ab}	۲۴۰۰ ^b	۱۷/۳۳ ^b	
دو درصد عصاره جلبک	۴/۸۳۷ ^a	۶۴۲۶ ^a	۲۹۰۶ ^a	۱۸/۶۶ ^a	
بدون مایه‌کوبی	۴/۷۳ ^a	۵۵۲۰/۸۳ ^b	۲۱۲۰/۸۳ ^b	۱۶/۷ ^b	
مایه‌کوبی با فسفات بارور ۲	۴/۷ ^a	۶۴۴۳/۵ ^a	۲۷۹۵/۸۴ ^a	۱۸/۲۸ ^a	

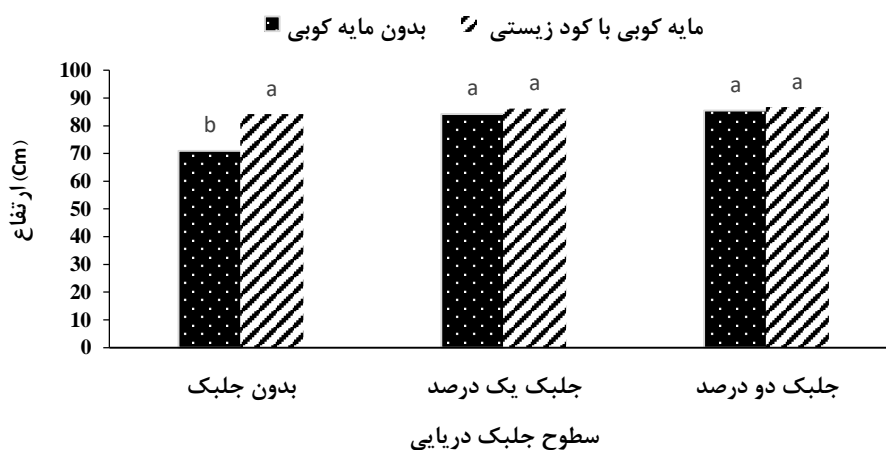
حروف مشابه در مقابل میانگین‌ها در هر ستون نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ بین آنهاست (آزمون دانکن).

عملکرد دانه کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک دریایی بر عملکرد دانه گیاه گشنیز در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری داشته‌اند (جدول ۲).

استفاده از کود زیستی فسفات بارور ۲ عملکرد دانه در هکتار را به میزان ۳۱/۸۲ درصد در مقایسه با گیاهان مایه‌کوبی نشده افزایش داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌های عصاره جلبک دریایی بر روی عملکرد دانه

به‌نوبه خود منجر به افزایش عملکرد دانه گردید. در آزمایشی بر روی گشنیز، تیمارهای کود زیستی همراه با ۳۷/۵ کیلوگرم نیتروژن به‌طور معنی‌داری باعث افزایش تعداد شاخه در بوته، وزن خشک کل، عملکرد میوه گشنیز در مقایسه با شاهد شد (رحیمی و همکاران ۲۰۰۹).

در هکتار نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در هکتار (۲۹۰۶ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۲ درصد جلبک دریایی بدست آمد (جدول ۳). اعمال میکروارگانیزم حل‌کننده فسفات باعث بهبود شرایط رشد، افزایش جذب فسفر و در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز، بهبود رشد و به تبع آن باعث افزایش تعداد چتر، تعداد دانه و این



شکل ۱- مقایسه میانگین ترکیبات کود زیستی فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک دریایی برای ارتفاع بوته حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (به روش آزمون دانکن).

توسط باکتری‌ها و عصاره جلبک دریایی دانست. معمولاً باکتری‌های حل‌کننده فسفات ممکن است از طریق تولید هورمون‌ها، سایدروفورها و غیره بر رشد گیاه تاثیرگذار باشند (هان و همکاران ۲۰۰۶). در تحقیقی با کاربرد کود زیستی سوپر نیتروپلاس بر روی گیاه خار مریم (*Silybum marianum* L.) بیشترین عملکرد دانه (۱۵۹/۴ گرم در متر مربع)، درصد روغن (۱۷/۷ درصد)، و عملکرد روغن (۲۷/۷ گرم در متر مربع) بدست آمد که نسبت به شاهد به ترتیب ۲۴/۹، ۱۲/۵ و ۴۱/۹ درصد افزایش نشان داد (نصیری و جوانمرد ۲۰۲۱).

محتوی اسانس دانه

بر اساس نتایج بدست آمده، اثر متقابل باکتری‌های حل‌کننده فسفات و عصاره جلبک دریایی بر روی درصد اسانس دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین و کمترین درصد اسانس (۰/۴۹۰ و ۰/۲۸۳ درصد)

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفات و عصاره جلبک دریایی در سطح احتمال یک درصد بر روی صفت وزن هزار دانه معنی‌دار بود. استفاده از کود زیستی فسفات بارور ۲ بر وزن هزار دانه را به میزان ۹/۴۶ درصد در مقایسه گیاهان مایه کوبی نشده افزایش داد (جدول ۴-۲). همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین، کاربرد عصاره جلبک دریایی یک درصد و دو درصد وزن هزار دانه را به ترتیب ۵/۸۴ و ۱۳/۶ درصد در مقایسه شاهد افزایش داد (جدول ۳).

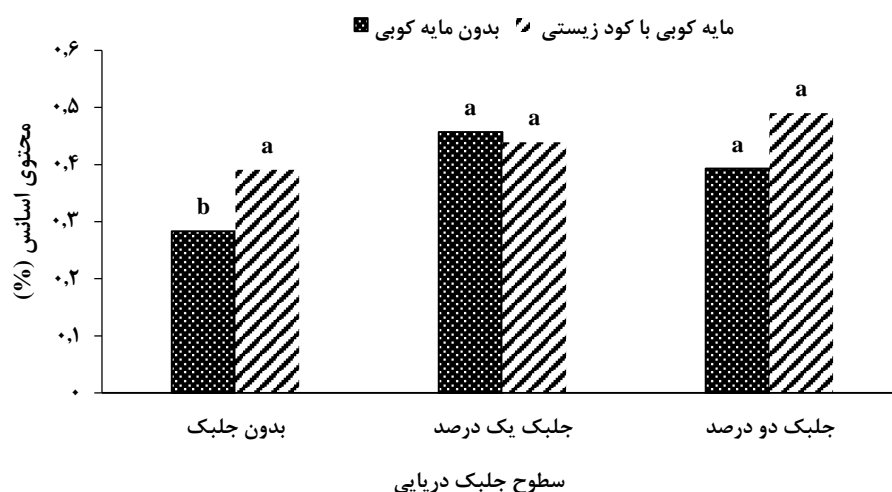
وزن هزاردانه به عنوان یکی از شاخص‌های مهم زراعی بذور گیاهان می‌باشد. این شاخص بیان‌کننده میزان تخصیص مواد غذایی به ازای هر واحد بذر می‌باشد. افزایش وزن هزاردانه را می‌توان مربوط به بهبود تغذیه فسفر و سایر اثرات تحریک‌کنندگی رشد گیاه

باکتری‌های حل کننده فسفات و عصاره جلبک دریایی موجب افزایش عملکرد اسانس شد. به طوری که بیشترین مقدار اسانس مربوط به سطح یک درصد عصاره جلبک و در گیاهان مایه‌کوبی شده به میزان ۴/۹۶ کیلوگرم در هکتار بود که با شاهد (بدون عصاره جلبک و بدون مایه‌کوبی) به میزان ۲/۴۰ کیلوگرم در هکتار، دارای اختلاف معنی دار بود (شکل ۳).

بترتیب در تیمار عصاره جلبک دو درصد و در گیاهان مایه‌کوبی شده و تیمار بدون جلبک و گیاهان مایه‌کوبی نشده مشاهده گردید (شکل ۲).

عملکرد اسانس دانه

کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات و عصاره جلبک دریایی تأثیر معنی‌داری روی عملکرد اسانس داشته اند (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین تیمار با



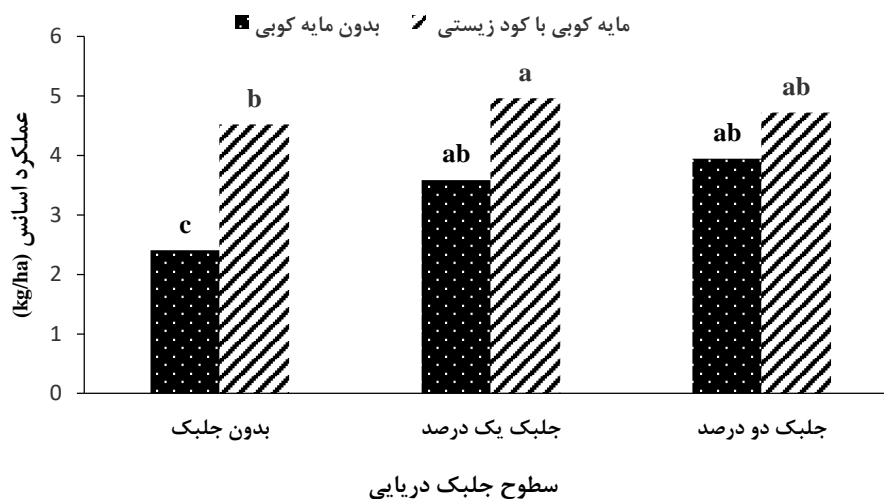
شکل ۲- مقایسه میانگین ترکیبات کود زیستی فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک دریایی برای محتوی اسانس حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (به روش آزمون دانکن).

میلی لیتر در گلدان) در گیاهان مایه‌کوبی نشده مشاهده گردید (اصلانی و همکاران ۲۰۲۱). در تحقیق دیگری کاربرد کود زیستی محتوی میکروارگانیزم های محرک رشد (میکوریزا، ازتوباکتر و آزسپیریلیوم) میزان اسانس گیاه سنبل الطیب را ۶۵٪ افزایش داد (جوان گلیوو و همکاران ۲۰۱۹). مشابه با نتایج این تحقیق، با استفاده از غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی (۱/۰/۵ و ۲ میلی لیتر در لیتر) بیشترین محتوی و عملکرد اسانس در گیاه گشنیز در غلظت ۲ میلی لیتر در لیتر بدست آمد (تورسون ۲۰۲۲). بطور کلی میکروارگانیزم‌های اندوفیت باعث افزایش جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر از طریق افزایش تولید اکسین، سایتوکینین و فعالیت آنزیم فسفاتاز شده و در نتیجه NADPH و ATP مورد نیاز برای بیوسنتز ترکیبات ترپنوئیدی موجود در اسانس‌ها را

نتایج بدست آمده از این تحقیق در رابطه با تأثیر مثبت کاربرد کود آلی جلبک دریایی بر افزایش میزان اسانس گیاه گشنیز با نتایج گزارش شده برای گیاهان دیگر مانند بابونه (خاتمی و همکاران ۲۰۱۹) و زوفا (پیرانی و همکاران ۲۰۲۱) مطابقت دارد. وجود عناصر غذایی از قبیل فسفر، نیتروژن و عناصر ریز مغذی از دلایل اصلی بهبود میزان اسانس گیاهان دارویی در اثر کاربرد جلبک دریایی بیان شده است (چریسارگریس و همکاران ۲۰۱۶). در راستای نتایج این تحقیق، گزارش‌های متعددی در رابطه با استفاده از کودهای زیستی و آلی در افزایش محتوی و عملکرد اسانس در گیاهان دارویی ارائه شده است. برای مثال استفاده از باکتری سودوموناس موجب افزایش عملکرد اسانس گیاه مریم‌گلی گردید به طوری که بیشترین عملکرد اسانس (۲۱/۰ میلی لیتر در گلدان) در گیاهان مایه‌کوبی شده و کمترین میزان این صفت (۱۶/۰

افزایش محتوی و عملکرد اسانس گیاه مریم‌گلی مایه‌کوبی شده با باکتری‌های *P. putida* و *P. fluorescens* نسبت به گیاهان مایه‌کوبی نشده را افزایش تراکم کرک‌های ترش‌حی در برگ گیاهان مایه‌کوبی شده اعلام نمودند.

تأمین می‌نمایند. مشابه نتایج این تحقیق، تأثیر مثبت مایه-کوبی با باکتری‌های ریزوسفری بر میزان اسانس در گیاهان نعنای (بهارتی و همکاران ۲۰۱۴) و رزماری (دهقانی بیدگلی و همکاران ۲۰۱۹) نیز گزارش گردیده است. در تحقیق دیگری قربانپور و همکاران (۲۰۱۴)، علت



شکل ۳- مقایسه میانگین ترکیبات کود زیستی فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک دریایی برای عملکرد اسانس حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (به روش آزمون دانکن).

غلظت فسفر

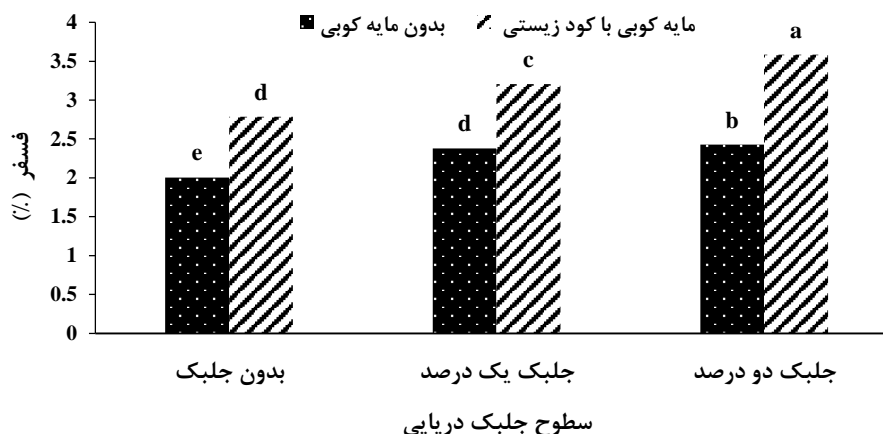
جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل کود زیستی فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک دریایی بر میزان فسفر در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. مقایسات میانگین اثر متقابل این دو عامل بر روی غلظت فسفر اندام هوایی نشان داد که بیشترین میزان فسفر در اندام هوایی (۳/۵۸۳٪) در تیمار مایه‌کوبی با فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک دریایی دو درصد بدست آمد و کمترین میزان فسفر اندام هوایی (۲/۰۰۵٪) در تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۴).

به نظر می‌رسد مایه‌کوبی با کود زیستی فسفات بارور ۲ در این آزمایش در انحلال منابع فسفات موجود در خاک دخالت داشته و همین موضوع باعث بالا رفتن غلظت و مقدار این عنصر در بافت خشک گیاه شده است. در یک آزمایش گلخانه‌ای نشان داده شد که مایه‌کوبی سویا با باکتری‌های حل‌کننده فسفات موجب افزایش غلظت عناصر پتاسیم، فسفر و نیتروژن در اندام هوایی می‌شود

(احمد و همکاران ۲۰۱۳). عناصر غذایی ممکن است به-واسطه تغییراتی که میکروارگانیسم‌ها با ترشح اسیدهای آلی در pH ریزوسفر ایجاد می‌کنند و یا با کلاته شدن مولکول‌های آلی بوسیله سیدروفورهای تولید شده توسط میکروارگانیسم‌ها برای گیاه قابل دسترس‌تر گردند (کاسوتیا و همکاران ۲۰۱۵). مایه‌کوبی گیاهان ذرت (نادم و همکاران ۲۰۰۹) و تربچه (محمد و گوما ۲۰۱۲) با باکتری *P. fluorescens* باعث افزایش میزان عناصر نیتروژن، فسفر، در مقایسه با گیاهان مایه‌کوبی نشده گردید. محلول پاشی با جلبک دریایی روی نوعی کرفس، ارتفاع گیاه، رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، غلظت عناصر پتاسیم، فسفر، و عملکرد را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داد (شهااتا و همکاران ۲۰۱۱). افزایش عملکرد گیاه با استفاده از کود جلبک دریایی با ترکیبات هورمونی به ویژه سایتوکینین‌هایی که در جلبک دریایی وجود دارد، مرتبط است (اسماعیلی و همکاران ۲۰۰۸). بعلاوه، در مطالعات مختلف گزارش شده است زمانی که عصاره

نتیجه موجب به افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (مانکسو و همکاران ۲۰۰۶؛ آلام و همکاران ۲۰۱۳).

جلبک دریایی به صورت محلول پاشی استفاده می‌شود کاربرد آن بر رشد ریشه تأثیر مثبت داشته و گیاهان می‌توانند آب و عناصر غذایی بیشتری از خاک جذب کنند در



شکل ۴- مقایسه میانگین ترکیبات کود زیستی فسفات بارور ۲ و عصاره جلبک دریایی برای درصد اسانس حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد (به روش آزمون دانکن).

سپاسگزاری

با کمال احترام بدین وسیله از مساعدت همکاران محترم در موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کرمانشاه، آزمایشگاه مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی گیاهی دانشگاه آزاد کرمانشاه و آزمایشگاه بخش آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه نهایت قدرانی و سپاسگزاری را دارم.

نتیجه گیری کلی

تأثیر مثبت استفاده از عصاره جلبک و کود زیستی فسفات بارور ۲ سبب افزایش رشد و بهبود عملکرد دانه، محتوی و عملکرد اسانس گردید. تیمار با کودهای آلی از طریق بهبود جذب عناصر غذایی موجب بهبود پارامترهای رشدی گردیده و بدین طریق عملکرد اسانس را بهبود بخشیده است. بنابراین استفاده از کودهای آلی در کنار کودهای شیمیایی موجب افزایش عملکرد گیاهان و سلامت محیط زیست می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Ahmad M, Zahir ZA, Khalid M, Nazli F and Arshad, M. 2013. Efficacy of Rhizobium and Pseudomonas strains to improve physiology, ionic balance and quality of mung bean under salt-affected conditions on farmer's fields. *Plant Physiology and Biochemistry*, 63: 170-176.
- Alam MZ, Braun G, Norrie J, Hodges D M. 2013. Effect of *Ascophyllum* extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry. *Canadian Journal of Plant Science*, 93:23-36.
- Armada E, Roldan A and Azcon R. 2014. Differential activity of autochthonous bacteria in controlling drought stress in native *Lavandula* and *Salvia* under drought conditions in natural arid soil. *Microbial Ecology*, 67:410-420.

- Aslani Z, Hassani A, Abdollahi Mandoulakani B, Barin M and Maleki R. 2021. Effect of Plant Growth-Promoting Microorganisms Inoculation on some Growth and Physiological Parameters and Nutrients Content of Sage (*Salvia officinalis*) Under Salinity Stress Conditions. *Applied Soil Research*, 9(3):104-122.
- Azarmi F, Mozafari V, Abbaszadeh Dehji P and Hamidpour M. 2013. Isolation of *Pseudomonas fluorescens* bacteria from the rhizosphere of pistachio trees and determining some of their growth stimulating properties. *Journal of Soil Biology*, 2(2): 173-186.
- Bharti N, Barnawal D, Awasthi A, Yadav A and Kalra A. 2014. Plant growth promoting rhizobacteria alleviate salinity induced negative effects on growth, oil content and physiological status in (*Mentha arvensis*). *Acta Physiologiae Plantarum*, 36: 45-60.
- Chen YPPD, Rekha AB, Arun FT, Shen WA and Young CC. 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Applied Soil Ecology*, 34: 33-41.
- Chrysargyris A, Panayiotou C and Tzortzakis N. 2016. Nitrogen and phosphorus levels affected plant growth, essential oil composition and antioxidant status of lavender plant (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Industrial Crops and Products*, 83: 577-586.
- Davazdah Imami S and Majnoon Hosseinin N. 2008. "Cultivation and production of some medicinal and spice plants", University of Tehran Publications, Tehran, p. 300.
- Dehghani Bidgoli R, Azarnezhad N, Akhbari M and Ghorbani M. 2019. Salinity stress and PGPR effects on essential oil changes in (*Rosmarinus officinalis* L.) *Agriculture and Food Security*, 8: 1-7.
- Durán P, Acuña JJ, Armada E, López-Castillo OM, Cornejo P, Mora ML and Azcón R. 2016. Inoculation with selenobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi to enhance selenium content in lettuce plants and improve tolerance against drought stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16 (1): 201-225.
- Egamberdieva D, Jabborova D and Hashem A. 2015. *Pseudomonas* induces salinity tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum*) and resistance to *Fusarium* root rot through the modulation of indole-3-acetic acid. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22: 773-779.
- El-Metwally IM and Dawood MG. 2016. Response of faba bean plants to weed control treatments and foliar spraying of some bio-stimulants under sandy soil condition. *International Journal of Pharm. Tech Research*, 9(12): 155-164.
- Ghorbanpour M, Hosseini N, Khodae Motlagh M and Solgi M. 2014. The effects of inoculation with *Pseudomonads* rhizobacteria on growth, quantity and quality of essential oils in Sage (*Salvia officinalis* L.) plant. *Journal of Medicinal Plants*, 13(52): 89-100.
- Han HS, Supanjani D and Lee KD. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant Soil Environ*, 52: 3. 130-136.
- Ismaili A, Bayrami P, Rostaiyan AA, Ghasemi S and Asdian F, 2008. Investigating *Grasslaria* marine plant for treatment of industrial effluents containing nickel ions. *Journal of Medicinal Plants*. 26. pp. 45-52.
- Iqbal A and Hasnain sh. 2013. Auxin Producing *Pseudomonas* Strains: Biological Candidates to Modulate the Growth of *Triticum aestivum* Beneficially. *American Journal of Plant Sciences*, 4: 1693-1700.
- Khatami M and Galavi M. 2019. Effect of drought stress, chemical and biological phosphorus fertilizers on morphological traits, flower and essential oil yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 49(4):175-184.
- 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.
- Javan Gholiloo, M., Yarnia, M., Ghorttapeh, A.H., Farahvash, F. and Daneshian, A.M., 2019. Evaluating effects of drought stress and bio-fertilizer on quantitative and qualitative traits of valerian (*Valeriana officinalis* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 42(13): 1417-1429.

- Loutfy N, El-Tayeb M A, Hassanen A M, Moustafa M FM, Sakuma Y and Inouhe M. 2012. Changes in the water status and osmotic solute contents in response to drought and salicylic acid treatments in four different cultivars of wheat (*Triticum aestivum*). Journal of Plant Research, 125:173–184.
- Malla R, Prasad R, Kumari R, Giang P H, Pokharel U, Oelmüller R and Varma A. 2004. Phosphorus solubilizing symbiotic fungus: *Piriformospora indica*. Endocytobiosis and Cell Research, 15: 579-600.
- Mafakheri S, 2017. Effect of some organic and chemical fertilizers on morphological and biochemical factors of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Journal of Plant Production, 40(3): 27-40.
- Mancuso S, Azzarello E, Mugnai S, Briand X. 2006. Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. Advances Horticultural Sciences, 20:156–161.
- Mohamed H I and Gomma E Z. 2012. Effect of plant growth promoting *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* on growth and pigment composition of radish plants (*Raphanus sativus*) under NaCl stress. Photosynthetica, 50(2): 263-272.
- Nadeem S M, Ahmad M, Naveed M, Imran M., Zahir Z A and Crowley D E. 2016. Relationship between in vitro characterization and comparative efficacy of plant growth-promoting rhizobacteria for improving cucumber salt tolerance. Archives of Microbiology, 198:379–387.
- Nagananda G S, Das A, Bhattacharya S and Kalpana T. 2010. *In vitro* studies on the effects of biofertilizers (Azotobacter and Rhizobium) on seed germination and development of (*Trigonella foenum-graecum* L.) using a novel glass marble containing liquid medium. International Journal of Botany, 6: 394-403.
- Narula N, Deubel A., Gans W, Behl, RK and Merbach W. 2006. Paranodules and colonization of wheat roots by phytohormone producing bacteria in soil. Plant Soil and Environment, 52: 119–129.
- Nasiri Y and Javanmard A. 2021. Yield Components and Qualitative and Quantitative Yield of Milk Thistle (*Silybum marianum* L.) Under Organic and Biological Inputs Application. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 31(1): 1-22.
- Omid Beigi R. 1997. Guidelines for the production and processing of medicinal plants. Volume 2. Publications of Design Designers. 49 p.
- Panda D, Pramanik K and Nayak B R. 2012. Use of seaweed extracts as plant growth regulators for sustainable agriculture. International Journal of Bio-resource and Stress Management, 3(3):404–411.
- 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.
- Pise NM, Sabale AB. 2010. Effect of seaweed concentrates on the growth and biochemical constituents of *Trigonella foenum-graecum* L. Journal of Phytology. 2(4): 50–56.
- Reyes-Castillo A, Gerding M, Oyarzúa P, Zagal E, Gerding J and Fischer S. 2017. Plant growth-promoting rhizobacteria able to improve NPK availability: selection, identification and effects on tomato growth. Chilean Journal of Agricultural Research, 79(3):473-485.
- Sefidkon F. 1999. Investigation of aerial organs and fruits of coriander. Researches on medicinal and aromatic plants of Iran, 38:13-32.
- Santaniello A, Scartazza A, Gresta F, Loreti E, Biasone A and Tommaso D. 2018. Ascophyllum nodosum seaweed extract alleviate drought stress in Arabidopsis by affecting photosynthetic performance and related gene expression. Frontiers in Plant Science, 8: 1362.
- Singh DP, Singh V, Gupta VK, Shukla R, Ratna Prabha R, Birinchi K, Sarma BK and Singh Pate JS. 2020. Microbial inoculation in rice regulates antioxidative reactions and defense related genes to mitigate drought stress. Scientific Reports, 10:18-48.

- Sridhar S and Rengasamy R. 2011. Potential of seaweed liquid fertilizers (SLFS) on some agricultural crop with special reference to protein profile of seedlings. International Journal Development Resarches, 7: 55-57.
- Shehata SM, Abdel-Azem, HS, El-Yazied, AA and El-Gizawy AM. 2011. Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constitutes, yield and its quality of celeriac plant. European Journal of Scientific Research, 58(2): 257-265.
- Tursun AO. 2022. Effect of foliar application of seaweed (organic fertilizer) on yield, essential oil and chemical composition of coriander. PLoS One, 17(6): e0269067.
- Vurukonda SSK, Vardharajula S, Shrivastava M and SkZ A. 2016. Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. Microbiological Research, 184: 13-24.
- Weisany W, Rahimzadeh S and Sohrabi Y. 2012. Effect of biofertilizers on morphological, physiological characteristic and essential oil content in basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(1).
- Wu Q Sh, Zou YN and Xia RX. 2005. Effects of water stress and arbuscular mycorrhizal fungi on reactive oxygen metabolism and antioxidant production by citrus (*Citrus tangerine*) roots. Soil biology, 42: 166-172.
- Zand A, Aroiee H, Chaichi MR and Nemati S H. 2017. Effects of bio-fertilizers on some physiological characteristics, essential oil percentage and yield of spearmint (*Mentha spicata* L.) under deficit irrigation. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(1), 112-125.