

اثر باکتری‌های تامین کننده نیتروژن، فسفر و گوگرد بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

اسماعیل رضائی چپانه^{1*}، علیرضا پیرزاد²، امیر فرجامی³

تاریخ دریافت: 92/06/31 تاریخ پذیرش: 93/08/14

1- استادیار گروه گیاهان دارویی مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه

2- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

3- گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور مرکز نقده

*مسئول مکاتبه: Ismaeil.rezaei@gmail.com

چکیده

کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار به عنوان یک جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی مطرح هستند و می‌توانند باعث بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی شوند. در این راستا، به منظور بررسی اثر کودهای بیولوژیکی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه دارویی زیره سبز آزمایشی در سال 1392 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هشت تیمار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور استان آذربایجان غربی - شهرستان نقده اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ازتو بارور-1 (حاوی باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتو باکتر)، فسفات بارور-2 (باکتریهای حل کننده فسفات از جنس باسیلوس لنتوس و سودوموناس پوتید)، بیوسولفور (باکتریهای اکسید کننده گوگرد از جنس تیوباسیلوس)، ازتو بارور+ فسفات بارور-2، ازتو بارور-1+ بیوسولفور، فسفات بارور-2+ بیوسولفور، ازتو بارور-1+ فسفات بارور-2+ بیوسولفور و شاهد (بدون مصرف کودهای بیولوژیکی) بودند. نتایج نشان داد کاربرد کودهای بیولوژیک منجر به افزایش معنی دار اجزای عملکرد، و عملکرد دانه و اسانس گردید. در این میان تیمارهای ترکیبی نسبت به تیمارهای مصرف جداگانه بیشترین تاثیر را در افزایش صفات مورد مطالعه داشتند. بیشترین عملکرد دانه (550/66 کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (18/71 کیلوگرم در هکتار) به تیمار ترکیبی سه گانه ازتو بارور+ فسفات بارور-2+ بیوسولفور و کمترین مقادیر عملکرد دانه (389/67 کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (9/53 کیلو- گرم در هکتار) به تیمار شاهد اختصاص داشت. به طور کلی، نتایج نشان داد استفاده از کودهای بیولوژیکی اثر معنی داری در بهبود عملکرد کمی و کیفی زیره سبز داشت.

واژه های کلیدی: اسانس، عملکرد اجزای عملکرد، کشاورزی پایدار، گیاه دارویی

Effect of Nitrogen, Phosphorus and Sulfur Supplier Bacteria on Seed Yield and Essential Oil of Cumin (*Cuminum cyminum* L.)

[Ismaeil Rezaei Chiyaneh^{1,3*}, Alireza Pirzad², Amir Farjami³

Received: September 22, 2013 Accepted: November 10, 2014

¹ Assist. Prof., Dept. of Medicinal Plant, Shahid Bakeri Higher Education Center of Miandoab, University of Urmia, Iran.

² Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Iran.

³ Agriculture Department, Payame Noor University of Nagadeh, Iran.

*Corresponding Author: Ismaeil.rezaei@gmail.com

Abstract

Biological fertilizers as an alternative to chemical fertilizers in sustainable agriculture improve the quantitative and qualitative yield of medicinal plants. In order to investigate the effect of biofertilizers on the seed yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.), a field experiment was arranged in a randomized complete block design with three replications and eight treatments at the Agricultural Research Station, Payamenoor University of Nagadeh, Iran in 2013. Treatments included application of Azoto Barvar (Azotobacter), Barvar Phosphate (the combination of *Pseudomonas putida* and *Bacillus lentus*), Biosulfur (Thiobacillus), Azoto Barvar+ Barvar Phosphate, Azoto Barvar+ Biosulfur, Barvar Phosphate+ Biosulfur, Azoto Barvar+ Barvar Phosphate+ Biosulfur and control without biofertilizers. Results indicated that application of biofertilizers enhanced the seed and essential oil yield, and yield components. Among treatments, combined usage of biofertilizers showed the greater increasing in studied traits than individual consumption. The highest yield of seed (550.66 kg.ha⁻¹) and essential oil (18.71 kg.ha⁻¹) were obtained from Azoto Barvar+ Barvar Phosphate+ Biosulfur, and the lowest yield of seed (389.67 kg.ha⁻¹) and essential oil (9.53 kg.ha⁻¹) belonged to control treatment. In general, results of the present study revealed that the application of biological fertilizers plays a remarkable role in improving quantitative and qualitative yield of *Cuminum cyminum*.

Keywords: Essential Oil, Medicinal Plant, Sustainable Agriculture, Yield

مقدمه

شیمیایی روی کمیت و کیفیت ترکیبات مؤثره گیاهان دارویی، بسیاری از شرکت‌های دارویی مواد خام حاصل از نظام‌های پایدار و ارگانیک را ترجیح می‌دهند (کاروبا و همکاران 2002 و گریف 2003). در این راستا، کاربرد کودهای بیولوژیک از جمله راهبردهای نیل به

به دلیل مشخص شدن عوارض جانبی داروهای شیمیایی توجه محافل پزشکی به داروهای گیاهی بیشتر شده است. از طرفی، با توجه به احتمال بروز اثرات منفی ناشی از مصرف بی رویه سموم و کودهای

سیستم ریشه‌ای و بهبود جذب آب در مقابله با شرایط تنش کم آبی نیز نقش موثرتری دارد (علیجانی و همکاران 2001).

بیوسولفور حاوی باکتری‌هایی از جنس تیوباسیلوس⁴ از فعالترین و موثرترین میکروارگانیسم-های اکسید کننده گوگرد می‌باشد. اکسایش گوگرد علاوه بر کاهش اسیدیته خاک (pH) و فراهم نمودن شرایط مناسب جذب فسفر و عناصر کم مصرف (آهن، منگنز، روی و مس)، با تولید اسید سولفوریک موجب بهبود وضعیت تغذیه گیاه می‌گردد. تلقیح خاک با این باکتریها، باعث افزایش سرعت اکسیداسیون گوگرد و جذب این عنصر می‌شود (یادگاری و برزگر 1389؛ صفری سنجانی 1390).

پور هادی (1390) نشان داد که کودهای بیولوژیک نیتروکسین (حاوی مجموعه‌ای از باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن از جنس آزوسپیریلیوم⁵ و ازتوباکتر⁶ و حل کننده فسفات از جنس سودوموناس⁷)، سوپرنیتروپلاس (حاوی باکتری های محرک رشد شامل آزوسپیریلیوم، سودوموناس و باسیلوس⁸) و بیوسولفور نسبت به تیمار شاهد عملکرد کمی و کیفی نعنای فلفلی را بهبود بخشید. استفاده از تیوباسیلوس در کنار کود گوگرد و کود آلی سبب افزایش معنی دار عملکرد ماده خشک و اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه شده است (یادگاری و برزگر 1389). درزی و همکاران (1391) نشان دادند که تلقیح با ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم از نظر وزن هزاردانه و عملکرد دانه، برتری محسوسی در مقایسه با تیمار شاهد داشت. استفاده از کودهای بیولوژیکی نیتروکسین، بیوفسفر (مجموعه‌ای از باکتریهای حل کننده فسفات) و بیوسولفور در گیاه کنجد (جهان و همکاران 1392) و

اهداف کشاورزی ارگانیک است که در سالهای اخیر برای رفع این مشکلات مورد توجه قرار گرفته‌اند.

زیره سبز¹ یکی از گیاهان دارویی ارزشمند از تیر چتریان (Apiaceae) می‌باشد که به دلیل فصل رشد کوتاه (90 تا 110 روز)، نیاز آبی پایین، آفات کمتر و توجیه اقتصادی بالا به طور گسترده در مناطق خشک و نیمه خشک ایران کشت می‌شود (کافی 1381). بیشترین سطح کشت گیاهان دارویی مربوط به زیره سبز با سطحی حدود 18 هزار هکتار با میانگین عملکرد 588 کیلوگرم در هکتار می‌باشد (کافی 1381).

کود بیولوژیک از تو بارور-1 (حاوی باکتری تثبیت کننده نیتروژن از جنس از تو باکتر) از تثبیت کننده‌های اختیاری نیتروژن مولکولی بوده که در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتینیک، بیوتین، ویتامینهای گروه B، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و غیره را دارند که در توسعه سیستم ریشه‌ای نقش مفید و مؤثری دارند و با بهبود جذب آب و عناصر غذایی و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، عملکرد گیاهان زراعی و همچنین ویژگی‌های خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ازتوباکتر همچنین قادر به تولید ترکیبات ضد عوامل بیماریزای گیاهی بوده و در مقابله با بیماری‌ها نیز نقش دارد (اکبری و همکاران 1389).

کود بیولوژیک فسفات بارور-2، حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات از گونه‌های باسیلوس لنتوس² و سودوموناس پوتیدا³ می‌باشد که با ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز قادرند فسفر نامحلول خاک (بویژه در مناطقی که کلسیم خاک بالا باشد) را به فرم محلول قابل جذب گیاه تبدیل کند. همچنین با افزایش دوام سطح برگ (LAD) سبب استفاده بهینه از انرژی خورشیدی و فتوسنتز بیشتر و در نتیجه منجر به عملکرد بالاتر گیاه می‌شود و همچنین به دلیل توسعه

4 - *Thiobacillus* sp.

5 - *Azospirillum*

6 - *Azotobacter*

7 - *Pseudomonas*

8- *Bacillus subtilis*

1- *Cuminum cyminum* L.

2 - *Bacillus lentus*

3 - *Pseudomonas putida*

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کودهای بیولوژیکی از تو بارور-1، فسفات‌ها بارور-2 و بیوسولفور بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی زیره سبز، آزمایشی در سال زراعی 1392-1391 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور استان آذربایجان غربی- شهرستان نقده با طول جغرافیایی 45° و 24° و عرض جغرافیایی 36° و 57° و ارتفاع 1328 متر از سطح دریا، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هشت تیمار اجرا شد. قبل از شروع آزمایش، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق صفر تا 30 سانتی متری خاک نمونه برداری انجام گرفت. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول 1 نشان داده شده است.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	ازت کل (درصد)	هدایت الکتریکی $EC \times 10^3$ (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
410	14/6	1/48	0/83	7/8	44	38	18	رس

با آب مخلوط و روی بذرها اسپری شدند تا یک پوشش کاملاً یکنواخت روی سطح آن‌ها تشکیل شود و سپس بذرها در سایه خشک شدند و عملیات کاشت صورت گرفت.

بیوسولفور (ساخت شرکت فن آوری زیستی مهرآسیا با جمعیت 10^8 عدد باکتری زنده و فعال در هر گرم کود بیولوژیک) نیز از جمله کودهای زیستی است که حاوی باکتری‌هایی از جنس تیوباسیلوس می‌باشد که به صورت پودر می‌باشد که به میزان 7 کیلوگرم در هکتار استفاده شد. برای اطمینان از اثر بخشی آن سه هفته قبل از کاشت به تیمارهای حاوی بیوسولفور مقداری گوگرد جهت فعالیت باکترهای موجود در این کودها اضافه و با خاک مخلوط گردید.

کاشت به صورت جوی و پشته با فواصل ردیفی 30 سانتی‌متر و روی ردیف 5 سانتی‌متر در تاریخ 5

کاربرد ریزوباکترهای محرک رشد گیاه (آزوسپریلیوم و ازتو باکتر) در ذرت (بیاری و همکاران 2008) موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی، و اجزای تشکیل دهنده عملکرد نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) شد. کاربرد باکتری باسیلوس روی گیاه ریحان سبب افزایش عملکرد اسانس و زیست توده ریحان شد و حتی میزان اسانس گیاه را دو برابر افزایش داد (بانچیو و همکاران 2009).

تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، حل کننده فسفات و باکتریهای اکسید کننده گوگرد بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی زیره سبز به مرحله اجرا در آمد تا واکنش این گیاه دارویی در راستای کشاورزی پایدار به کودهای بیولوژیکی مشخص شود.

تیمارهای آزمایش شامل: ازتو بارور(حاوی باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتو باکتر)، فسفات‌ها بارور- 2 (حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات از گونه‌های باسیلوس لنتوس و سودوموناس پوتیدا)، بیوسولفور (باکتریهای اکسید کننده گوگرد از جنس تیوباسیلوس)، ازتو بارور+ فسفات‌ها بارور- 2، ازتو بارور+ بیوسولفور، فسفات‌ها بارور- 2+ بیوسولفور، ازتو بارور+ فسفات‌ها بارور- 2+ بیوسولفور و شاهد (بدون مصرف کودهای بیولوژیک) بودند. بذر گیاه زیره سبز یک ساعت قبل از کشت با کودهای بیولوژیکی فسفات‌ها بارور- 2 و ازتو بارور با نسبتهای مشخص (100 گرم در هکتار) و بر اساس دستورالعمل توصیه شده (ساخت شرکت زیست فناور سبز، شامل 10^8 عدد باکتری زنده و فعال در هر گرم کود بیولوژیک) تلقیح شدند. به این صورت که محتوی بسته

استخراج اسانس زیره سبز به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر انجام شد. بدین منظور، 30 گرم نمونه بذری از هر کرت وزن گردید و پس از آسیاب شدن مختصر در 300 میلی لیتر آب در داخل دستگاه کلونجر به مدت 3 ساعت جوشانده شد تا اسانس آن استخراج شود. سپس درصد اسانس به روش وزنی و عملکرد اسانس براساس حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد اسانس محاسبه گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده از نرم افزار SPSS 16 و مقایسه میانگین‌ها توسط روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین تیمارهای مختلف کود بیولوژیکی از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، درصد اسانس و عملکرد اسانس تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد وجود داشت (جدول 2).

فروردین 1392 انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل هشت ردیف کاشت به طول چهار متر بود. بذور قبل از کاشت جهت حفاظت و پیشگیری در برابر بیماری‌های قارچی توسط سم کاربندازیم ضد عفونی شدند. اولین آبیاری بلافاصله در روز کاشت انجام شد و آبیاری بعدی در زمان استقرار گیاه انجام پذیرفت و به علت شرایط بارندگی در طول فصل رشد و حساس بودن زیره به بیماری بوته میری¹ در طول فصل رشد فقط یک آبیاری تکمیلی در مرحله شروع پر شدن دانه انجام شد. وجین علف‌های هرز به صورت دستی صورت گرفت، به طوریکه مزرعه در طول دوره رشد عاری از علف‌های هرز بود.

برای تعیین اجزای عملکرد در هنگام برداشت 10 بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در هر چتر و وزن هزار دانه اندازه گیری شد. برای تعیین عملکرد پس از حذف دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدای کرت و نیم متر از انتهای کرت به عنوان اثر حاشیه ای بوته‌های موجود در 5/4 مترمربع برداشت شده و عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی تعیین گردید.

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد، اجزای عملکرد بذر و اسانس زیره سبز تحت تأثیر کودهای بیولوژیکی¹

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در هر چتر	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	2	12/12 ^{ns}	23/22 ^{ns}	6/40 ^{**}	0/3 ^{ns}	6356/29 ^{ns}	1430 ^{ns}	0/44 ^{**}	3/83 ^{ns}
تیمار	7	38/73 ^{**}	42/53 ^{**}	6/16 ^{**}	0/63 ^{**}	145982/62 ^{**}	11148/23 ^{**}	0/32 ^{**}	31/72 ^{**}
خطا	14	4/10	8/60	1/14	0/11	17337/29	1260/66	0/04	1/32
ضریب تغییرات (%)		9/95	13	11/27	9/77	12/15	7/74	7/23	8/32

ns و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

مصرف جداگانه و تیمار ترکیبی فسفر بارور- 2 و بیوسولفور تفاوت معنی داری با شاهد نداشتند (جدول 3).

در بین تیمارهای مختلف، تیمار از تو بارور + بیوسولفور بالاترین (25 سانتی متر) و تیمار شاهد (15/67 سانتی- متر) کمترین ارتفاع بوته را دارا بودند. تیمارهای

جدول 3- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد بذر و اسانس زیره سبز تحت تأثیر کودهای بیولوژیک

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در هر چتر	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیکی (کیلو- گرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد اسانس
شاهد	15/67c	18/40 c	8 c	2/83 b	1190 c	389/67 c	2/43d	9/53e
از تو بارور-1	21/65 b	21/30bc	9/27 bc	3/20 b	1396 bc	426/67 bc	2/86 bc	12/17 d
فسفاته بارور- 2	17/93 c	19/33 c	8/33 c	3/16 b	1300 c	403/33 c	2/80 bc	11/54 de
بیوسولفور	16/50 c	18/67 c	8/22 c	3 b	1273/33 c	396/77 c	2/73cd	10/86 de
از تو بارور + فسفاته بارور-2	23 a	26 ab	10/40 b	3/83 a	1633/66 ab	524/66 a	3/20 ab	16/77 ab
از تو بارور-1 + بیوسولفور	25 a	25/67 ab	9/33 bc	3/92 a	1700 a	506 a	3/18 ab	16/20 bc
فسفاته بارور- 2 + بیوسولفور	18/67 bc	22/67 bc	9/90 bc	3/77 a	1600 ab	486/33 ab	3 bc	12/17 c
از تو بارور-1 + فسفاته بارور- 2 + بیوسولفور	24/17a	27/33 a	11/33 a	3/90 a	1776/77 a	550/66 a	3/50 a	18/71a

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد دارند.

مختلف، انواع آنتی بیوتیک ها، سیانید هیدروژن و سیدروفور می‌دانند که با تحریک رشد گیاه و افزایش طول میانگره در نهایت باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شوند (تیلاک و همکاران 2005). رحیمی و همکاران (2013) گزارش کردند که ارتفاع گیاه ریحان در اثر مصرف نیتروکسین افزایش یافت. در تحقیق ویسانی و همکاران (1391) مشخص شد که بالاترین ارتفاع بوته ریحان از تیمار نیتروکسین + فسفاته بارور 2 حاصل شد. سخنگوی و همکاران (2012) در مطالعه خود عنوان کردند که ارتفاع گیاه شوید در تیمار تلفیقی از تو باکتر + آزوسپیریوم + سودوموناس به طور معنی داری افزایش یافت. رضوانی مقدم و همکاران (1392) در پژوهش خود مشاهده نمودند که مصرف کودهای بیولوژیک نیتراژین

علت بالا بودن ارتفاع بوته در تیمارهای تلفیقی می‌تواند به دلیل افزایش توسعه ریشه و بیشتر بودن قابلیت دسترسی ریشه‌های گیاه به عناصر غذایی باشد. کاهش ارتفاع بوته در غیاب تیمار از تو بارور-1 (باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن) نشان‌دهنده تأثیر مثبت نیتروژن در رشد طولی گیاه می‌باشد. با توجه به نتایج جدول تجزیه خاک محل آزمایش (جدول 1)، دلیل درصد پایین نیتروژن خاک، در صورت عدم تامین این عنصر غذایی به اندازه نیاز گیاه، انتظار کاهش رشد طولی ساقه وجود دارد. همچنین، محققین افزایش ارتفاع گیاه در نتیجه کاربرد کودهای بیولوژیکی را ناشی از سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم کننده رشد مانند اکسین‌ها، ترشح اسیدهای آمینه

عملکرد سویا در مزرعه دریافتند که استفاده از کود گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس علاوه بر کاهش pH خاک، قابلیت استفاده عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را نیز افزایش می دهد و از این طریق عملکرد و اجزای عملکرد گیاه بهبود می یابد.

بیشترین تعداد دانه در چتر مربوط به تیمار از تو بارور + فسفر بارور 2 + بیوسولفور به تعداد 11/33 بود و کمترین تعداد آن در تیمار شاهد با 8 عدد به دست آمد. تیمارها به صورت مصرف جداگانه با تیمار شاهد تفاوت معنی داری را نشان ندادند (جدول 3). تعداد دانه در چتر، در حقیقت ظرفیت مخزن گیاه را تعیین می کند و هر چه تعداد دانه بیشتر باشد، گیاه دارای مخزن بزرگتری برای دریافت مواد فتوسنتزی بوده و در نهایت افزایش این صفت منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد. در یک تحقیق مشخص شد که بیشترین تعداد دانه در کپسول سیاهدانه از تیمار ترکیبی آزوسپیریوم و میکوریزا حاصل شد، اما تفاوت معنی داری بین تیمارهای تلقیح با کود بیولوژیک به صورت جداگانه با تیمار شاهد وجود نداشت (خرم دل و همکاران 1389). جهان و همکاران (1389) در بررسی اثرات زمان استفاده از کود دامی و کاربرد انواع کودهای زیستی بر ویژگیهای کمی و کیفی کدو پوست کاغذی دریافتند که بیشترین تعداد دانه در نتیجه استفاده از کود بیولوژیکی نیتراژین (دارای باکتریهای سودوموناس، ازتوباکتر و آزوسپیریوم) به دست آمد. آناندهام و همکاران (2007) گزارش نمودند که تلقیح توأم بادام زمینی با باکتریهای ریزوبیوم و تیوباسیلوس منجر به افزایش تعداد غلاف می گردد.

بیشترین وزن هزار دانه در تیمار ترکیبی سه گانه از تو بارور + فسفر بارور 2 + بیوسولفور با میزان 3/90 گرم به دست آمد، که با تیمارهای ترکیبی دوگانه کودهای ازتوبارور-1، فسفات بارور-2 و بیوسولفور اختلاف معنی داری نشان نداد. کمترین مقدار وزن هزار دانه از تیمار شاهد با میزان 2/83 گرم تولید شد، که این

(حاوی باکتریهای آزوسپیریوم، سودوموناس و از تو باکتر)، نیتروکسین و ورمی کمپوست سبب افزایش ارتفاع بوته مرزه شد.

کمترین تعداد چتر در بوته (18/40 عدد) در تیمار شاهد و بیشترین آن (27/33 عدد) در تیمار ترکیبی سه گانه از تو بارور + فسفر بارور 2 + بیوسولفور به دست آمد. هر چند بین این تیمار با تیمارهای ترکیبی دوگانه اختلاف معنی داری وجود نداشت. با اینکه کاهش تعداد چتر در هر بوته به اندازه کاهش ارتفاع بوته وابسته به کمبود نیتروژن نیست (جدول 3)، ولی به وضوح فقدان باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن کاهش معنی دار در تولید چتر را نشان می دهد. به نظر می رسد رشد رویشی ضعیف تر یکی از عوامل کاهش در تولید اجزای رشد زایشی باشد (جدول 3). بنابراین تلقیح با این کودها به دلیل افزایش دسترسی به عناصر غذایی که عاملی مؤثر در تحریک رشد و فتوسنتز گیاهان می باشد، باعث بهبود شرایط برای رشد، تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش تعداد چتر در بوته زیره سبز شده است. اثرات هم افزایی متقابل باکتریها بر روی یکدیگر نیز عامل دیگری برای افزایش میزان تولید تعداد چتر در بوته گیاه زیره سبز در تیمارهای ترکیبی است. درزی (2012) در تحقیق خود دریافت که کاربرد آزوسپیریوم و ازتوباکتر تعداد چتر در بوته گیاه گشنیز را افزایش داد. در پژوهش دیگری که توسط آبدو و همکاران (2004) بر روی گیاه دارویی رازیانه انجام شده بود، آشکار گردید که کاربرد باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن سبب افزایش معنی دار تعداد چتر در بوته و عملکرد دانه رازیانه نسبت به تیمار شاهد می شود. خرم دل و همکاران (1389) با بررسی اثر تلقیح باکتری‌های محرک رشد بر سیاهدانه اظهار داشتند که تعداد کپسول در بوته سیاهدانه در تلقیح با آزوسپیریوم، ازتوباکتر و میکوریزا به طور معنی داری افزایش یافت. بابایی و همکاران (1391) در بررسی تأثیر کود میکروبی گوگردی بر جذب عناصر غذایی و

افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه زیره سبز شده است. رضوانی مقدم و همکاران (1392) در پژوهش خود مشاهده نمودند که مصرف کودهای بیولوژیک (نیتراژین، نیتروکسین و ورمی کمپوست) سبب افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه مرزه شد. آناندهام و همکاران (2007) اظهار داشتند که تلقیح توأم بادام زمینی با باکتریهای ریزوبیوم و تیوباسیلوس منجر به وزن خشک می‌گردد. رحیمی و همکاران (2013) گزارش کردند که عملکرد بیولوژیک ریحان در اثر صرف نیتروکسین (تلفیق ازتوباکتر و آروسپیریوم) به طور معنی‌داری افزایش یافت. سخنگوی و همکاران (2012) در مطالعه خود عنوان کردند که عملکرد بیولوژیکی شوید در تیمار تلفیقی ازتوباکتر+ آروسپیریوم+ سودوموناس به طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای به صورت مصرف جداگانه و شاهد افزایش یافت.

همانگونه که در جدول 3 مشاهده می‌شود بین تیمارهای ترکیبی دو گانه و سه گانه کودهای بیولوژیکی از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین میزان عملکرد دانه (550/66 کیلوگرم در هکتار) در تیمار ترکیبی سه گانه ازتو بارور+ فسفر بارور 2+ بیوسولفور و کمترین میزان آن (389/67 کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد به دست آمد. در تیمارهای ترکیبی به دلیل اثرات هم افزایی متقابل باکتریها (ازتوباکتر، باسیلوس، سودوموناس و تیو باسیلوس) تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، افزایش حلالیت فسفات غیرمتحرک و کاهش pH خاک و تولید انواع هورمونها و مواد محرک رشد (نظیر سیتوکینین، اکسین، بیوتین و اسید پنتوتنیک)، جذب عناصر غذایی را تحریک می‌کنند و با تأثیرروی فرآیندهای فتوسنتزی سبب بهبود اجزای عملکرد دانه و در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه زیره سبز گردید. خرم دل و همکاران (1392) گزارش کردند که تلقیح با کودهای بیولوژیک (نیتراژین، نیتروکسین و بیوسفور) در گیاه کجند سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد. گیلاویزاده

تیمار نیز با تیمارهای مصرف جداگانه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول 3). چنین به نظر می‌رسد که در شرایط تلقیح با کودهای بیولوژیک در تیمارهای ترکیبی به دلیل افزایش توانایی فتوسنتزی، راندمان انتقال مواد غذایی به دانه افزایش یافته و به تبع آن پر شدن مخازن زایشی گیاه منجر به افزایش وزن هزار دانه شده است (شالان 2005). خرم دل و همکاران (1389) با بررسی اثر کودهای بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه اظهار داشتند بیشترین وزن هزار دانه در تیمار ترکیبی آروسپیریوم و میکوریزا به دست آمد، ولی بین سایر تیمارها از نظر آماری تفاوتی مشاهده نشد. در پژوهشی دیگری که توسط درزی و همکاران (1391) انجام شده بود، مشخص گردید که تیمار مصرف 20 تن کود دامی و همراه با تلقیح با آروسپیریوم سبب افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه گشنیز در مقایسه با تیمار شاهد شد.

بیشترین عملکرد بیولوژیکی از تیمار ترکیبی سه گانه ازتو بارور+ فسفر بارور 2+ بیوسولفور با میانگین (1776/77 کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان آن در تیمار شاهد با میانگین (1190 کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. در عین حال بین تیمارهای ترکیبی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تیمار شاهد با مصرف جداگانه تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. هرچند ازتوبارور-1 (باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن) نسبت به بیوسولفور و فسفات بارور-2 بیوماس بیشتری تولید کرده است (جدول 3). فراهم بودن آب و عناصر غذایی، رشد رویشی مطلوب گیاه را به دنبال داشته و شرط اساسی جهت تولید عملکرد بالا، تولید ماده خشک بیشتر در واحد سطح می‌باشد. چنین به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای بیولوژیک از طریق بهبود فعالیتهای میکروبی خاک و توسعه سیستم ریشه ای باعث بهبود دسترسی و افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه سبب افزایش تولید مواد فتوسنتزی و بهبود ماده خشک گیاهی در گیاه گردیده که این مسئله در نهایت باعث

کننده نیتروژن در کنار باکتری تیوباسیلوس از طریق کاهش اسیدیته خاک (pH) و فراهم نمودن شرایط مناسب جذب عناصر غذایی به خصوص نیتروژن، فسفر و عناصر کم مصرف (آهن، منگنز، روی و مس) موجب افزایش اسانس این گیاه دارویی شدند. رضوانی مقدم و همکاران (1392) در یک بررسی روی مرزه نشان دادند که تیمار ترکیبی نیتراژین، حل کننده فسفات و ورمی کمپوست درصد اسانس را به طور چشمگیری نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. گیلویزاده و همکاران (2013) در تحقیق خود دریافتند که درصد اسانس زنیان در اثر تلقیح بذر با ازتوباکتر و آزوسپیریوم و محلول پاشی با باکترهای مذکور افزایش یافت. یادگاری و برزگر (1389) گزارش کردند که کاربرد توام تیوباسیلوس با گوگرد و ماده آلی باعث افزایش میزان اسانس گیاه داویی بادرنجبویه شد. ویسانی و همکاران (1391) گزارش کردند که بیشترین میزان اسانس ریحان از تیمار نیتروکسین + فسفات بارور 2 حاصل شد.

بالاترین عملکرد اسانس مربوط به تیمار ترکیبی سه گانه ازتو بارور + فسفر بارور 2 + بیوسولفور با میانگین 18/71 کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار شاهد با میانگین 9/53 کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول 3). عملکرد اسانس برآیندی از عملکرد دانه و درصد اسانس دانه می‌باشد. بنابراین بالا بودن عملکرد اسانس در تیمار ترکیبی سه گانه ازتو بارور + فسفر بارور 2 + بیوسولفور به دلیل بالا بودن عملکرد دانه و درصد اسانس در این تیمار می‌باشد. محفوظ و شرف الدین (2007) با بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، سودوموناس و آزوسپیریوم روی گیاه رازیانه بیان کردند که اعمال این تیمارهای کودی باعث افزایش عملکرد اسانس آن شد. در تحقیق فلاحی و همکاران (1388) مشخص شد که بیشترین عملکرد اسانس گیاه دارویی بابونه آلمانی در تیمار باکتری حل کننده فسفات و نیتروکسین (تلفیق ازتوباکتر و آزوسپیریوم) تولید شد. حسین پور و همکاران (1390)

و همکاران (2013) در تحقیق خود دریافتند که کاربرد ازتوباکتر و آزوسپیریوم باعث افزایش عملکرد دانه زنیان شد. در آزمایشی اثرات زمان استفاده از کود دامی و کاربرد انواع کودهای زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی کدو پوست کاغذی مورد بررسی قرار گرفت، نتایج این بررسی نشان داد که کود زیستی نیتراژین سبب افزایش معنی دار عملکرد میوه و دانه شد (جهان و همکاران 1389). بابایی و همکاران (1391) در بررسی تأثیر کود میکروبی گوگردی بر جذب عناصر غذایی و عملکرد سویا در مزرعه دریافتند که استفاده از کود گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس علاوه بر کاهش pH خاک، قابلیت استفاده عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را نیز افزایش داده و از این طریق عملکرد و اجزای عملکرد سویا بهبود یافت. احتمالاً در تحقیق حاضر نیز استفاده از باکتری تیوباسیلوس به همراه باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و باکتریهای حل کننده فسفات شرایط لازم برای جذب بیشتر و بهتر عناصر غذایی را فراهم آورده و با بهبود اجزای عملکرد در نهایت منجر به افزایش عملکرد زیره سبز شده است.

بیشترین درصد اسانس (3/50) در تیمار ترکیبی سه گانه ازتو بارور + فسفر بارور 2 + بیوسولفور مشاهده شد، که با تیمار ترکیبی ازتو بارور + فسفر بارور 2 اختلاف معنی داری نداشت و تیمار شاهد کمترین درصد اسانس (2/43) را تولید کرد. اما سایر تیمارهای اعمال شده با تیمار شاهد از نظر درصد اسانس تفاوت معنی داری را نشان ندادند (جدول 3). شناسایی و مطالعه‌ی عوامل تأثیر گذار محیطی و زراعی بر اعتلای کمیت و کیفیت متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی بسیار حائز اهمیت است (هورنوک 1992). از آنجا که اسانسها ترکیب‌هایی ترپنوئیدی هستند، واحدهای سازنده آنها نیاز مبرم به ATP و NADPH دارند و با توجه به این موضوع که حضور عناصری مانند نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشد، از اینرو، باکتریهای حل کننده فسفات و تثبیت

زیره سبز تاثیر زیادی داشتند. از طرفی اثرات هم افزایی باکتری‌ها بر روی یکدیگر نیز عامل دیگری برای افزایش میزان تولید گیاه زیره سبز در تیمارهای ترکیبی بود. چنین به نظر می‌رسد که استفاده از باکتری تیوباسیلوس در کنار باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و باکتری‌های حل کننده فسفات از طریق کاهش pH خاک توانسته به افزایش قابلیت جذب فسفر و عناصر کم مصرف کمک نماید و منجر به افزایش عملکرد گیاه زیره سبز شوند. در نهایت با توجه به ضرورت تولید این قبیل گیاهان در نظامهای کم نهاده و ارگانیک، به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای بیولوژیک می‌تواند اثرات سودمندی از جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی داشته باشد و به عنوان گزینه ای مناسب در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار در تولید گیاهان دارویی مد نظر قرار گیرد و جایگزینی مناسبی برای نهاده‌های شیمیایی باشد.

گزارش کردند که بیشترین عملکرد اسانس آنیسون با کاربرد سه لیتر در هکتار آرتوباکتر به دست آمد. شکرانی و همکاران (2012) نیز دریافتند که کود بیولوژیک نیتروکسین (تلفیق آرتوباکتر و آروسپیریوم) سبب افزایش معنی دار عملکرد اسانس در گل همیشه بهار شد. گیلاویزاده و همکاران (2013) نیز در گیاه زنیان به نتیجه مشابهی دست یافتند.

نتیجه گیری

در تحقیق حاضر عدم استفاده از کودهای شیمیایی، شاید زمینه را برای افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مورد نظر فراهم کرده و این امر منجر به بهبود سیستم ریشه ای و متعاقباً جذب بهتر عناصر غذایی مورد نیاز برای گیاه شده است. همچنین، تیمارهای ترکیبی دو گانه و سه گانه در مقایسه با مصرف جداگانه کودهای زیستی و تیمار شاهد در بهبود عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی

منابع مورد استفاده

- اکبری پ، قلاوند ا و مدرس ثانوی س ع م، 1389. تأثیر کاربرد سیستمهای مختلف تغذیه‌ای (آلی، شیمیایی و تلفیقی) و کود زیستی بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی آفتابگردان. مجله دانش کشاورزی پایدار. 1(1): 93-83.
- بابایی پ، گلچین ا، بشارتی ح و افضلی م، 1391. تأثیر کود میکروبی گوگردی بر جذب عناصر غذایی و عملکرد سویا در مزرعه. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب). 26(2): 145-151.
- پورهادی م، 1390. بررسی اثر کودهای زیستی روی عملکرد و اسانس نعناع فلفلی. فصلنامه داروهای گیاهی. 2: 148-137.
- جهان م، آریایی م، بهزاد امیری م و احیایی ح ر، 1392. اثر ریزوباکترهای محرک رشد گیاه بر خصوصیات کمی و کیفی کنگد در شرایط استفاده از گیاهان پوششی خلر و شبدر ایرانی. نشریه بوم شناسی کشاورزی. 5(1): 1-15.
- جهان م، نصیری محلاتی م، دانیال سالاری م و قربانی ر، 1389. اثرات زمان استفاده از کود دامی و کاربرد انواع کودهای زیستی بر ویژگیهای کمی و کیفی کدو پوست کاغذی. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. 8(4): 726-737.

حسین پور م، پیرزاد ع ر، حبیبی ح و فتوکیان م ح، 1390. تاثیر کود بیولوژیک نیتروژن دار (آزتوباکتر) و تراکم بوته بر عملکرد و میزان اسانس آنیسون. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، 2(1): 69-86.

خرمدل س، رضوانی مقدم پ، امین غفوری ا و شباهنگ ج، 1392. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک و حجم های مختلف آب در هر نوبت آبیاری بر خصوصیات رویشی و عملکرد دانه کنجد. نشریه بوم شناسی کشاورزی. 5(2): 104-93.

خرمدل س، کوچکی ع ر، نصیری محلاتی م و قربانی ر، 1389. اثر کودهای بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه. نشریه پژوهشهای زراعی ایران، 8(5): 768-770.

درزی م ت، حاج سیدهدادی م ر و رجالی ف، 1391. تأثیر کاربرد کود دامی و باکتریهای محرک رشد بر برخی ویژگی های مورفولوژیک و عملکرد گیاه دارویی گشنیز. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. 28(3): 434-446.

رضوانی مقدم پ، امین غفوری ا، بخشائی س و جعفری ل، 1392. بررسی اثر کودهای بیولوژیک و آلی بر برخی صفات کمی و مقدار اسانس گیاه دارویی مرزه. نشریه بوم شناسی کشاورزی. 5(2): 105-112.

صفری سنجانی ع ا، 1390. بیولوژی و بیوشیمی خاک. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان.

علیجانی م، امینی دهقی م، ملبوبی م ع، زاهدی م و مدرس ثانوی س ع م، 1390. تأثیر سطوح مختلف کود فسفره در تلفیق با کود زیستی فسفات بارور 2- بر عملکرد، مقدار اسانس و درصد کامازولن گیاه دارویی بابونه آلمانی. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. 27(3): 450-459.

فلاحی ج، کوچکی ع و رضوانی مقدم پ، 1388. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی. مجله پژوهشهای زراعی ایران، 7: 127-135.

کافی م، 1381. زیره سبز فناوری، تولید و فرآوری. قطب علمی گیاهان زراعی ویژه. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

ویسانی و، رحیم زاده خویی ف و سهرابی ی، 1391. تأثیر کودهای بیولوژیک بر صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و میزان اسانس گیاه دارویی ریحان. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. 28(1): 73-87.

یادگاری م و برزگر ر، 1389. تأثیر گوگرد و تیوباسیلوس بر قابلیت جذب عناصر غذایی، رشد رویشی و تولید اسانس در بادرنجبویه. فصلنامه داروهای گیاهی. 1: 35-40.

Abdou MAH, El-Sayed, AA, Badran FS and El- Deen RMS, 2004. Effect of planting density and chemical and biofertilization on vegetative growth, yield and chemical composition of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller): I- Effect of planting density and some chemical (Nofatrein) and biochemical (Biogen) fertilizers. Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 42 (4): 1907-1922.

- Anandham R, Sridar R, Nalayini P, Poonguzhali S, Madhaiyan M and Tongmin S, 2007. Potential for plant growth promotion in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cv. ALR-2 by co-inoculation of sulfur-oxidizing bacteria and Rhizobium. *Microbiological Research*, 162: 139- 153.
- Badran FS and Safwat MS, 2004. Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 82: 247-256.
- Banchio E, Xie X, Zhang H and Pare PW, 2009. Soil bacteria elevate essential oil accumulation and emissions in sweet basil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 653–657.
- Biari A, Gholami A and Rahmani HA, 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. *Journal of Biological Sciences*, 8: 1015-1020.
- Carrubba AR, Torre L and Matranga A, 2002. Cultivation trials of some aromatic and medicinal plants in a semi-arid mediterranean environment. *Proceedings of an International Conference on MAP, Acta Horticulture (ISHS)*, 576: 207 – 213.
- Ghilavizadeh A, Taghi Darzi M and Haj Seyed Hadi M, 2013. Effects of Biofertilizer and Plant Density on Essential Oil Content and Yield Traits of Ajowan (*Carum copticum*). *Middle-East Journal of Scientific Research*, 14 (11): 1508-1512.
- Griffe P, Metha S and Shankar D, 2003. Organic production of medicinal, aromatic and dye-yielding plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction, FAO.
- Hornok L, 1992. Cultivation and processing of medicinal plants. *Akademia Kiado, Budapest, Hungary*. Pp, 200-205.
- Mahfouz SA and Sharaf-Eldin A, 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Agrophysics Journal* 21: 361-366.
- Rahimi A, Mehrafarin A, Naghdi Badi H and Khalighi-Sigaroodi F, 2013. Effects of bio-stimulators and bio-fertilizers on morphological traits of basil (*Ocimum bacilicum* L.). *Annals of Biological Research*, 4 (5): 146-151.
- Shalan MN, 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 83: 811-828.
- Shokrani F, Pirzad A, Zardoshti MR and Darvishzadeh R, 2012. Effect of biological nitrogen on the yield of dried flower and essential oil of *Calendula officinalis* L. under end season water deficit condition. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3 (1): 24-34.
- Sokhangoy SH, Ansari KH and Eradatmand AD, 2012. Effect of bio-fertilizers on performance of Dill (*Anethum graveolens* L.). *Iranian Journal of Plant Physiology*, 4 (2): 552-547.
- Taghi Darzi M, 2012. Effects of organic manure and biofertilizer application on flowering and some yield traits of coriander (*Coriandrum sativum*). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4 (3): 103-107.

- Taghi Darzi M, 2012. Effect of biofertilizers application on quantitative and qualitative yield of fennel (*Foeniculum vulgare*) in a sustainable production system. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4 (4): 187-192.
- Tilak KVBR, Ranganayaki N, Pal KK, Saxena R, Shekhar Nautiyal AK, Shilpi C, Tripathi M and Johri BN, 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science, 89: 136-15.