نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۸۹ ، ص. ۴۴-۳۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 24, No. 1, Spring-Summer 2010, P. 38-44
ISSN: 2008 - 4730

ارزیابی اثرکودهای بیولوژیک و شیمیایی بر خصوصیات مورفولوژیکی،عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی زیره سبز(*Cuminum cyminum*)

امیرحسین سعیدنژاد[۱] - پرویز رضوانی مقدم[۲*]

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۲۵
تاریخ پذیرش: ۸۸/۳/۹

چکیده

کودهای بیولوژیک یکی از منابع اصلی تامین عناصر غذایی در کشاورزی پایدار محسوب می‌شوند. به منظور مطالعه اثر کودهای بیولوژیک و مقایسه کارایی آنها با کودهای شیمیایی در گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum*) آزمایشی در سال زراعی ۸۷-۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش بر پایه طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل تلقیح بذور گیاه با باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن (*Azotobacter* و *Azospirillium*) و باکتریهای حل کننده فسفات (*Flurescence pseudomonas*) در تیمارهای منفرد و تلفیقی و همچنین تیمار کود شیمیایی شامل کاربرد ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و ۴۰ کیلوگرم کود فسفاته در هکتار به صورت پیش کاشت و تیمار شاهد بود. نتایج آزمایش حاکی از آن بود که کاربرد کودهای بیولوژیک بطور معنی داری باعث افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه شد. شاخص برداشت اختلاف معنی داری در میان تیمارهای آزمایش نداشت. در بین تیمارهای مورد مطالعه تیمار تلفیقی ازتو باکتر و آزوسپریلیوم با سودوموناس بیشترین افزایش را در اکثر صفات مورد مطالعه داشتند و پس از آن تیمار کود شیمیایی و تیمار ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بیشترین اختلاف را با تیمار شاهد از خود نشان دادند. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب در تیمارهای تلفیقی ازتوباکتر و سودوموناس با ۵۲۷ کیلوگرم در هکتار و در تیمار شاهد با ۳۵۷/۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. بیشترین درصد اسانس نیز در تیمار تلفیقی ازتوباکتر و سودوموناس با ۲/۵۷ درصد و کمترین درصد اسانس در تیمار شاهد با ۲/۴۵ درصد به دست آمد. در مجموع نتایج حاصله از این بررسی نشان داد کاربرد کودهای بیولوژیک دارای نقش قابل توجهی در بهبود صفات عملکرد و اجزاء عملکرد زیره سبز بوده و می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی مورد توجه قرار گیرد.

واژه های کلیدی: زیره سبز، ازتوباکتر، آزوسپریلیوم، سودوموناس، عملکرد

مقدمه

در دهه های اخیر تولید محصولات کشاورزی عمدتاً متکی به مصرف نهاده های شیمیایی بوده که منجر به مشکلات عمده زیست محیطی شده است (۸). تخریب منابع آب و خاک، زوال تنوع زیستی کشاورزی، آلودگی هوا و آب به وسیله آفت کشها، کودهای شیمیایی و افزایش مقاومت آفات و بیماری ها به انواع سموم شیمیایی تنها بخشی از مشکلات زیست محیطی ناشی از کشاورزی رایج مبتنی بر مصرف نهاده های شیمیایی هستند. یکی از راهکارهای رفع این مشکل استفاده از اصول کشاورزی پایدار در بوم نظامهای زراعی می‌باشد (۸). کشاورزی پایدار یک نظام تلفیقی مبتنی بر اصول اکولوژیک است. در این نظام به جای استفاده از نهاده های خارجی نظیر کودهای شیمیایی و آفت کشها از بقایای گیاهی، کودهای دامی، کودهای آلی و بیولوژیک و کنترل بیولوژیک آفات استفاده می‌شود تا ضمن ذخیره مواد غذایی در خاک، علفهای هرز و آفات کنترل شده (۶، ۱۳ و ۲۶) و همچنین تنوع زیستی در مزارع افزایش یابد (۱۲).

از آنجا که مدیریت خاک از عوامل اصلی در نیل به کشاورزی پایدار محسوب می‌شود لذا جایگزینی تدریجی کودهای شیمیایی خصوصا کودهای نیتروژن و فسفات با کودهای بیولوژیک، بشر را در دستیابی به این هدف و تولید پایدار محصولات کشاورزی یاری می‌نماید. مصرف کودهای بیولوژیک بدون نگرانی از اثرات سوء زیست محیطی غالباً موجب بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و حاصلخیزی خاکها را افزایش می‌دهد (۸).

اصطلاح کودهای بیولوژیک منحصرا به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز وغیره اطلاق نمی گردد بلکه

۱و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: rezvani@Ferdowsi.um.ac.ir

ریزموجودات باکتریایی و قارچی و مواد حاصل از فعالیت آنها در رابطه با تثبیت نیتروژن، فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی از مهمترین کودهای بیولوژیک محسوب می‌شوند (۲). این گروه از ریز موجودات علاوه بر افزایش فراهمی عناصر معدنی خاک از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، محلول کردن فسفر و پتاسیم، کنترل عوامل بیماریزا و تولید انواع هورمونهای تنظیم کننده و محرک رشد گیاه عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۸). از مهمترین مزایای باکتریهای محرک رشد گیاه میتوان به تولید هورمونهای تنظیم کننده و محرک رشد گیاه، توسعه سیستم ریشه ای و بهبود جذب آب و عناصر غذایی (۲۰)، بهبود جوانه زنی و ظهور گیاهچه (۱۹)، تأثیر هم افزایی با ریزوبیوم ها، بهبود دسترسی گیاه به فسفر، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن (۱۵)، تولید یونوفورها خصوصا سیدروفورها و تولید برخی ترکیبات آنتی بیوتیک مانند باکتریوسین ها برای کنترل عوامل بیماریزا (۲۹) اشاره کرد. از جمله مهمترین باکتریهای محرک رشد که امروزه در کشاورزی مورد توجه قرار گرفته اند میتوان به جنس ازتوباکتر و آزوسپریلیوم که تثبیت کننده نیتروژن بوده و باکتریهای حل کننده فسفات مانند جنس *Pseudomonas* اشاره کرد.

اکثر مطالعات مربوط به همیاری باکتریها و اثرات آنها در گیاهان عمدتا در رابطه با غلات و گیاهان علفی بوده و تنها تعداد اندکی از مطالعات مربوط به گیاهان دارویی می‌باشد.از جمله گیاهان دارویی که اثر کودهای بیولوژیک روی آنها بررسی شده می‌توان به شوید (۱۸)، سیاهدانه (۲۷)، رازیانه (۱۸)، مرزنجوش (۲۵)، ریحان (۱۰) و آرتمیزیا (۱۷) اشاره کرد.

در مطالعه ای که به منظور بررسی اثر تلقیح گیاه دارویی بشقابی (*Scutellaria integrifolia*) با مایکوریزا توسط جوشی و همکاران (۱۶) انجام شد تلقیح باعث افزایش رشد ریشه و به طور کلی افزایش توان رشد گیاه در خاکهای با مقادیر کم فسفر گردید. در بررسی دیگری که توسط لیتی و همکاران (۲۲) بر روی گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis*) انجام شد تلقیح با باکتری ازتوباکتر باعث افزایش درصد اسانس گردید. استفاده از کودهای بیولوژیک حاوی باکتریهای ازتوباکتر و آزوسپریلیوم در گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis*) باعث افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندامهای هوایی گیاه شد (۳۱). در گیاه دارویی پروانش (*Caharanthus roseus*) تلقیح گیاهچه ها با باکتری (*Pseudomonas flurescence*) باعث افزایش میزان بیوماس تولیدی و میزان آلکالوئید گیاه در شرایط تنش آبی گردید (۹). همچنین نتایج بررسی راتی و همکاران (۲۴) نشان داد که کاربرد تلفیقی قارچ مایکوریزا با باکتری های آزوسپریلیوم و باسیلوس باعث افزایش میزان بیوماس تولیدی در گونه ای گیاه دارویی علف لیمو (*Cymbopogon martinii*) گردید. در گیاه دارویی آویشن باغی(*Thymus vulgaris*) نیز کاربرد کودهای بیولوژیک باعث افزایش معنی داری در رشد گیاه شد (۳۳).

زیره سبز با نام علمی(*Cuminum cyminum*) (گیاهی از خانواده چتریان (Apiaceae)، یکساله و علفی است که ارتفاع بوته آن بسته به شرایط محیطی بین ۱۵ تا ۵۰ سانتیمتر می‌باشد (۳). قسمت مهم و مورد استفاده گیاه میوه آن است که شامل روغن(۷٪) رزین (۱۳٪) اسانس (۲/۵ تا ۴٪) و آلورون است (۴). این گیاه علاوه بر مصارف دارویی و غذایی در صنایع آرایشی و بهداشتی نیز کاربرد دارد. همچنین اسانس آن دارای خاصیت آنتی اکسیدانی بوده و در بسیاری از کشورهای دنیا توجه ویژه ای به آن معطوف شده است (۵). زیره سبز به عنوان یکی از مهمترین گیاهان دارویی اهلی در کشور ما شناخته شده است. در حال حاضر در استانهای خراسان، یزد، اصفهان و کرمان کشت شده و سال به سال بر اهمیت و سطح زیر کشت آن افزوده می‌شود (۵).

با توجه به لزوم انجام تحقیقات در زمینه استفاده از روشهای جایگزین مصرف کودهای شیمیایی و از آنجا که تحقیقات در زمینه اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی در ایران بسیار محدود بوده است و نیز با توجه به جایگاه و اهمیت زیره سبز به عنوان یکی از مهمترین گیاهان دارویی کشور از نظر اقتصادی، دارویی و صادراتی این تحقیق با هدف بررسی اثر کودهای بیولوژیک مختلف بر عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی زیره سبز انجام گرفت.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی ۲۸ ْ۵۹ شرقی و عرض جغرافیایی ۱۵ َ۳۶ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) اجرا شد. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم و دو دیسک عمود بر هم و تسطیح زمین با استفاده از لولر و ایجاد ردیفها در اسفند ماه انجام شد. قبل از کاشت از نقاط مختلف زمین نمونه برداری خاک انجام و تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش انجام شد و درصد عناصر اصلی آن تعیین گردید (جدول ۱). کاشت به صورت جوی و پشته ای و در دوطرف پشته ها با فاصله روی ردیف ۴ سانتیمتر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتیمتر در تاریخ ۱۲ اسفند انجام شد.رقم مورد استفاده توده محلی مشهد بود. تیمارهای مورد مطالعه شامل ۱- مخلوط باکتری های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم، ۲-باکتری حل کننده فسفات از جنس(*Pseudomonas Flurescence*) ، ۳- مخلوط باکتری های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم و حل کننده فسفات، ۴ -کود شیمیایی به میزان ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و ۴۰ کیلوگرم کود فسفره در هکتار و ۵-تیمار شاهد (بدون تلقیح باکتری و مصرف کود) بود.

جدول ۱- بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	نیتروژن قابل دسترس(ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	pH	EC(دسی زیمنس برمتر)	ماده آلی(٪)
سیلتی-لومی	۱۵/٤	۱۳/۷	۱۱۹	۷/۹	۲/۲۳	۰/۸۳

به منظور اعمال تیمارهای اول و سوم آزمایش در زمان کاشت بذور با کود بیولوژیک نیتروکسین به میزان ۲ لیتر در هکتار به خوبی آغشته شدند. همچنین محلول باکتری *Pseudomonas flurescence* با آب به نسبت ۲۵ گرم مایه تلقیح به ازاء ۲ کیلوگرم بذر تهیه و با بذور به خوبی مخلوط شدند. تیمارهای ترکیبی نیز به همین صورت اعمال و تیمار کود شیمیایی به صورت پیش کاشت (یک روز قبل از کاشت) و شامل ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و ۴۰ کیلوگرم کود فسفاته در هکتار اعمال گردید. پس از تلقیح، بذور به سایه منتقل شده و به دور از نور خورشید خشک شده و بلافاصله پس از خشک شدن کشت بذور انجام شد.

کاشت در کرتهایی به ابعاد ۴×۳متر انجام و در هر کرت ۶ ردیف کشت گردید. تراکم در نظر گرفته شده ۵۰ بوته در متر مربع بود. اولین آبیاری در روز بعد از کاشت (۸۶/۱۲/۱۳) و به روش سیفونی انجام و به منظور حصول اطمینان از سبزشدن یکنواخت آبیاری دوم به فاصله ۴ روز پس از آبیاری اول انجام شد. آبیاری های بعدی در فواصل ۱۰ روزه اعمال گردید. عملیات وجین علفهای هرز نیز در سه مرحله و به صورت دستی انجام شد. در مرحله گلدهی حمله قارچ (*Fusarium oxysporum*) عامل بیماری بوته میری که در زراعت زیره سبز بسیار شایع است به بوته های در حال رشد مشاهده شد و میزان خسارت حدود ۲۵٪ برآورد گردید. برداشت بوته ها در تاریخ ۱۳۸۷/۳/۲۸ و پس از ظهور علائم رسیدگی انجام شد.

برای تعیین اجزاء عملکرد در هنگام برداشت پنج بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در هر چتر، تعداد دانه در هر بوته و وزن هزار دانه اندازه‌گیری و شمارش 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 بوته های موجود برداشت شده و عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تعیین گردید. از دانه های تولید شده در هر کرت به طور تصادفی ۵۰ گرم نمونه برداشت شده و برای تعیین درصد اسانس مورد استفاده قرار گرفت. به منظور استخراج اسانس از نمونه های تهیه شده از روش تقطیر با بخار آب توسط دستگاه کلونجر استفاده شد و درصد اسانس مربوط به هر نمونه تعیین گردید.

داده های حاصل با استفاده از نرم افزار .SAS Inst، 2002 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

همان گونه که در جدول ۳ آمده است عملکرد دانه در اثر تلقیح با تیمارهای مختلف نسبت به تیمار شاهد افزایش قابل توجهی را نشان داد. در زیره سبز اجزاء عملکرد دانه شامل تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه و تعداد بوته در واحد سطح می‌باشد. در تمامی تیمارهای مورد مطالعه افزایش در اجزاء عملکرد مشاهده گردید و در نتیجه عملکرد دانه نیز نسبت به تیمار شاهد بهبود یافت. ضمن اینکه با توجه به مواجهه گیاه با حمله بیماری بوته میری که در مواردی باعث از بین رفتن کل محصول می‌گردد گیاه توانسته است عملکرد مناسبی را تولید کند. بیشترین عملکرد دانه در تیمار تلفیقی تلقیح با باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده فسفات (۵۲۷ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد و پس از آن تیمارهای ازتوباکتر و آزوسپریلیوم (۴۹۲/۶ کیلوگرم در هکتار)، کود شیمیایی (۴۶۴ کیلوگرم در هکتار) و باکتری حل کننده فسفات (۴۰۲/۶ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد را در مقایسه با تیمار شاهد (۳۵۷/۶ کیلوگرم در هکتار) تولید کردند. تلقیح با کودهای بیولوژیک باعث افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش تولید مواد فتوسنتزی شده و عملکرد دانه را بهبود بخشید. شالان (۲۷) در بررسی اثر تلقیح با باکتریهای ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس فلورسنت بر روی عملکرد سیاهدانه افزایش عملکرد دانه را در تیمارهای مختلف نسبت به تیمار شاهد گزارش کرد. تلان و همکاران (۳۰) نیز گزارش کردند که تلقیح بذور رازیانه با ازتوباکتر باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد گردید. در بحث شاخص برداشت نیز بین تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. به نظر می‌رسد تیمارهای مورد بررسی اثر مشابهی بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (بدون دانه) گیاه زیره سبز داشته که در نهایت نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک (شاخص برداشت) از این تیمارها متأثر نشده است.

بین تمامی تیمارهای مورد مطالعه و تیمار شاهد از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۳). هرچند بین تیمارهای ازتو باکتر، ازتوباکتر و سودوموناس و کود شیمیایی اختلاف معنی داری وجود نداشت اما بیشترین ارتفاع بوته در تیمار تلقیح با ازتوباکتر و سودوموناس (۲۱/۶ سانتیمتر) بدست آمد و پس از آن تیمارهای ازتوباکتر، کود شیمیایی و سودوموناس بیشترین ارتفاع را نسبت به تیمار شاهد داشتند. از آنجا که این باکتریها باعث تحریک رشد گیاه شده و ارتفاع بوته ها را افزایش داده اند و نیز با توجه به اینکه رشد به میزان زیادی به مقدار رطوبت در دسترس گیاه وابسته است بنابراین به نظر می‌رسد که این کودها با افزایش رشد ریشه و میزان آب قابل جذب برای گیاه باعث افزایش رشد و در نتیجه ارتفاع بوته ها شده اند.

جدول ۲- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) عملکرد و اجزاء عملکرد زیره سبز

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	ارتفاع بوته	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه	شاخص برداشت	درصد اسانس	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۲۹/۴۰^{ns}	۶۷۴/۰۶^{ns}	۱/۰۶^{ns}	۰/۴۶^{ns}	۴/۰۶^{ns}	۱۲۱۸/۴۶^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۱۱^{ns}
تیمار	۴	۱۳۷۶۰/۹۰**	۷۱۴۱۸/۵۰**	۲۹/۵۰**	۳۷/۱۶**	۷/۸۳*	۸۸۵۱/۱۶**	۰/۰۳*	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۱۱/۰۱**
خطا	۸	۱۲۰/۶۵	۱۹۷/۱۵	۰/۹۰	۱/۲۱	۱/۴۸	۴۳۳/۹۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۱۳

* و **: به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱ ٪ و ns نشانه عدم وجود اختلاف معنی دار می‌باشد

جدول ۳- مقایسات میانگین های عملکرد و اجزاء عملکرد زیره سبز تحت تأثیر تیمارهای مختلف

تیمار	عملکرد دانه (kg/h)	عملکرد بیولوژیک (kg/h)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه (g)	شاخص برداشت
ازتو باکترو آزوسپریلیوم	۴۹۲/۶^{b}	۱۰۷۷/۰^{b}	۲۰/۶^{a}	۱۶/۶^{b}	۱۰/۶^{a}	۱۷۷/۶^{a}	۳/۰۲^{a}	۰/۴۵
سودوموناس	۴۰۲/۶^{d}	۸۹۲/۳^{d}	۱۷/۰^{b}	۱۳/۰^{c}	۹/۳^{a}	۱۲۴/۶^{b}	۲/۹۴^{a}	۰/۴۵
ازتوباکتر+سودوموناس	۵۲۷/۰^{a}	۱۱۷۲/۰^{a}	۲۱/۶^{a}	۱۹/۳^{a}	۱۱/۰^{a}	۲۱۲/۶^{a}	۳/۰^{a}	۰/۴۵
کود شیمیایی	۴۶۴/۰^{c}	۱۰۴۵/۳^{c}	۲۰/۰^{a}	۱۷/۰^{b}	۱۰/۳^{a}	۱۷۵/۰^{a}	۲/۹۵^{a}	۰/۴۴
شاهد	۳۵۷/۶^{e}	۷۸۵/۰^{e}	۱۴/۰^{c}	۱۰/۳^{d}	۷/۰^{b}	۷۳/۳^{c}	۲/۷۴^{b}	۰/۴۵

*- در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون (۵٪) Lsd اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند

اثرات هم افزایی متقابل که در نتیجه کاربرد تلفیقی این ترکیبات به دست می‌آید نیز دلیل دیگری بر افزایش رشد و ارتفاع گیاه در تیمارهای ترکیبی است. تحریک رشد گیاه در اثر تلقیح با باکتری های محرک رشد در نتایج تحقیقات میگاهد و همکاران (۲۳)، شالان (۲۷) و کوپتا و همکاران (۱۰) نیز گزارش شده است.

نتایج آزمایش نشان داد بین تمام تیمارهای مورد بررسی و تیمار شاهد از نظر تعداد چتر در بوته اختلاف معنی داری وجود دارد. بطوریکه بیشترین تعداد چتر در هر بوته در تیمار تلفیقی ازتوباکتر و سودوموناس (۱۹/۳ چتر در هر بوته) بدست آمد و پس از آن تیمارهای کود شیمیایی، ازتوباکتر و سودوموناس بیشترین تعداد چتر در بوته را تولید نمودند. بین تیمار ازتو باکتر و کود شیمیایی اختلاف معنی داری مشاهده نشد. افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس گیاه به خصوص نیتروژن و فسفر باعث تحریک رشد گیاه و افزایش رشد سبزینگی و تعداد چتر در هر بوته می‌شود. احتمالا ترشح ترکیبات و هورمونهای محرک رشد توسط باکتریهای مورد استفاده نیز در تحریک رشد گیاه و افزایش تعداد چتر در بوته نقش داشته اند. نتایج بدست آمده از آزمایشات سایر محققین نیز نشان می‌دهد افزایش فراهمی نیتروژن برای گیاه باعث افزایش تعداد چتر در بوته در زیره سبز می‌شود (۱، ۵ و ۷). در شاخص تعداد دانه در هر چتر بین تمامی تیمارهای اعمال شده با تیمار شاهد اختلاف معنی داری مشاهده شد هر چند در بین تیمارهای کودهای بیولوژیک و شیمیایی اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۳). یافته های سایر محققین حاکی از بی تأثیر بودن افزایش میزان نیتروژن بر تعداد دانه در هر چتر می‌باشد (۱، ۷ و ۱۴).

از آنجا که تعداد چتر در هر بوته یا تعداد دانه در هر چتر به تنهایی نمی توانند فاکتورهای مناسبی برای تعیین موفقیت گیاه در تولید دانه و عملکرد بیشتر باشند، استفاده از شاخص تعداد دانه در هر بوته می‌تواند برای مقایسه عملکرد زیره سبز در شرایط مختلف مفید باشد. تعداد دانه در بوته به صورت حاصلضرب تعداد چتر در بوته با تعداد دانه در هر چتر بدست می‌آید که نشاندهنده تعداد کل دانه های هر بوته می‌باشد. بین تمامی تیمارهای مورد بررسی با تیمار شاهد اختلاف معنی داری در تعداد چتر در بوته وجود داشت. در درون تیمارها نیز بین تیمارهای ازتوباکتر (۱۷۷/۶)، ازتوباکتر و سودوموناس (۲۱۲/۶) و کود شیمیایی (۱۷۵) با تیمار سودوموناس (۱۲۴/۶) اختلاف معنی دار مشاهده شد (جدول ۳). افزایش میزان فراهمی عناصر غذایی و همچنین اثرات محرک باکتریهای تحریک کننده رشد گیاه باعث

افزایش توان رشد و در نتیجه افزایش تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر در گیاه گردید و به دنبال آن تعداد دانه در بوته نیز افزایش معنی داری را با تیمار شاهد نشان داد.افزایش تعداد دانه در بوته ناشی از مصرف کود نیتروژن قبلا نیز گزارش شده است (۷).

بین تمام تیمارهای اعمال شده با تیمار شاهد در وزن هزار دانه اختلاف معنی دار مشاهده شد. اما درون تیمارهای کودهای بیولوژیک و شیمیایی (۲/۹۵ گرم) وزن هزار دانه اختلاف معنی داری را نشان نداد (جدول ۳). به نظر می‌رسد افزایش عرضه عناصر غذایی و مواد فتوسنتزی به خصوص در مرحله پر شدن دانه باعث بهبود میزان مواد ذخیره شده در دانه و در نتیجه افزایش وزن هزار دانه شده است. هر چند نتایج احترامیان (۱) و ناصری پور یزدی (۷) حاکی از بی اثر بودن مصرف کود نیتروژنه بر وزن هزار دانه است.

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود کاربرد کودهای بیولوژیک به طور معنی داری عملکرد بیولوژیک را افزایش داد و تیمار تلفیقی باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده فسفات بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۱۷۲ کیلوگرم در هکتار) را تولید نمود. پس از تیمار تلفیقی تیمار باکتریهای ازتوباکتر و آزوسپریلیوم (۱۰۷۷ کیلوگرم در هکتار) و تیمار کود شیمیایی (۱۰۴۵/۳کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد را تولید کردند و بعد از آنها تیمار باکتری سودوموناس فلورسنت منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک در مقایسه با تیمار شاهد گردید. به نظر می‌رسد که تلقیح با باکتریهای محرک رشد با افزایش رشد ریشه ها باعث افزایش فراهمی آب و مواد غذایی شده و رشد رویشی و زایشی گیاه را افزایش داده و باعث تولید بیشتر ماده خشک در واحد سطح و در نتیجه تولید عملکردهای بالاتر شد. همچنین کاربرد باکتریهای ازتوباکتر و آزوسپریلیوم به صورت ترکیبی با باکتری سودوموناس ضمن داشتن قابلیت تحریک رشد گیاه به علت اثرات سینرژیستی دو باکتری بر روی یکدیگر باعث بهبود مضاعف رشد گیاه شد. افزایش عملکرد بیولوژیک در نتیجه تلقیح با کودهای بیولوژیک با نتایج حاصل از تحقیقات واندبروک (۳۲)، دوبلیر(۱۱) و لمبرچت و همکاران (۲۱) نیز مطابقت دارد.

همانطور که در جدول ۲ نیز مشخص است کاربرد کودهای بیولوژیک به صورت منفرد و تلفیقی و نیز کاربرد کود شیمیایی باعث افزایش معنی داری در درصد اسانس حاصله از دانه گیاه زیره سبز نگردید. هر چند که بین تیمارهای مختلف از نظر درصد اسانس تولیدی اختلاف وجود داشت.بیشترین درصد اسانس در تیمار ترکیبی ازتوباکتر و سودوموناس (۲/۵۷ درصد) به دست آمد و پس از آن تیمار کود شیمیایی (۲/۵۴ درصد) بیشترین درصد اسانس را تولید کرد. به نظر می‌رسد که افزایش میزان فراهمی عناصر غذایی برای گیاه و نیز افزایش رشد توسط باکتریهای محرک رشد در زیره سبز عمدتا بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه تأثیرگذار بوده و اثر قابل توجهی بر درصد اسانس تولیدی ندارد. در برخی از منابع به اثر مثبت کاربرد کودهای بیولوژیک بر درصد اسانس تولیدی از جمله در گیاه دارویی رزماری اشاره شده است (۲۲).

بین تیمارهای مورد مطالعه با تیمار شاهد از نظر عملکرد اسانس اختلاف معنی داری وجود داشت زیرا عملکرد دانه در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری را نشان می‌داد. بیشترین عملکرد اسانس را تیمار ترکیبی ازتوباکتر و سودوموناس (۱۳/۵۵ کیلوگرم در هکتار) تولید کرد و پس از آن به ترتیب تیمارهای ازتوباکتر (۱۲/۴۴ کیلوگرم در هکتار)، کود شیمیایی (۱۱/۸۱ کیلوگرم در هکتار) و سودوموناس (۹/۹۹ کیلوگرم در هکتار) عملکرد اسانس بالاتری را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند.

بطور کلی نتایج بدست آمده از این بررسی نشان داد که مصرف کودهای بیولوژیک چه به صورت منفرد و چه به صورت تلفیقی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و برخی از اجزای عملکرد دانه و نیز افزایش عملکرد اسانس می‌شود. تیمارهای کود بیولوژیک اعمال شده در اکثر موارد قابل رقابت با تیمار کود شیمیایی و در برخی شاخصها مقادیر بیشتری را نسبت به مصرف کود شیمیایی نشان دادند که نشان‌دهنده کارایی این ریز موجودات و لزوم توجه بیشتر به آنها در سیستم های کشاورزی می‌باشد.

جدول ٤- مقایسات میانگین های درصد و عملکرد اسانس زیره سبز تحت تأثیر تیمارهای مختلف

تیمار	درصد اسانس	عملکرد اسانس (kg/h)
ازتو باکترو آزوسپریلیوم	۲/۵۲^{a}	۱۲/٤٤^{b}
سودوموناس	۲/٤٦^{a}	۹/۹۹^{c}
ازتوباکتر+سودوموناس	۲/۵۷^{a}	۱۳/۵۵^{a}
کود شیمیایی	۲/۵٤^{a}	۱۱/۸۱^{b}
شاهد	۲/٤۵^{a}	۸/۷۸^{d}

*- در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون (۵٪) Lsd اختلاف معنی داری ندارند

سپاسگزاری

هزینه های اجرای این تحقیق از طرف معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و دانشکده کشاورزی تأمین شده است. بدینوسیله تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

منابع

۱- احترامیان ک. ۱۳۸۰. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد زیره سبز در منطقه کوشکک استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۲- آستارایی ع. و کوچکی ع. ۱۳۷۵. کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۳- امیدبیگی ر. ۱۳۷۴. رهیافت های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. ج ۱. انتشارات فکر روز،تهران.

۴- زرگری ع. ۱۳۷۶. گیاهان دارویی (ج ۱و۴). انتشارات دانشگاه تهران.

۵- کافی م. ۱۳۸۱. زیره سبز: فناوری،تولید و فرآوری. قطب علمی گیاهان زراعی ویژه. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۳۵-۱۵.

۶- کوچکی ع.، نخ فروش ع. و ظریف کتابی ح.۱۳۷۶. کشاورزی ارگانیک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۷- ناصری پوریزدی م.ت. ۱۳۷۰. بررسی اثر NPK بر رشد و عملکرد زیره سبز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۸- نصیری محلاتی، م.، کوچکی ع. ، رضوانی مقدم پ. و بهشتی ع.۱۳۸۰. آگرواکولوژی.انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

9- Abdul-Jaleel C., Manivannan P., Sankar B., Kishorekumar A., Gopi R., Somasundaram R. and Panneerselvam R. 2007. *Pseudomonas flurescence* enhance biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 60:7-11.

10- Copetta A., Lingua G. and Berta G. 2006. Effects of three AM fungi on growth,distribution of grandular hairs and essential oil production in *Ocimum basilicum*. Mycorrhiza. 16:485-494.

11- Dobbellaere S. 1999. Phytostimulatory effect of *Azospirillum brasilense* wild type and mutant strains altered in IAA production on Wheat. Plant and Soil, 212:155-164.

12- Elsen T.V. 2000. Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. Agriculture, Ecosystems and Environment, 77:101-109.

13- Griffe P., Metha S. and Shankar D. 2003. Organic Production of Medicinal,Aromatic and Dye-Yielding Plants:forward,preface and introduction. FAO.

14- Hornok L. 1992. Cultivation and Processing of Medicinal Plants. Academic Kiado, Budapest, 45:26-47.

15- Ishizuka L. 2002. Trends in biological nitrogen fixation research and application. Plant and Soil, 11:197-209.

16- Joshee N., Mentreddy S.R. and Yadav K. 2007. Mycorhizal fungi and growth and development of micropropagated *Scutellaria integrifolia* plants . Industrial Crops and Products, 25:169-177.

17- Kapoor R., Chaudhary V. and Bhatnagar A.K. 2007. Effect of *Árbuscular mycorrhiza* and phosphorus application on Artemisinin concentration in *Artemisia annua*. Mycorrhiza, 17:581-587.

18- Kapoor R., Giri B. and Mukeri K.G. 2002. *Glomus macrocarpum*: a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in Dill (*Anethum gravolens*) and carum (*Trachyspermum ammi*). World Journal of Microbiology and Biotechnology. 18:459-463.

19- Kloepper J.W., K. Lifshitz and M.N. Schroth.1998. Pseudomonas inoculants to benefit plant production. Plant Science. 1:60-64.

20- Kravchenko L.V., E.I. Leonova and I.A. Tikhonovich.1994. Effect of root exudates of non-legume plants on the response of auxin production by associated diazotrophs. Microbial Releases, 2:267-271.

21- Lambrecht M., Okon Y., Vande Broek A., and Vanderleyden J. 2000. Indol-3-acetic acid: a reciprocal signaling molecule in bacteria-plant interactions. Trends in Microbiology. 8:298-300.

22- Leithy S., El-meseiry T.A. and Abdallah E.F. 2006. Effect of biofertilizers, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Research. 2:773-779.

23- Migahed H.A., Ahmed A.E. and El-Ghany B.F. 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of *Apium graveolens* under calcareous soil. Arab Universities Journal of Agricultural Science, 12:511-525.

24- Ratti N., Kumar S., Verma H.N. and Gautams S.P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martini* by rhizobacteria, AMF and azospirillum inoculation. Microbiology Research, 156:145-149.

25- Ritche J., Stutzer M. and Schellenberg I. 2005. Effect of mycorrhization on the essential oil content and composition of aroma components of Marjoram (*Marjorana hortensis*), Thyme (*Thymus vulgaris*) and Caraway

(*Carum carvi*). 36th International Symposium on Essential Oils, 4-7 September, Budapest, Hungary.
26- Rigby D., and Caceres D. 2001 .Organic farming and the sustainability of agricultural systems. Agricultural Systems, 68:21-40.
27- Shaalan M.N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seed quality of *Nigella sativa* plants. Egyptian Journal of Agricultural Research, 83:811-828.
28- Sturz A.V., and Christie B.R. 2003. Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. Soil and Tillage Research. 72:107-123.
29- Tapia-Hernandez A., Mascarua-Esparza M.A. and Caballero-Mellado J. 1990. Production of bacteriocins and siderophore-like activity by *Azospirillum brasilense*. Microbios. 64:73-83.
30- Tehlan S.K., Thakral K.K. and Nandal J.K. 2004. Effect of Azotobacter on plant growth and seed yield of Fennel (*Foeniculum vulgare*). Haryana Journal of Horticultural Science, 33:287-288.
31- Vande Broek A. 1999. Auxins upregulate expression of the indol-3-pyruvate decarboxylase gene in *Azospirillum brasilense*. Journal of Bacteriology, 181:1338-1342.
32- Vital W.M.، Teixeira N.T.، Shigihara R. and Dias A.F.M. 2002. Organic manuring with pig biosolids with application of foliar biofertilizers in the cultivation of Thyme (*Thymus vulgaris*). Ecossistema, 27:69-70.
33- Youssef A.A., Edris A.E. and Gomaa A.M. 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. Plant Annals of Agriculture Science, 49:299-311.