دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و هفتم، ۱۳۹۸

تأثیر کود نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد گیاه بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)

عباس ولی بیگی[۱]، ظهراب اداوی[۲]

دریافت: ۹۵/۱۰/۱۹ پذیرش: ۹۶/۶/۱۰

چکیده

یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف و یا کاهش مصرف نهاده-های شیمیایی است. به منظور ارزیابی کاربرد تلفیقی کود نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی رازیانه، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در بهار سال ۱۳۹۵ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام اجرا شد. فاکتورهای آزمایش تلقیح بذر با کود زیستی (مخلوطی از دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) در دو سطح (تلقیح و عدم تلقیح بذر) و سطوح کود شیمیایی نیتروژن در چهار سطح (صفر، ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بودند. با افزایش مصرف نیتروژن از صفر تا ١٢٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به طور معنی‌داری و به ترتیب ١٥/٤، ١٤/٧، ١٣/٨، ١١/٦، ١٢/٩، ١٨/٣ و ١٦/٥ افزایش یافت. همچنین در مقایسه با تیمار عدم تلقیح، تلقیح با کود زیستی تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد چتر در بوته و وزن هزار دانه را به ترتیب ١٦/٢، ١٥/٥ و ١١/٥ درصد افزایش داد. بررسی میانگین اثر متقابل کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه نشان داد که تیمار تلقیح با کود زیستی و مصرف ٤٠ کیلوگرم کود شیمیایی نیتروژن، بیشترین عملکرد دانه (٨٢/٤٥ گرم در متر مربع) را تولید کرد. به عبارت دیگر، تیمار مذکور ضمن تولید محصول رضایت بخش، به طور قابل توجهی مصرف کود نیتروژن را نیز کاهش داد که این امر می‌تواند گامی به سوی تولید سالم و کشاورزی پایدار باشد.

واژه‌های کلیدی: آزوسپیریلوم، ازتوباکتر، مدیریت تغذیه، منبع کودی، وزن هزار دانه

ولی بیگی، ع. و ظ. اداوی. ۱۳۹۸. تأثیر کود نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد گیاه بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۷: ۱۶۲-۱۵۳.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه پیام نور

۲- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور- مسئول مکاتبات. abbas.v1158@gmail.com

مقدمه

به دلیل مشخص شدن عوارض جانبی داروهای شیمیایی توجه محافل پزشکی به گیاهان دارویی بیشتر شده است. استفاده روز افزون از گیاهان دارویی در سطح جهان، اهمیت کشت و تولید این گیاهان را روشن‌تر می‌سازد. در حال حاضر تقاضا برای گیاهان دارویی به عنوان مواد اولیه صنایع بهداشتی و دارویی در حال افزایش است (آقا علیخانی و همکاران، ۱۳۹۲). رازیانه یا بادیان سبز با نام علمی (*Foeniculum vulgare* Mill.) به عنوان یک گیاه دارویی مورد استفاده در طب سنتی و نیز گیاه دارویی موثر در فارکوپه‌های معتبر جهان به ثبت رسیده است (صفایی خرم و همکاران، ۱۳۸۷). رازیانه از نظر حکمای طب سنتی دارای طبیعت گرم و خشک بوده و دارای اثرات ضد التهاب، ضد اسپاسم، شیرافزا، باد شکن، مدر، خلط آور، ملین و ضد درد بوده و در درمان ناراحتی‌های عصبی مورد استفاده قرار گرفته است (بیردان و همکاران، ۲۰۰۷). استفاده ناکارآمد از کودهای شیمیایی به ویژه در نظام‌های فشرده، بهره‌وری و کارایی مصرف این کودها را به میزان زیادی کاهش داده است. با توجه به هزینه زیاد کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار، آبشویی و اثرات منفی آن‌ها بر محیط زیست، کشاورزی پایدار به دنبال جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی است تا مشکلات زیست محیطی را کاهش دهد (سران و بریتا، ۲۰۱۰). در حال حاضر کودهای زیستی به عنوان گزینه‌ای جایگزین برای کودهای شیمیایی، به منظور افزایش حاصلخیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند. در دو دهه اخیر کاربرد باکتری-های خاکزی در تغذیه خاک و گیاه زراعی در نظام کشاورزی پایدار در سراسر جهان افزایش یافته است (جهان و نصیری محلاتی، ۱۳۹۱). این باکتری‌ها فعالانه ریشه‌های گیاه را اشغال کرده و باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند (نوفال و همکاران، ۲۰۰۷). اهمیت جوامع میکروبی در یک اکوسیستم به دلیل نقش مهمی است که در فرآیندهای خاک که تعیین کننده تولید گیاه می‌باشند، ایفا می‌کنند (مندال و همکاران، ۲۰۰۷). گروهی از این گونه‌های باکتریایی که دارای قابلیت همیاری با گیاه هستند متعلق به جنس ازتوباکتر، آزوسپیریلوم، سودوموناس و باسیلوس می‌باشند (تیلاک و همکاران، ۲۰۰۵). باکتری‌های محرک رشد معمولاً با بهبود شرایط تغذیه‌ای و همچنین تولید ترکیبات محرک رشد گیاه موجب بهبود و تسریع در مراحل مختلف رشدی گیاهان دارویی می‌شوند (ناگاناندا و همکاران، ۲۰۱۰). در تحقیق روی گیاه دارویی رازیانه مشخص شد که استفاده از کودهای زیستی نیتروژنه به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی، عملکرد بهتری نسبت به استفاده یکنواخت کودهای معدنی داشته است (محفوظ و شرف الدین، ۲۰۰۷). نتایج تحقیقات کومار و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد کاربرد آزوسپیریلوم همراه با ۹۳/۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و فسفر در گیاه دارویی درمنه (*Artemisia pallens* L.) سبب افزایش رشد، زیست توده تر و خشک و عملکرد اسانس گیاه شد، همچنین کاربرد کودهای زیستی تاثیری بر اجزای اسانس گیاه نداشت. وینوتا (۲۰۰۹) گزارش نمود که تلقیح گیاه ریحان با ازتوباکتر سبب افزایش زیست توده، سرعت رشد و میزان اسانس شد. در تحقیقی روی گیاه دارویی مرزنجوش مشاهده گردید که کودهای زیستی حاوی ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم می‌توانند جایگزین کود شیمیایی نیتروژنه در زراعت این گیاه شوند و ضمن کاهش هزینه‌های تولید ناشی از مصرف کود شیمیایی، از وارد شدن آسیب به محیط زیست نیز جلوگیری کنند (فاتما و همکاران، ۲۰۰٦). در آزمایشی عزز و همکاران (۲۰۰۹) بر روی رازیانه مشاهده کردند که کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن سبب افزایش قابل توجه عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به تیمار شاهد گردید. رحیمی و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیق خود دریافتند که کاربرد ازتوباکتر و آزوسپیریلوم عملکرد زیست توده در گیاه ریحان را افزایش داد. نتایج تحقیقات پاتل و همکاران (۲۰۰۳) و محمد و ابدو (۲۰۰٤) نشان داد که کود نیتروژن عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه را افزایش داد. در مقابل کاندیل و همکاران (۲۰۰۲) و کاتزوپولو و همکاران (۲۰۰٦) بیان داشتند که کاربرد نیتروژن تاثیری بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه نداشت. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن بر عملکرد گیاه دارویی رازیانه و همچنین یافتن تلفیقی مناسب از کودها به منظور کاهش مصرف و افزایش کارایی مصرف کودهای شیمیایی انجام شد.

مواد و روش‌ها

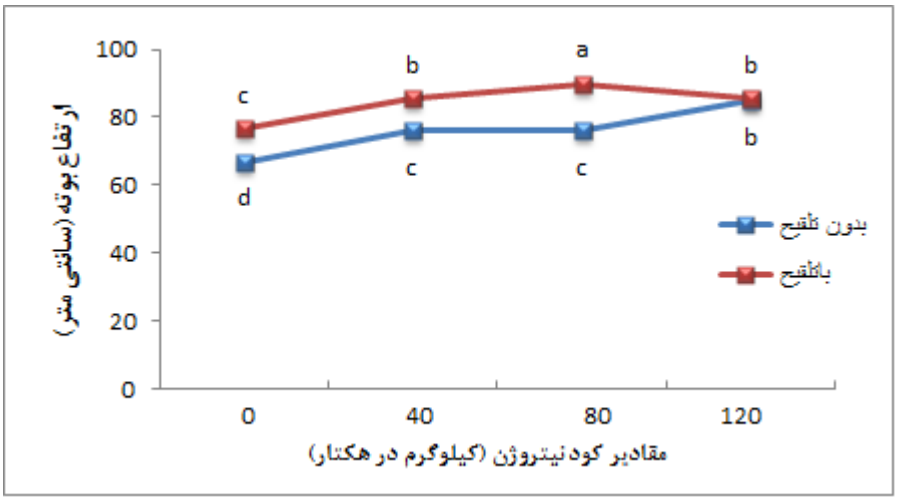
این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام اجرا شد. به طوری که، فاکتورهای تلقیح بذر با کود زیستی (مخلوطی از دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) در دو سطح تلقیح و عدم تلقیح بذر و سطوح کود شیمیایی نیتروژن در ٤ سطح صفر، ٤۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (از منبع اوره با ٤٦ درصد نیتروژن) به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. اندازه هر کرت به ابعاد ۵×۳ و حاوی ٦ ردیف کاشت لحاظ گردید. فاصله

بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. نتایج آزمایش خاک، بافت خاک محل اجرای آزمایش را لوم رسی سیلتی، اسیدیته آن را ۷/٦، میزان هدایت الکتریکی آن را ۱/٤٤ میلی‌موس بر سانتی‌متر، درصد کربن آلی را ۰/۷۱، میزان نیتروژن، فسفر و پتاس قابل جذب را به ترتیب ۱۲۵، ۸/۳ و ۲۱۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم نشان داد. در این تحقیق توزیع کود اوره به این صورت بود که ۳۰ درصد کود به صورت پایه در مرحله کاشت و ٤۰ درصد به صورت سرک در مرحله شاخه‌زنی و ۳۰ درصد به صورت سرک دوم در مرحله شروع گل‌دهی به کرت-های مورد نظر داده شد. کود شیمیایی فسفره (سوپر فسفات تریپل) نیز به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بر اساس نتایج آزمون خاک به طور یکسان برای کلیه تیمارها در زمان کاشت مصرف گردید. بذور رازیانه مورد استفاده توده اصفهان بود که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. کود زیستی مورد استفاده در این تحقیق، تلفیقی از دو باکتری ازتوباکتر کروکوکوم و آزوسپیریلوم برازیلنس با غلظت‌های 10^{7} CFU/ML بود که از موسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شد. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک‌زنی، تسطیح زمین و ایجاد ردیف‌های کشت در فروردین ماه سال ۱۳۹٤ انجام گرفت. به منظور اعمال تیمار کود زیستی، بذور رازیانه را در زمان کاشت به مدت یک ساعت در مایه تلقیح خیسانده و سپس بذور دور از نور خورشید خشک شدند. بلافاصله پس از خشک شدن بذور تلقیح شده اقدام به کشت بذور شد. کشت بذور رازیانه به صورت هیرم‌کاری در اواسط فروردین انجام شد. در طول فصل رشد مراقبت‌های لازم برای گیاه مانند وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. اوایل شهریور ماه پس از رسیدگی محصول، جهت تعیین تاثیر تیمارهای مورد بررسی بر صفات ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد دانه در چتر و تعداد دانه در چترک، دو خط کناری هر کرت آزمایشی به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و از دو خط میانی به تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تعیین وزن هزار دانه، ۵ نمونه ۱۰۰ تایی از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و پس از خشک نمودن در هوای آزاد، وزن هزار دانه محاسبه گردید. همچنین به منظور تعیین عملکرد نهایی زمانی که رطوبت بذر ۱۱ درصد بود از خطوط میانی هر کرت معادل دو مترمربع بوته‌ها به روش دستی برداشت شد و پس از خشک شدن کامل بوته‌ها عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه تعیین شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و رسم شکل‌ها با نرم افزار EXCEL صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود شیمیایی و زیستی نیتروژنه در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع بوته رازیانه معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین‌ها، بیشترین میزان ارتفاع بوته (۹۰/٤۷ سانتی‌متر) به تیمار کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار و تلقیح با باکتری و کمترین آن (٦۷/٤۳ سانتی‌متر) به تیمار شاهد تعلق گرفت (شکل ۱). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت با تلفیق مناسب کودهای شیمیایی و زیستی می‌توان مصرف کود شیمیایی را کاهش داد. محققین در پی آزمایشات خود کاهش میزان مصرفی کود همراه با افزایش صفاتی مانند شاخص سطح برگ و ارتفاع را از اثرات بهینه مصرف کودهای زیستی در تلفیق با کودهای شیمیایی ذکر کردند (شالان و همکاران، ۲۰۰۵؛ تهلان و همکاران، ۲۰۱۱). این تأثیرات ممکن است به علت افزایش میزان جذب کود نیتروژن، همچنین تولید تریپتوفان (پیش‌ساز هورمون اکسین) توسط میکروارگانیسم‌های کودهای زیستی باشد (حافظ و همکاران، ۲۰۰٤). از این رو با استناد به مطالعات انجام شده، کودهای زیستی می‌توانند نقش زیادی در افزایش دسترسی به عناصر غذایی و بنابراین افزایش ارتفاع گیاه داشته باشند.



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد بر ارتفاع بوته رازیانه. میانگین‌های با حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

تعداد شاخه فرعی در بوته

اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه بر تعداد شاخه فرعی در بوته رازیانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل آن‌ها از نظر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). با بررسی اثر سطوح کود شیمیایی نیتروژن مشخص شد که بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته، با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد که با مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول ۲). نیتروژن نقش موثری در نمو یاخته‌های جدید و افزایش فرآورده‌های فتوسنتزی دارد و باعث افزایش رشد رویشی و تعداد شاخساره‌های فرعی در گیاه می‌شود (امید بیگی، ۱۳۸٦). همچنین، کود زیستی باکتریایی تعداد شاخه فرعی در بوته را به طور معنی‌داری افزایش داد و توانست تعداد شاخه فرعی در بوته رازیانه را به میزان ۱٦/۲ درصد در مقایسه با تیمار عدم تلقیح، افزایش دهد (جدول ۲). به نظر می‌رسد، اثر هورمونی القا شده در گیاه توسط توسط تیمارهای حاوی کود زیستی (تثبیت کننده‌های نیتروژن) ممکن است به صورت مستقیم تغییراتی در مورفولوژی ساقه گیاهان تلقیح شده، ایجاد کند و با تحریک رشد ریشه و به طبع آن افزایش زمینه دسترسی به آب و عناصر غذایی، موجب افزایش رشد بخش هوایی گیاه شود (عموآقایی و مستاجران، ۱۳۸٦). وینوتا و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که کودهای زیستی حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، گیاه را در جذب عناصر بیشتر یاری می‌کنند که نتیجه آن رشد اندام هوایی و انشعابات جانبی گیاه افزایش پیدا می‌کند.

تعداد چتر در بوته

تعداد چتر در بوته به طور معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد به ترتیب تحت تأثیر تیمارهای تلقیح با کود زیستی نیتروژنه و کود شیمیایی نیتروژن قرار گرفت. اما اثر متقابل کود شیمیایی نیتروژنه و کود زیستی بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین سطوح کود شیمیایی نیتروژن نشان داد که با افزایش میزان کود مصرفی، تعداد چتر در بوته افزایش یافت و مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن حداکثر تعداد چتر در بوته را به خود اختصاص داد. اما در بین تیمار کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن و همچنین ٤۰ کیلوگرم نیتروژن از نظر این صفت تفاوتی وجود نداشت (جدول ۲). بنابراین می‌توان گفت مطابق با قانون بازده نزولی افزایش مقدار کودهای شیمیایی تا حد مشخصی می‌تواند بر افزایش تولید مؤثر باشد که البته این میزان با توجه به نوع گیاه، خاصیت کود پذیری، رطوبت خاک و سایر فاکتورهای اقلیمی و خاکی تفاوت دارد (آموجویگب و همکاران، ۲۰۰۷). افزایش نیتروژن به جهت افزایش در میزان پروتئین سبب افزایش تعداد چتر در بوته می‌شود که با نتایج عباس‌زاده و همکاران (۱۳۸۷)، با گیاه زنیان مطابقت دارد. تلقیح بذر با کود زیستی در مقایسه با عدم تلقیح با آن، تعداد تعداد چتر در بوته را به طور معنی‌داری و به میزان ۱۵/۵ درصد افزایش داد (جدول ۲). تلقیح با باکتری‌های محرک رشد با تحریک رشد و اختصاص مواد فتوسنتزی تولید اندام‌های زایشی، تعداد تعداد چتر در بوته را افزایش داده است. در این ارتباط برخی مطالعات به تاثیر مثبت کودهای بیولوژیکی در افزایش تعداد چتر شوید گزارش شده است، اما بر تعداد چترک

در چتر اثر قابل توجهی نداشت، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (ویتل و همکاران، ۲۰۰۸).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر باکتری‌های محرک رشد و کود نیتروژن بر برخی صفات زراعی گیاه دارویی رازیانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
تکرار	۲	۹/۸۵ns	۰/۲۲ns	۱۰/۱۱ns	۳۱۰/۳۵ns	۰/۲۲*	۱۳۴۹/۴۴ ns	۵۴۴/۵۴**
کود شیمیایی نیتروژن (N)	۳	۲۱۸/۳۹**	۴/۷۱**	۲۱/۴۵*	۲۰۹/۲۹**	۰/۲۵*	۱۰۸۹۳/۳۳**	۶۹۷/۲۵**
باکتری‌های محرک رشد (B)	۱	۴۴۷/۷۱**	۱۰/۲۱**	۷۳/۳۳**	۲۶/۹۱ns	۰/۲۹*	۲۲۳۹۵/۸۹**	۱۰۲۴/۴۱**
N×B	۳	۲۵/۰۹*	۱/۱۹ns	۴/۲۸ ns	۵۹/۴۵ns	ns ۰/۱۴	۳۵۹۱/۲۷**	۱۹۱/۶۷*
خطای آزمایشی	۱۴	۵/۳۳	۰/۳۸	۶/۸۸	۲۱۷/۱۸	۰/۰۶	۴۴۴/۱۳	۵۹/۴۶
ضریب تغییرات		۳/۱۱	۹/۰۵	۱۱/۲۱	۸/۳۵	۱۲/۰۹	۸/۶۶	۱۲/۰۷

ns غیرمعنی‌دار؛ * و ** معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

تعداد دانه در چتر

تعداد دانه در چتر به طور معنی‌داری تحت تاثیر کود شیمیایی نیتروژن قرار گرفت. کود زیستی نیتروژنه و اثر متقابل کود شیمیایی و زیستی نیتروژنه بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول ۱) با افزایش مصرف کود شیمیایی نیتروژن از صفر تا سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، تعداد دانه در چتر افزایش یافت. به طوری که بیشترین تعداد دانه در چتر (۱۹۴/۴۲) به کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین تعداد دانه در چتر (۱۴۷/۲۲) به تیمار شاهد اختصاص یافت. قابل ذکر است که بین تیمارهای ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از نظر این ویژگی تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۲). اعتقاد بر این است که نیتروژن به دلیل بالا بردن دوام سطح برگ، موجب افزایش راندمان فتوسنتزی در واحد سطح می‌شود و در نتیجه با حفظ جریان مواد غذایی به سوی گل و میوه، موجب افزایش تعداد دانه در چتر و عملکرد در گیاهان می‌شود (گوجار و همکاران، ۲۰۰۵).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای تلقیح با کود زیستی نیتروژنه و کود شیمیایی نیتروژن بر وزن هزار دانه رازیانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است، ولی اثر متقابل آن‌ها بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر سطوح کود شیمیایی نیتروژن نشان داد، بیشترین وزن هزار دانه رازیانه به میزان ۴/۰۹ گرم، مربوط به کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود و کمترین وزن هزار دانه به میزان ۲/۹۵ گرم، به عدم مصرف کود شیمیایی نیتروژن اختصاص داشت. از نظر این صفت نیز بین تیمارهای ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از لحاظ آماری تفاوتی وجود نداشت (جدول ۲). رابطه معنی‌دار و مثبتی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در چتر و وزن دانه با مصرف نیتروژن وجود دارد (سعید نژاد و رضوانی مقدم، ۱۳۸۹). تلقیح با کود زیستی نیتروژنه ۱۱/۵ درصد در مقایسه با عدم تلقیح، وزن هزار دانه را افزایش داد (جدول ۲). عنصر نیتروژن به دلیل نقش مهمی که در فرآیندهای سوخت و ساز گیاه دارد، با شرکت در متابولیسم گیاه و با افزایش میزان تجمع ماده خشک در اندام‌های گیاهی به‌ویژه دانه، موجب افزایش وزن دانه‌ها می‌گردد (یاساری و همکاران، ۲۰۰۸). باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم با افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن می‌توانند نقش مهمی در افزایش وزن هزار دانه داشته باشند (محفوظ و شریف الدین، ۲۰۰۷).

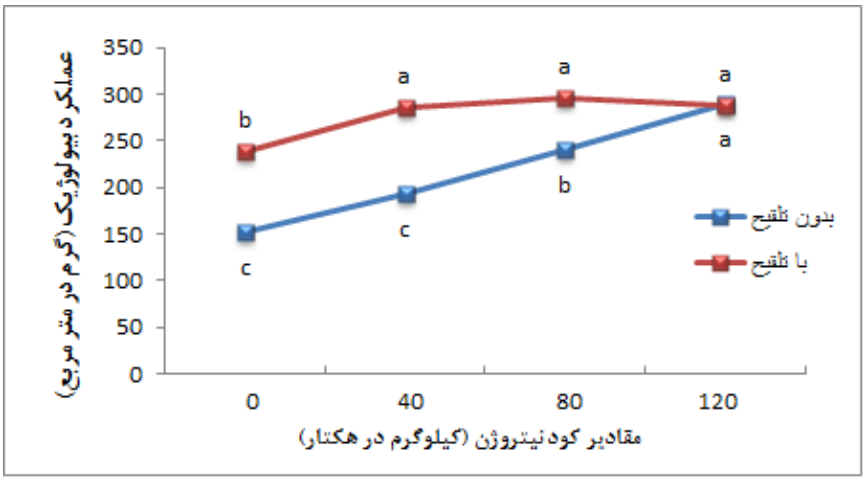
جدول ۲- مقایسات میانگین‌های اثر باکتری‌های محرک رشد و کود نیتروژن بر صفات مورد بررسی

تیمار	سطوح هر تیمار	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	وزن هزار دانه
کود شیمیایی نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	۰	٦/۱۱c	۱۷/۱۸b	۱٤٦/۹۷c	۲/۹۷b
	٤۰	۷/۲۰b	۲۲/۳۱ab	۱٦٥/۱۱b	۳/۱۲b
	۸۰	۷/٦۷ab	۲۳/۷۳a	۱۷۲/٤٥ab	۳/۸۰ab
	۱۲۰	۷/۹۸a	۲٤/۳۸a	۱۸٦/۲۰a	٤/۱۷a
باکتری‌های محرک رشد	عدم تلقیح	٦/۸۸b	۱۷/۱٦b	۱٤۱/٦۰a	۳/۱۰b
	تلقیح	۷/۹٥a	۲٤/٥۱a	۱٤۳/۳۸a	٤/۲۸a

میانگین‌های با حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

عملکرد بیولوژیک

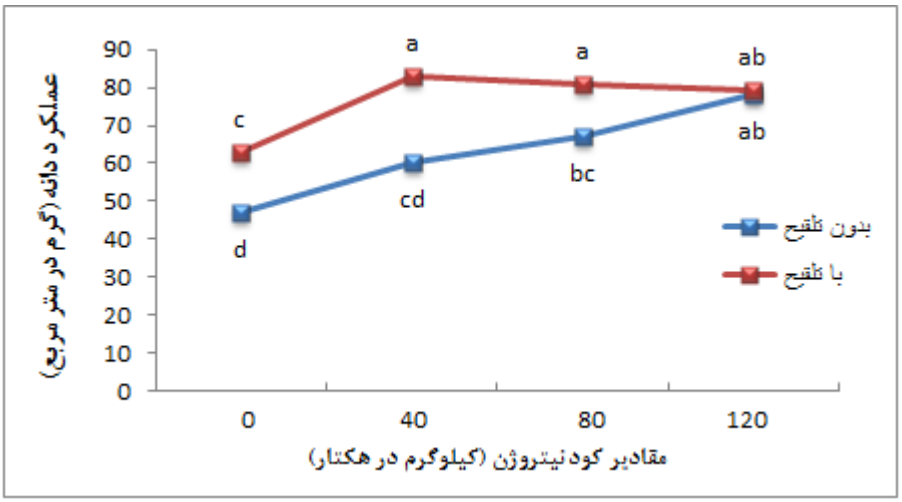
نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر کود شیمیایی نیتروژن و کود زیستی نیتروژنه و همچنین اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که تیمار تلقیح با باکتری و کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک (۲۹٦/٥٤ گرم در متر مربع) و تیمار شاهد کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک (۱٥۰/۲۷ گرم در متر مربع) را به خود اختصاص دادند. قابل ذکر است که بین تیمارهای تلقیح با باکتری و کاربرد ٤۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تلقیح با باکتری و کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تلقیح با باکتری و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از لحاظ آماری تفاوت معنی-داری وجود نداشت (شکل ۲). همچنین، با مقایسه سطوح کود شیمیایی نیتروژنه (در حالت عدم تلقیح) مشخص گردید که مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، عملکرد بیولوژیک را به طور معنی‌داری افزایش داد. تیمار مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در حالت بدون تلقیح بذر با تیمار مصرف ٤۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تلقیح بذر، در یک گروه آماری قرار گرفتند. بنابراین، تلقیح با کود زیستی نیتروژنه، موجب شد که ماکزیمم عملکرد بیولوژیک در سطح پایین‌تری از مصرف کود شیمیایی نیتروژنه حاصل شود. نتایج پژوهش‌های انجام گرفته حاکی از این است که مصرف کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریلوم می‌توانند عملکرد بیولوژیک و راندمان محصول شوید را افزایش داده و همچنین مصرف کودهای شیمیایی را کاهش دهند (سخنگوی و همکاران، ۲۰۱۲). به طور کلی، تیمارهای تلقیح شده با کود زیستی نیتروژنه میزان بیشتری از عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جمله ازتوباکتر و آزوسپیریلوم از طریق تولید متابولیت‌های محرک رشد مانند اکسین، سیتوکینین، جیبرلین بر رشد رویشی گیاه تأثیر گذاشته و وزن اندام‌های هوایی نعناع فلفلی را افزایش داد (پور هادی، ۱۳۹۰).



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کود نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد بیولوژیک رازیانه. میانگین‌های با حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۱، اثر تیمارهای کود شیمیایی نیتروژن و کود زیستی نیتروژنه در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه رازیانه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نیز حاکی از آن است که بیشترین میزان عملکرد دانه (۸۲/٤٥ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار تلقیح با کود زیستی نیتروژنه و مصرف ٤٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین مقدار آن (٤٧/۳۸ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار شاهد بود. در بررسی اثر سطوح کود شیمیایی نیتروژن در حالت عدم تلقیح، بیشترین میزان عملکرد دانه به سطح چهارم مصرف کود نیتروژن (N_{120}) اختصاص یافت (شکل ۳). اکبری نیا (۱۳۸۵) تاثیر مثبت مصرف کود شیمیایی نیتروژن را بر افزایش عملکرد دانه گیاه دارویی گشنیز گزارش کرد. با وجود آنکه تیمارهای تلقیح با کود زیستی تفاوت معنی‌داری در سطح مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با ٤٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن کود توصیه شده نداشتند، ولی میزان عملکرد دانه ٦/٤ درصد در تیمار تلقیح با باکتری و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با تیمار تلقیح با باکتری و کاربرد ٤٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش یافت. احتمالا با افزایش دسترسی به نیتروژن، از میزان فعالیت میکروارگانیسم‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم کاسته شده و با تامین ٤٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به عنوان استارتر، حداکثر فعالیت این باکتری‌ها بدست آمده است.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد دانه رازیانه. میانگین‌های با حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

در آزمایش مزرعه‌ای که با بررسی اثر تلقیح با ریزوباکتری-های محرک رشد گیاه (ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) و کود شیمیایی نیتروژن بر روی ذرت انجام شد، مشخص گردید که در شرایطی که تلقیح با کودهای زیستی در حضور ۵۰ درصد از مصرف کود شیمیایی نیتروژن صورت گیرد بیشترین کارایی و عملکرد ذرت حاصل می‌شود و با مصرف زیاد نیتروژن عملکرد دانه ذرت کاهش می‌یابد (بیاری و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین بر اساس نتایج بدست آمده، تیمارهای تلقیح با باکتری و کاربرد ٤٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بدون تلقیح با باکتری و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در یک گروه آماری قرار داشتند، بنابراین به نظر می‌رسد که تیمار تلقیح با باکتری و کاربرد ٤٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌تواند عملکردی معادل با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در حالت بدون تلقیح با باکتری و کاربرد ٤٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تولید کند و مصرف کود نیتروژنه را تا ٤٨ درصد کاهش دهد. این نتایج کارایی باکتری‌های موجود در کودهای زیستی را در تامین بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه تایید می‌کند. به طور کلی استفاده از کودهای زیستی در سیاهدانه باعث افزایش اجزای عملکرد و به تبع آن عملکرد دانه می‌شود که دلیل آن به وجود باکتری‌های تثبیت کننده عناصر مورد نیاز گیاه در فرایند تثبیت و ترشح هورمون‌های رشد گیاهی بر می‌گردد (خرم‌دل و همکاران، ۲۰۱۰). کاربرد باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم سبب افزایش عملکرد دانه و زیست توده زنیان شد (گیلاویزاده و همکاران، ۲۰۱۳).

نتیجه‌گیری

اگر چه اعمال کودهای شیمیایی نیتروژنه در تغذیه گیاهان بسیار مهم است، اما با توجه به مصرف بی رویه و اثرات تخریبی آن‌ها بر خاک‌های زراعی نیاز به اصلاح مصرف آن‌ها ضروری است. استفاده از کودهای زیستی به عنوان راه حل بسیار مناسب می‌تواند در کاهش مصرف کودهای نیتروژنه موثر باشد. تیمار تلقیح با باکتری و کاربرد ٤٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد کود زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به همراه کود شیمیایی نیتروژنه می‌تواند یک راهکاری در جهت کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژنه باشد، ضمن آن که از تخریب و آلودگی‌های زیستی ناشی از مصرف بالای این نهاده شیمیایی نیز جلوگیری می‌شود. به طور کلی، می‌توان چنین اظهار نمود که در طی دوره عبور از کشاورزی متداول و رایج به کشاورزی پایدار، کودهای زیستی نیتروژنه علاوه بر تثبیت نیتروژن و مهیا کردن شرایط برای رشد گیاه، می‌توانند راهکاری مناسب در جهت افزایش تولیدات کمی و کیفی محصولات کشاورزی باشند.

منابع

آقاعلیخانی، م.، آ. ایرانپور و ح. نقدی. ۱۳۹۲. تغییرات عملکرد زراعی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی سرخاگل تحت تاثیر اوره و کود زیستی. فصلنامه گیاهان دارویی. جلد ۱۲، شماره ۱: ۱۳٦-۱۲۱.

اکبری نیا، ا.، ج. دانشیان و ف. محمد بیگی. ۱۳۸۵. اثر کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد بذر اسانس و روغن گشنیز. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۲، شماره ٤: ٤١٩-٤١٠.

امیدبیگی، ر. ۱۳۸٦. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی. جلد سوم. چاپ چهارم. ۳۹۷ صفحه.

پورهادی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر کودهای زیستی روی عملکرد و اسانس نعناع فلفلی. فصلنامه داروهای گیاهی. جلد ۲، شماره ۳: ۱٤۸-۱۳۷.

جهان، م. و م. نصیری محلاتی. ۱۳۹۱. حاصلخیزی خاک و کودهای زیستی (رهیافتی اگرواکولوژیک). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۵۰ ص.

دادوند سراب، م. ر.، ح. نقدی بادی، م. نصیری، م. ملکی‌زاده و ح. امیدی. ۱۳۸۷. تغییرات میزان اسانس و عملکرد گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*) تحت تاثیر تراکم و کود نیتروژن. فصلنامه گیاهان دارویی. جلد ۲۷، شماره ۳: ۷۰-٦۰.

سعید نژاد، ا. ح. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد، و اجزای عملکرد گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum*). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاه دارویی و معطر ایران. جلد ۲۲، شماره ٤: ۲۹۹-۲۷٤.

صفایی‌خرم، م.، س. جعفرنیا و س. خسروانی. ۱۳۸۷. مهم‌ترین گیاهان دارویی جهان، انتشارات مجتمع آموزش کشاورزی سبز ایران، ۲۲۳-۲۲۲.

عباس‌زاده، ب.، ا. شریفی عاشورآبادی، م. اردکانی، ر. علی‌آبادی فراهانی، ح. علیزاده و ع. سهرابی. ۱۳۸۷. تاثیر کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi* L.). مجموعه خلاصه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲٦-۲۵ مهر: ۸۷.

عموآقایی، ر. و ا. مستاجران. ۱۳۸٦. همزیستی (سیستم‌های همیاری گیاه و باکتری). انتشارات دانشگاه اصفهان. چاپ دوم. ۲٤۵ صفحه.

Amujoyegbe, B.J., J.T. Opbode and A. Olayinka. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll content of Zea mays and sorghum bicolour. Plant Sci. 46: 1869-1873.

Azzaz, N.A., E.A. Hassan and E.H. Hamad. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and biofertilizer instead of mineral fertilizer. Aust. J. Basic and Applied Sci. 27 (3): 579-587.

Biari, A., A. Gholami and H.A. Rahmani. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. J. of Bio Sci. 8: 1015-1020.

Birdane, F.M., M. Cemek, Y.O. Birdane, I. Gulcin, M.E. Buyukokuroglu. 2007. Beneficial effects of Foeniculum vulgare on ethanol-induced acute gastric mucosal injury in rats. J. Plant Nut. 13:607-11.

Chatzopoulou, P., Koutsos, T.V., and Katsiotis, S.T. 2006. Study of nitrogen fertilization rate of fennel cultivars for essential oil yield and composition. J. Veget Sci. 12: 85–93.

Fatma, E.M., I. El-Zamik, T. Tomader, H.I. El-Hadidy, L. Abd El-Fattah and H.Seham Salem. 2006. Efficiency of biofertilizers, organic and in organic amendments application on growth and essential oil pf marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous .Agric. Microbiology Dept., Faculty of Agric., Zagazig University and Soil Fertility and Microbiology Dept., Desert Research Center, Cairo, Egypt.

Ghilavizadeh, A., M. Taghi Darzi and M. Haj Seyed Hadi. 2013. Effects of Biofertilizer and Plant Density on Essntial Oil Content and Yield Traits of Ajowan (*Carum copticum*). Middle-East. J. Sci. Res. 14 (11): 1508-1512.

Gujar, S.M., A.D. Warade, M. Anjali and D.H. Paltankar. 2005. Effect of dates of sowing and nitrogen levels on growth, seed yield and quality of coriander. J. Crop .Res. 29: 288-291.

Hafeez, F.Y., M.E. Safdar, A.U. Chaudry, and K.A. Malik. 2004. Rhizobial inoculation improves seedling emergence, nutrient uptake and growth of cotton. Aust. J. Exp Agri. 44: 617-622.

Kandeel AM, Naglaa SAT, Sadek AA, 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of (*Ocimum basilicum* L). J. Agri Sci. 47:351–371.

Khoramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahalati, M., and Ghorbani, R. 2010. Effects of biological manure on yield and component yield of (*Nigella sativa* L.). J. Field Crop. Res. 8: 768-776.

Kumar, T.S., V. Swaminathan and S. Kumar. 2009. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on growth, yield and essential oil constituents in ratoon crop of davana (*Artemisia pallens* Wall.). J. Agri Food. 8:86-95.

Mahfouz, S.A. and M.A. Sharaf-Eldin, M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). J. Inter Agrophys. 21: 361-366.

Mandal, A., A.K. Patra, D. Singh, A. Swarup and R. Ebhin Masto. 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stages. Bio Tech. 98: 3585-3592.

Mohamed, M. and M. Abdu. 2004. Growth and oil production of fennel: effect of irrigation and organic fertilization. Bio Agri Hort. 22: 31– 39.

Nagananda, G.S., A. Das, S. Bhattacharya and T. Kalpana. 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. Inter. J. Botan. 6: 394-403.

Nofal, O.A. and A.L. Rezk. 2009. Role of fertilization in improving quality of some agricultural crops. Inter. J. Acad. Res. 1: 59-65.

Patel, B.S., A.U. Amin, K.P. Patel and M.M. Patel. 2003. Influence of organic manures alone or in combination with inorganic fertilizer on productivity of winter drilled fennel (*Foeniculum vulgare*). Ind. J. Agro. 48: 232–234.

Rahimi, A., A. Mehrafarin, H. Naghdi Badi and F. Khalighi-Sigaroodi. 2013. Effects of bio-stimulators and bio-fertilizers on morphological traits of basil (*Ocimum bacilicum* L.). J. Bio. Res. 4: 146-151.

Seran, T.H. and I. Brintha. 2010. Review on maize based intercropping. J. Agro. 9: 135-145.

Shaalan, M.N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egypt. J. Agric. Res. 83: 811-828.

Sokhangoy, S.H., K.H. Ansari and A.D. Eradatmand. 2012. Effect of bio-fertilizers on performance of Dill (*Anethum graveolens* L.). J. Plant Physio. 4: 552-547.

Tehlan, S.K., K.K. Thakral and J.K. Nandal. 2011. Effect of Azotobacter and nitrogen on plant growth and seed yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). J. Hort. Sci. 33: 287-288.

Tilak, K.V., N. Ranganayaki, K.K. Pal R.D. Saxena, A.K. Shekhar, C. Nautiyal, S. Mittal, A.K. Tripathi and B.N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Sci. 89: 136-150.

Vinutha, T. 2009, Biochemical Studies on *Ocimum* sp. Inoculated with Microbial Inoculants. M.Sc, (Agri.) thesis, University of Agri Sci. Bangalore, India.

Vital, W.M., N.T. Teixeira, R. Shigihara and A.F.M. Dias. 2008. Organic manuring with pigbiosolids with applications of foliar biofertilizers in the cultivation of dill (*Anethum gravolens*). Ecossistema 27: 69-70.

Yasari, E. A.M. Esmaeili Azadgoleh, H. Pirdashti and S. Mozafari. 2008. Azotobacter and Azospirillum inoculants as biofertilizers in canola (*Brassica napus* L.) cultivation. Asia. J. Plant Sci. 7: 490-494.

Effects of of nitrogen fertilizer and growth promoting rhizobacteria on yield and yield component of fennel (*Foeniculum vulgar* Mill.)

A. Valibeigi[1], Z. Adavi[2]

Received: 2017-1-8 Accepted: 2017-7-1

Abstract

One of the fundamental principle in sustainable agriculture is use of bio-fertilizers in agro-ecosystems in order to eliminate or reduce the use of chemical inputs. In order to evaluate the effect of application of nitrogen fertilizer and growth promoting rhizobacteria on fennel on yield and yield component, a factorial experiment conducted on the basis of completely randomized block design with three replicates at Agricultural Research Station of Ilam in the spring of 2015. Experimental treatments were seed inoculation with biofertilizer (Azospirillum/Azotobacter) at two levels (seed inoculation and non inoculation) and nitrogen chemical fertilizer at four levels (0, 40, 80 and 120 kg/ha^{-1}). With increasing N consumption from 0 to 120 kg/ha^{-1} of the recommended, significantly increased plant height, number of branches per plant, number of umbels per plant, number of seed per umbel, 1000-seed weight, biological yield and seed yield up to 15.4, 14.7, 13.8, 11.6, 12.9, 18.3 and 16.5 percent, respectively. Also, in comparison with non-inoculation treatment, inoculation treatment increased number of branches per plant, umbels per plant and 1000- seed weight up to 16.2, 15.5 and 11.5 percent, respectively. Mean comparisons for interaction of N fertilizer × biofertilizer indicated that the treatment of seed inoculation with consumption of 40 kg/ha^{-1} recommended N, produced the highest seed yield. On the other hand, this treatment in addition to produce satisfactory yield, considerably decreased nitrogen fertilizer consumption which could be a step toward healthy production and sustainable agriculture.

Keywords: Nutrient management, fertilizer source, seed weight

1- M.Sc. Student of Agronomy, College of Agriculture, Payame Noor University

2- Assistant Professor Agronomy, department of Agriculture, Payame Noor University