



اثر کاربرد جداگانه و ترکیبی فسفر و کود زیستی فسفر بارور ۲ بر ویژگی‌های رویشی، عملکرد دانه و میزان اسانس گشنیز (*Coriandrum sativum*)

فرزین عبدالمهی^۱، سمیه رستگار^۲، صابر ارزانی^۳

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۶

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد جداگانه و ترکیبی کود فسفر و کود زیستی بارور ۲ بر ویژگی‌های رویشی، عملکرد دانه و میزان اسانس گشنیز پژوهشی بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد جیرفت انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل سه سطح فسفر (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل در هکتار) و سه سطح کود زیستی فسفات بارور ۲ (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هکتار) بود. کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ باعث بهبود معنی‌دار ویژگی‌های رویشی گشنیز در مقایسه با شاهد گردید. بیشترین میانگین صفات رویشی در حضور ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و با کاربرد ۱۰۰ یا ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ بدست آمد. در بیشتر موارد (به جز زیست توده نهایی و قطر ساقه) کاربرد ترکیبی ۷۵ کیلوگرم کود فسفر در هکتار همراه با ۲۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲، با کاربرد ترکیبی ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر در هکتار همراه با ۱۰۰ یا ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ تفاوت معنی‌داری نداشت. در حضور کود زیستی فسفات بارور ۲، عملکرد و اجزای عملکرد دانه و میزان اسانس گشنیز در مقایسه با عدم کاربرد کود زیستی (شاهد) بطور معنی‌دار افزایش یافت. کاربرد ترکیبی فسفر و کود زیستی فسفات بارور ۲ موجب افزایش معنی‌دار در عملکرد و اجزای عملکرد دانه و میزان اسانس در مقایسه با کاربرد جداگانه آنها گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ نقش به‌سزایی در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز ایفا می‌کند و می‌تواند به عنوان جایگزین کود فسفر در کشاورزی پایدار مصرف شود.

واژه‌های کلیدی: باسیلوس، سودوموناس، عملکرد دانه، کود زیستی فسفات بارور ۲، گشنیز

عبدالمهی، ف.، س. رستگار و ص. ارزانی. ۱۳۹۷. اثر کاربرد جداگانه و ترکیبی فسفر و کود زیستی فسفر بارور ۲ بر ویژگی‌های رویشی، عملکرد دانه و میزان اسانس گشنیز (*Coriandrum sativum*). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۴: ۸۵-۹۶.

۱- استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک:

farzin.abdollahi@yahoo.com

۲- استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی (گرایش گیاهان دارویی)، واحد جیرفت، دانشگاه آزاد اسلامی، جیرفت، ایران

مقدمه

گشنیز (*Coriandrum sativum*) گیاه دارویی یکساله از خانواده چتریان (*Apiaceae*) و بومی مناطق مدیترانه‌ای است (پورسیگلا و همکاران، ۱۹۸۱). این گیاه از جمله گیاهان با ارزشی است که در صنایع داروسازی کشورهای پیشرفته استفاده شده و در مناطق مختلف جهان و ایران کشت می‌شود (دوازده امامی، ۱۳۸۲). دانه گشنیز حاوی اسانس است که امروزه از مواد مؤثر آن در صنایع داروسازی استفاده می‌شود (امید بیگی، ۱۳۸۴). از آنجایی که با برداشت میوه گشنیز ۵/۴ کیلوگرم فسفر از خاک جذب می‌شود بنابراین جهت دستیابی به رشد بهینه گشنیز و بهبود ویژگی‌های کیفی و کمی آن، کاربرد فسفر در فصل رشد این گیاه ضروری به نظر می‌رسد بطوری که در فصل پاییز هنگام آماده‌سازی زمین بایستی حداقل ۶۰ تا ۷۰ کیلوگرم فسفر خالص به خاک افزوده شود (امید بیگی، ۱۳۸۴).

یکی از نکات حائز اهمیت در کشت و تولید گیاهان دارویی، افزایش زیست توده آنها بدون کاربرد کود و سموم شیمیایی می‌باشد. امروزه کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای آلی و زیستی با هدف حذف یا کاهش چشم‌گیر در مصرف نهاده‌های شیمیایی، به‌عنوان یک راهکار مطلوب برای غلبه بر مشکلات زیست محیطی و بهبود سلامت محصولات کشاورزی استوار می‌باشد (پدرا و همکاران، ۲۰۰۶). در حال حاضر کودهای زیستی به‌عنوان گزینه‌ای جایگزین برای کودهای شیمیایی از جمله کودهای فسفردار، به منظور افزایش حاصلخیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند (وو و همکاران، ۲۰۰۵).

کود زیستی فسفر بارور ۲ حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات، شامل *Bacillus lentus* و *Pseudomonas putida* می‌باشد. جنس باسیلوس با ترشح اسیدهای آلی ابتدا باعث کاهش pH به صورت موضعی شده و سپس با تجزیه پیوند موجود در ساختار ترکیبات فسفاته معدنی که به صورت نامحلول در خاک درآمده‌اند، آنها را به شکل محلول قابل جذب توسط ریشه گیاه در می‌آورد و جنس سودوموناس با ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث تجزیه ترکیبات فسفات‌دار آلی و در نتیجه معدنی‌شدن و قابل جذب شدن آنها می‌شود (ملیبوی ۱۳۸۶).

تحقیقات زیادی حاکی از اثر مثبت کاربرد کودهای زیستی بر ویژگی‌های رویشی و عملکرد گیاهان دارویی از جمله گشنیز است. کاربرد کودهای زیستی از جمله فسفات بارور ۲ و باکتری‌های حل‌کننده فسفات موجب افزایش ویژگی‌های

رویشی و عملکرد دانه و اسانس گشنیز (جهانشاهی و همکاران ۱۳۹۱)، شاخص‌های رشد و میزان اسانس مرزنجوش (*Majorana hortensis L.*) (فاطمی و همکاران ۲۰۰۶)، ارتفاع، شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک و سرعت رشد سیاهدانه (*Nigella sativa L.*) (خرم دل و همکاران ۱۳۸۷)، ارتفاع بوته و زیست توده گیاهی علف لیمو (*Cymbopogon martini*) (راتیو و همکاران ۲۰۰۱)، ارتفاع بوته، تعداد گل و عملکرد دانه گل گاوزبان و همچنین افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته و عملکرد دانه در سیاهدانه (شالان ۲۰۰۵، a، b)، عملکرد و زیست توده ریحان (*Ocimum gratissimum*) (راشمی و همکاران ۲۰۰۸)، تعداد چتر در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه دو گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) و انیسون (*Pimpinella anisum L.*) (درزی و همکاران، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۹) و عملکرد اسانس و زیست توده ریحان (بانچیو و همکاران، ۲۰۰۹) می‌گردد. از طرف دیگر در پژوهشی که توسط کرمی و سپهری (۱۳۹۰) انجام شد کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفات (حاوی *Bacillus* و *Pseudomonas*) موجب افزایش شاخص برداشت گاوزبان (*Borago officinalis L.*) از طریق افزایش کارایی جذب عناصر غذایی گردید.

مطالعات مختلف نشان می‌دهند که کاربرد همزمان کودهای زیستی و شیمیایی موجب افزایش رشد، زیست توده گیاه و عملکرد اسانس گیاه دارویی درمنه (*Artemisia pallens L.*) (کومار و همکاران ۲۰۰۹)، و رازیانه (محفوظ و شرف‌الدین، ۲۰۰۷)، ارتفاع، وزن تر و خشک بوته و عملکرد اسانس زوفا (*Hyssopus officinalis*) (کوچکی و همکاران ۱۳۸۷) می‌گردد. بر اساس نتایج فاطمی و همکاران (۲۰۰۶)، باکتری‌های حل‌کننده فسفات می‌تواند جایگزین کود فسفر در زراعت گیاه دارویی مرزنجوش شود. بر خلاف این نتایج گیوبلی و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی اثر کودهای آلی و معدنی و کاربرد همزمان باکتری‌های آزوسپیریوم، ازتوباکترو باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر گیاه مرزنجوش (*Majorana hortensis L.*) تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد اسانس و زیست توده میان تیمارها مشاهده نکردند.

امروزه بکارگیری میکروارگانیسم‌های مفید خاک تحت عنوان کودهای زیستی به‌عنوان طبیعی‌ترین و مطلوبترین راه‌حل برای زنده و فعال نگه‌داشتن سیستم حیاتی خاک در اراضی کشاورزی، مطرح می‌باشد. با توجه به اهمیت کشت گیاه گشنیز و همچنین مشکلاتی که کاربرد مداوم کودهای شیمیایی در سلامت

۲۰۰ گرم در هکتار) بودند. منبع فسفر، کود سوپرفسفات تریپل (حاوی ۲۰٪ فسفر خالص) بود که همراه با کاشت به گیاه داده شد. کود فسفات بارور ۲ (تهیه شده از جهاد دانشگاهی تهران) در دو مرحله تلقیح با بذر هنگام کشت و ابتدای ساقه‌دهی گششیز بصورت محلول‌پاشی بکار رفت. قبل از کاشت گیاه، سه نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری بطور تصادفی انتخاب شد و پس از ادغام نمونه‌ها، نمونه خاک به آزمایشگاه منتقل و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱). محاسبه مقدار فسفر و پتاسیم مورد نیاز گیاه گششیز بر اساس نتایج ارائه شده توسط ملکوتی و طهرانی (۱۳۷۹) برای توصیه کودی سبزیجات صورت گرفت.

گیاهان برگری ایجاد کرده است، این پژوهش به منظور بررسی تاثیر کاربرد جداگانه و ترکیبی کودهای زیستی و شیمیایی فسفات دار بر عملکرد دانه و اسانس گششیز انجام شده است.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر فسفر و کود زیستی فسفات بارور ۲ بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گششیز آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه آموزشی - تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل فسفر در سه سطح (۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات در هکتار) و کود زیستی فسفات بارور ۲ در سه سطح (۰، ۱۰۰ و

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

بافت خاک	کربن آلی (درصد)	نیترژن کل (درصد)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
شنی	۰/۴	۰/۰۶	۷/۸	۸۵	۶/۹	۱/۴

زدایی آب آن توسط سولفات سدیم خشک، از طریق تناسب، در ۱۰۰ گرم بذر محاسبه شد. بعد از تعیین درصد اسانس، عملکرد (بر حسب کیلوگرم در هکتار) آن نیز به کمک حاصلضرب عملکرد دانه و درصد اسانس بدست آمد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح ۱ و ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثرکود فسفر و کود زیستی فسفات بارور ۲ بر صفات رویشی گششیز

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود شیمیایی فسفر و کود زیستی فسفات بارور ۲ بر تمام ویژگی‌های رویشی گششیز در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل کود شیمیایی فسفر و کود زیستی فسفات بارور ۲ بر قطر ساقه و تعداد شاخه جانبی در سطح احتمال یک درصد و بر ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته و زیست توده نهایی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

طول هر واحد آزمایشی، ۲ و عرض آن ۱/۲ متر در نظر گرفته شد که شامل ۴ ردیف کشت با فاصله ۳۰ سانتیمتر از یکدیگر بود. در هفته سوم آبان ۱۳۹۱ بذر با فواصل ۱۰ و عمق ۲ سانتیمتر، بر روی هر ردیف کشت شدند. آبیاری هر ۷ روز یکبار با روش نشتی و به طور مجزا برای هر کرت انجام گردید. وجین علفهای هرز در طی فصل رشد انجام شد. در هفته سوم اردیبهشت ۱۳۹۲ همزمان با شروع زرد شدن بوته‌ها، از خطوط میانی هر واحد آزمایشی معادل یک متر مربع کل گیاهان گششیز برداشت شد و ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی در بوته، زیست توده نهایی، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه محاسبه شد. برای محاسبه زیست توده نهایی، گیاهان برداشت شده از هر واحد آزمایشی به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد در آون قرار داده شدند. جهت تعیین مقدار اسانس دانه، از هر واحد آزمایشی یک نمونه ۲۰۰ گرمی دانه تهیه کرده و پس از آسیاب نمودن، به مدت سه ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر اسانس‌گیری و عملکرد و درصد اسانس محاسبه شد (درزی و همکاران، ۱۳۹۱). به‌منظور اندازه‌گیری درصد اسانس، ابتدا وزن اسانس بدست آمده (بر اساس گرم) پس از رطوبت

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر کودهای فسفر و فسفات بارور ۲ بر ویژگی‌های رویشی گشنیز

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد شاخه جانبی	تعداد برگ در بوته	زیست توده نهایی
بلوک	۲	۳/۹۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۲۷۱ ^{ns}	۰/۰۳۵۹ ^{ns}	۲۱۳/۸۷۸ ^{ns}
فسفر	۲	۱۰۲۱/۰۹۴ ^{**}	۰/۱۱۷ ^{**}	۲۶/۳۴۳ ^{**}	۲۲۳/۴۵۳ ^{**}	۱۳۸۵۵/۲۷۳ ^{**}
فسفات بارور ۲	۲	۸۵۸/۷۹۳ ^{**}	۰/۰۹۲ ^{**}	۳۴/۴۷۱ ^{**}	۷۵/۱۲۷ ^{**}	۷۲۵۳/۹۸۳ ^{**}
فسفر × فسفات بارور ۲	۴	۴۱/۷۷۴ [*]	۰/۰۱۱ ^{**}	۵/۴۴۴ ^{**}	۸/۵۳۳ [*]	۸۴۸/۰۱۸ [*]
خطا	۱۶	۱۱/۴۱۲	۰/۰۰۱	۰/۵۵۳	۲/۵۹۴	۲۴۴/۴۸۰

*، ** و ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۰/۵، ۰/۱ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

اثر کود فسفر بر ویژگی‌های رویشی گشنیز

کاربرد کودهای شیمیایی از جمله فسفر در گشنیز موجب تسریع رشد رویشی و بهبود ویژگی‌های کمی آن می‌گردد. این موضوع احتمالاً به دلیل نقش فسفر در تحریک رشد سلول، سنتز ATP و اسیدهای آمینه و در نتیجه افزایش رشد رویشی از طریق تحریک فتوسنتز گیاه می‌باشد (آرون، ۲۰۰۲). اما برخلاف این نتایج، اقحوانی شجری و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که کاربرد کودهای شیمیایی تغییر معنی‌داری در ویژگی‌های رویشی گشنیز ایجاد نمی‌کند.

با افزایش مقدار فسفر، صفات رویشی گشنیز در مقایسه با شاهد بطور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۳). کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر در هکتار موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، قطر ساقه و زیست توده نهایی در مقایسه با تیمارهای شاهد و کاربرد ۷۵ کیلوگرم کود فسفر در هکتار گردید. مقادیر ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفر، بطور مشابه موجب افزایش تعداد شاخه جانبی و تعداد برگ در بوته در مقایسه با شاهد گردیدند (جدول ۳). مشابه این نتایج، رحیمی و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که

جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح مختلف کود فسفر بر ویژگی‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز

کود فسفر (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی	تعداد برگ در بوته	زیست توده نهایی
صفر (شاهد)	۳۷/۰c	۰/۳۲b	۸/۲ b	۱۴/۶b	۱۴۱۲/۸c
۷۵	۵۰/۸b	۰/۳۸b	۱۰/۱a	۲۳/۶a	۱۸۶۵/۶b
۱۵۰	۵۷/۹a	۰/۵۱a	۱۱/۶a	۲۲/۹a	۲۱۹۴/۳a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

اثر کود فسفات بارور ۲ بر ویژگی‌های رویشی گشنیز

که کاربرد کودهای زیستی از جمله فسفات بارور ۲ موجب تحریک صفات رویشی گشنیز از جمله تعداد شاخه و وزن خشک بوته (جهانشاهی و همکاران ۱۳۹۱) ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و وزن خشک بوته (رحیمی و همکاران، ۲۰۰۹) در مقایسه با شاهد می‌شود. در آزمایشی که توسط کرمی و همکاران (۱۳۹۰) انجام شد، کاربرد کود فسفات زیستی موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع و تعداد شاخه فرعی در گیاه دارویی گاوزبان گردید. کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ موجب افزایش معنی‌دار سطح برگ، ارتفاع بوته و زیست توده گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate*) می‌گردد (پور یوسف و همکاران

هنگام کاربرد سطوح مختلف کود زیستی فسفات بارور ۲، رشد رویشی گشنیز در مقایسه با شاهد بطور معنی‌دار افزایش یافت. بطوری که کاربرد ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ در هکتار موجب افزایش صفات رویشی بین ۳۶/۹ تا ۵۰/۷ درصد در مقایسه با شاهد شد (جدول ۴). به استثنای ارتفاع بوته و زیست توده نهایی، تاثیر کاربرد ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ در هکتار بر سایر صفات رویشی یکسان بود. نتایج پژوهش‌های مختلف حاکی از تاثیر مثبت کاربرد کودهای زیستی از جمله فسفات بارور ۲ بر ویژگی‌های رویشی گیاهان دارویی می‌باشد. به طوری

همکاران (۱۳۹۲)، بهبود رشد و گسترش ریشه (یاداو و همکاران، ۲۰۰۲)، تولید هورمون‌های رشد گیاهی و یا از طریق تحریک ساخت آنزیم‌های دخیل در رشد و نمو (گیانشوار و همکاران، ۲۰۰۲) باعث تحریک رشد رویشی و در نتیجه افزایش زیست توده گششیز می‌شود.

بر خلاف این نتایج جهانشاهی و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که کاربرد کود زیستی فسفات‌توانست موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک و تعداد شاخه فرعی در گششیز شود. به نظر می‌رسد کود زیستی فسفات بارور ۲ از طریق تحریک جذب عناصر کم مصرف و پر مصرف توسط ریشه گیاه (رحیم‌زاده و

جدول ۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف فسفات بارور ۲ بر ویژگی‌های رویشی گیاه دارویی گششیز

فسفات بارور ۲ (گرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی	تعداد برگ در بوته	زیست توده نهایی
صفر (شاهد)	۳۸/۳c	۰/۳۰b	۷/۹b	۱۷/۲b	۱۵۳۸/۸c
۱۰۰	۴۹/۷b	۰/۴۳a	۱۰/۶a	۲۱/۱a	۱۸۲۷/۳b
۲۰۰	۵۷/۷a	۰/۴۷a	۱۱/۵a	۲۲/۸a	۲۱۰۶/۶a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

و قطر ساقه) کاربرد ترکیبی ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار همراه با یا ۲۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲، با کاربرد ترکیبی ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر در هکتار همراه با ۱۰۰ یا ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ تفاوت معنی‌داری نداشت. این نتایج نشان می‌دهند که با کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ می‌توان مصرف فسفر معدنی به صورت کود شیمیایی را کاهش داد. برخی گزارشها نشان می‌دهند که تلفیق کود زیستی فسفردار حاوی باکتری سودوموناس و کود فسفر معدنی از طریق بهبود رشد و گسترش ریشه، جذب عناصر غذایی و به تبع آنها، افزایش فتوسنتز و ساخت مواد، موجب افزایش زیست توده و شاخص سطح برگ در گیاه دارویی اسفرزه می‌گردد (یاداو و همکاران، ۲۰۰۲). اما بر خلاف این نتایج گیوبلی و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی اثر کودهای آلی و معدنی و کاربرد همزمان باکتری‌های آزوسپیریولوم، ازتوباکترو باکتری‌های سودوموناس حل‌کننده فسفات بر گیاه مرزنجوش (*Majorata hortensis* L.) تفاوت معنی‌داری از لحاظ زیست توده میان تیمارها مشاهده نکردند. از آنجایی که کود فسفات بارور ۲ حاوی باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس می‌باشد، به نظر می‌رسد که جنس باسیلوس با ترشح اسیدهای آلی از طریق کاهش pH به صورت موضعی و در نتیجه تجزیه پیوند موجود در ساختار ترکیبات فسفات معدنی که به صورت نامحلول در خاک درآمده‌اند، آنها را به شکل محلول قابل جذب توسط ریشه گیاه در می‌آورد و جنس سودوموناس با ترشح آنزیم‌های فسفاتاز و تجزیه ترکیبات فسفات‌دار آلی موجب معدنی‌شدن و قابل جذب شدن فسفر و در نتیجه تحریک رشد رویشی گششیز می‌شود (تیلاک و همکاران، ۲۰۰۵).

اثر سطوح مختلف کود فسفر و فسفات بارور ۲ بر ویژگی‌های رویشی گششیز

بررسی تغییرات صفات رویشی نشان داد که کاربرد ترکیبی کود فسفر و فسفات بارور ۲ باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ در بوته و زیست توده نهایی گششیز در مقایسه با مصرف جداگانه این دو کود شده است (جدول ۵). اگرچه در اکثر صفات ارزیابی شده (به جز تعداد برگ در بوته) هنگام عدم کاربرد کود فسفر، تفاوت معنی‌دار بین کاربرد ۱۰۰ و صفر گرم در هکتار کود فسفات بارور ۲ مشاهده نشد، اما در حضور کود فسفر، هر دو سطح کود زیستی فسفات بارور ۲ باعث افزایش معنی‌دار صفات رویشی گششیز در مقایسه با شاهد گردید. در این شرایط در اغلب صفات بین دو سطح کود زیستی فسفات بارور ۲ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). این نتایج بیانگر این مطلبند که کارایی کود زیستی فسفات بارور ۲ در حضور فسفر معدنی افزایش می‌یابد. مشابه این نتایج برخی محققین گزارش کرده‌اند که کاربرد توأم کود فسفر با کودهای زیستی فسفات‌دار، افزایش کارایی جذب فسفر و در نتیجه افزایش رشد گیاهان دارویی را به دنبال دارد (محفوظ و شرف‌الدین، ۲۰۰۷). از طرف دیگر رحیم‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که کود زیستی فسفات بارور ۲ موجب افزایش معنی‌دار جذب عناصر غذایی از جمله فسفر در گیاهان می‌گردد.

بیشترین میانگین صفات رویشی در حضور ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و با کاربرد ۱۰۰ یا ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ بدست آمد (جدول ۵). در بیشتر موارد (به جز زیست توده نهایی

جدول ۵- مقایسه میانگین سطوح مختلف کود فسفر و فسفات بارور ۲ بر ویژگی‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز

کود فسفر (کیلوگرم در هکتار)	فسفات بارور ۲ (گرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	قطر ساقه (سانتی متر)	تعداد شاخه جانبی	تعداد برگ در بوته	زیست توده نهایی
صفر	۳۰/۶e	۰/۲۶e	۷/۰e	۱۱/۴e	۱۲۹/۵e	
صفر	۳۵/۳de	۰/۳۱de	۸/۳de	۱۴/۷d	۱۳۸/۶e	
۲۰۰	۴۵/۰c	۰/۳۸cd	۹/۴cd	۱۷/۷cd	۱۵۵/۸de	
صفر	۴۰/۰cd	۰/۲۹e	۷/۳de	۲۱/۸b	۱۵۵/۵de	
۷۵	۵۰/۹b	۰/۴۰bc	۱۱/۰bc	۲۴/۰ab	۱۸۲/۳c	
۲۰۰	۶۱/۶a	۰/۴۴b	۱۲/۰ab	۲۴/۹a	۲۲۱/۹b	
صفر	۴۴/۲c	۰/۳۵cd	۹/۳cd	۱۸/۳c	۱۷۶/۶cd	
۱۵۰	۶۳/۰a	۰/۵۷a	۱۲/۵ab	۲۴/۷a	۲۲۷/۳ab	
۲۰۰	۶۶/۵a	۰/۶۰a	۱۳/۱a	۲۵/۷a	۲۵۴/۴a	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس اثر کودهای فسفر و فسفات بارور ۲ بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان اسانس گشنیز.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	وزن دانه در بوته	عملکرد دانه در هکتار	درصد اسانس
بلوک	۲	۰/۱۰۲ ^{ns}	۳۰/۹۷۴ ^{ns}	۰/۳۷۰ ^{ns}	۴۶۴۵/۷۲ ^{ns}	۰/۴۶۷ ^{ns}
فسفر	۲	۳۳/۹۲۵ ^{**}	۹۷۶/۸۹۵ ^{**}	۶۹/۰۴۰ ^{**}	۷۰۳۲۵۰/۷۴ ^{**}	۰/۲۵۲ [*]
فسفات بارور ۲	۲	۳۷/۱۸۰ ^{**}	۵۷۸/۶۶۷ ^{**}	۵۱/۹۸۷ ^{**}	۵۳۱۲۸/۲۸ ^{**}	۱/۲۲۸ ^{**}
فسفر x فسفات بارور ۲	۴	۲/۹۸۶ ^{**}	۵۴/۱۵۵ [*]	۵/۷۱۰ ^{**}	۶۱۴۲۵۸/۶۲ ^{**}	۰/۰۲۳ ^{**}
خطا	۱۶	۰/۳۹۵	۱۷/۳۰۶	۰/۵۲۳	۳۳۶۶۹۸/۲۲	۰/۱۱۶

*, ** و ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۵٪، ۱٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

کاربرد کود فسفر موجب افزایش معنی‌دار میانگین اجزای عملکرد، درصد اسانس و عملکردهای دانه و اسانس گشنیز در مقایسه با شاهد گردید (جدول ۷). در صفات ارزیابی شده (به‌جز درصد اسانس دانه)، بین مقادیر ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر در هکتار تفاوت معنی‌دار وجود داشت. کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار موجب افزایش تعداد چتر در بوته، دانه در چتر، وزن دانه در بوته، عملکرد دانه، درصد اسانس و عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردید. از طرف دیگر تحریک رشد رویشی توسط فسفر (جدول ۳) افزایش عملکرد را به دنبال داشت. به نظر می‌رسد که فسفر از طریق تحریک رشد رویشی و افزایش تجمع ماده خشک و در نتیجه زیست توده گیاهی، موجب افزایش عملکرد دانه و اسانس گشنیز می‌گردد. مشابه این نتایج اقحوانی شجری و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که کاربرد کودهای شیمیایی از جمله کود فسفر موجب افزایش عملکرد و

تجزیه واریانس اثر کود فسفر و کود زیستی فسفات بارور ۲ بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد و عملکرد اسانس گشنیز تاثیر کود فسفر و فسفات بارور ۲ و اثر متقابل آنها بر تمام صفات عملکرد، اجزای عملکرد، درصد و عملکرد اسانس گشنیز معنی‌دار بود (جدول ۶). اثر فسفر و فسفات بارور ۲ بر تمام صفات (به‌جز اثر فسفر بر درصد اسانس) در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل فسفر و فسفات بارور ۲ بر تعداد دانه در چتر در سطح آماری ۵ درصد و بر سایر صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

اثر کود فسفر بر عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد اسانس گشنیز

فسفر موجب افزایش تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه گردید. فسفر به دلیل نقشی که در سنتز اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک و آنزیم‌ها دارد موجب افزایش رشد و نمو گیاه می‌گردد (عبد الوهاب، ۲۰۰۷). همچنین با افزایش فسفر محیط، رشد اندام‌های برگ و ساقه افزایش می‌یابد که این موضوع منجر به تحریک ساختن مواد و در نهایت تجمع آنها در دانه‌ها می‌گردد (سینگ و همکاران ۲۰۰۳).

میزان اسانس گششیز می‌گردد. پوریوسف و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که کاربرد کود فسفر از طریق تحریک رشد رویشی موجب افزایش عملکرد و میزان اسانس گیاه اسفرزه می‌گردد. یاداو و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که کاربرد کود فسفر در گیاه اسفرزه از طریق افزایش تعداد شاخه جانبی، ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک بوته موجب افزایش عملکرد دانه و اسانس در مقایسه با شاهد می‌گردد. در تحقیقی که توسط محفوظ و شرف الدین (۲۰۰۷) بر روی رازیانه انجام شد، کاربرد

جدول ۷- مقایسه میانگین سطوح مختلف فسفر بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان اسانس گششیز

کود فسفر (کیلوگرم در هکتار)	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	وزن دانه در بوته (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس دانه	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
صفر (شاهد)	۹/۰۴c	۲۷/۹c	۲/۲۲c	۷۴۰/۱۱c	۲/۱۸b	۱۲/۲۲c
۷۵	۱۰/۱۵b	۳۸/۳b	۴/۹۲b	۱۶۴۱/۳۳b	۲/۷۶a	۴۶/۱۶b
۱۵۰	۱۲/۸۲a	۴۸/۸a	۷/۷۵a	۲۵۰۷/۹۲a	۲/۸۷a	۷۳/۲۹a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

عناصر کم مصرفی چون آهن و مس (رحیم‌زاده و همکاران ۱۳۹۲)، بهبود فتوسنتز و افزایش ساخت مواد غذایی (وو و همکاران، ۲۰۰۵)، بهبود ویژگی‌های آگرومورفولوژیک از جمله سطح برگ، ارتفاع بوته و ماده خشک (بانچیو و همکاران، ۲۰۰۹) منجر به افزایش گلدهی و تعداد چتر و در نتیجه عملکرد دانه گششیز می‌گردد (کومار و همکاران، ۲۰۰۲؛ سالم و آواد، ۲۰۰۵).

از آنجا که اسانس‌ها اغلب ترکیبات ترپنئیدی بوده و بیوسنتز واحدهای سازنده آنها (ایزوپرنوئیدها) نیازمند ATP و NADPH هستند و با توجه به این موضوع که حضور فسفر برای تشکیل این ترکیبات ضروری می‌باشد (لومیس و کورتو، ۱۹۷۲). بنابراین کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ که در افزایش فسفر محیط نقش دارد، افزایش میزان اسانس گششیز را بدنبال دارد.

اثر سطوح مختلف کود فسفر و فسفات بارور ۲ بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان اسانس گششیز

نتایج جدول ۹ تأثیر سطوح مختلف کود فسفر و فسفات بارور ۲ بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد و عملکرد اسانس گششیز را نشان می‌دهد. کمترین میانگین صفات در شرایط عدم مصرف کود زیستی و فسفر (شاهد) مشاهده شد. کاربرد فسفات

اثر کود فسفات بارور ۲ بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان اسانس گششیز

در حضور کود زیستی فسفات بارور ۲، عملکرد، اجزای عملکرد و میزان و درصد اسانس گششیز در مقایسه با عدم کاربرد کود فسفات بارور ۲ (شاهد) بطور معنی‌دار افزایش یافت و بیشترین میانگین صفات با کاربرد ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ در هکتار بدست آمد. تأثیر فسفات بارور ۲ بر عملکرد اسانس، وزن دانه در بوته و عملکرد دانه بیشتر از سایر صفات ارزیابی شده بود بطوری که در حضور ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ در هکتار، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن دانه در بوته، عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد به ترتیب به میزان ۷/۳۶، ۸۳/۶۲، ۲۰۲/۵۹، ۱۹۱/۹۹، ۱۸/۱۱ و ۲۳۰/۹۶ درصد افزایش یافت (جدول ۸). از طرفی در تمام صفات ارزیابی شده به استثناء درصد اسانس، بین کاربرد دو سطح کود فسفات بارور ۲ تفاوت معنی‌دار وجود داشت.

برخی از پژوهش‌ها حاکی از تأثیر مثبت کود فسفات بارور ۲ بر عملکرد زیست توده و اسانس گششیز (جهان‌شاهی و همکاران، ۱۳۹۱)، اسفرزه (*Plantago ovata*) (پوریوسف و همکاران ۱۳۸۹) و عملکرد اسانس ریحان (بانچیو و همکاران ۲۰۰۹) بوده، که مشابه نتایج این تحقیق است. کود فسفات بارور ۲ احتمالاً از طریق افزایش جذب عناصر غذایی پر مصرف مانند نیتروژن و

هکتار و ۱۰۰ گرم فسفات بارور ۲ در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۹).

پژوهش‌های مختلف بیانگر اثر هم‌افزایی فسفات بارور ۲ و کود فسفر بر عملکرد دانه و اسانس گیاهان دارویی است (پوریوسف و همکاران، ۱۳۸۹؛ کرمی و همکاران، ۱۳۹۰؛ یاداو و همکاران، ۲۰۰۲؛ فاطما و همکاران، ۲۰۰۶). نشان دادند که کاربرد همزمان کود زیستی فسفات و فسفر موجب افزایش عملکرد دانه و اسانس مرزنجوش می‌شود بطوری که کاربرد کودهای زیستی موجب کاهش مصرف کودهای شیمیایی در این مطالعه گردید. به نظر می‌رسد که کود فسفات بارور ۲ از طریق افزایش حلالیت فسفر معدنی موجب افزایش جذب آن توسط گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد می‌گردد (فاطما و همکاران، ۲۰۰۶).

بارور ۲ موجب افزایش صفات ارزیابی شده گردید و در هر سطح فسفر، با افزایش میزان کود زیستی فسفات بارور ۲، میانگین صفات افزایش یافت. از طرف دیگر برای افزایش معنی‌دار میانگین اغلب صفات در مقایسه با شاهد، لازم بود تا کود فسفات بارور ۲ و کود فسفر بطور همزمان بکار روند بطوری که کاربرد فسفات بارور ۲ به تنهایی نتوانست باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در چتر، وزن دانه در بوته، درصد و عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردد (جدول ۹).

تأثیر کاربرد فسفات بارور ۲ در بالاترین سطح کود فسفر (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بیشتر بود. بطوری که بیشترین عملکرد، اجزای عملکرد، درصد و عملکرد اسانس دانه‌گشنیز (باستثناء تعداد چتر در بوته) با کاربرد توأم ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر همراه با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ در هکتار بدست آمد و در تمام صفات این تیمار با تیمار کاربرد توأم ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر در

جدول ۸- مقایسه میانگین سطوح مختلف فسفات بارور ۲ بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان اسانس گشنیز

فسفات بارور ۲ (گرم در هکتار)	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	وزن دانه در بوته (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس (دانه)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
صفر (شاهد)	۸/۵۱c	۲۹/۵۴c	۲۳۲c	۷۷۴/۸۱c	۲/۴۳b	۱۹/۶۴c
۱۰۰	۱۰/۹۶b	۴۰/۲۱b	۵/۵۵b	۱۸۵۲/۱۵b	۲/۷۶ab	۵۱/۲۸b
۲۰۰	۱۲/۵۴a	۵۴/۲۴a	۷/۰۲a	۲۲۶۲/۴۰a	۲/۸۷a	۶۵/۰۰a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

جدول ۹- مقایسه میانگین سطوح مختلف کود فسفر و فسفات بارور ۲ بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان اسانس گشنیز

کود فسفر (کیلوگرم در هکتار)	فسفات بارور ۲ (گرم در هکتار)	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	وزن دانه در بوته (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس (دانه)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
صفر	صفر	۷/۶۳d	۲۴/۲۲d	۱/۳۲e	۴۴۲/۰۳e	۲/۰۰d	۸/۸۶f
صفر	۱۰۰	۸/۴۳d	۲۶/۹۰d	۱/۹۱de	۶۳۷/۸۲e	۲/۱۷cd	۱۳/۸۴ef
۲۰۰	۲۰۰	۱۱/۰۶bc	۳۲/۷۰cd	۳/۴۲de	۱۱۴۰/۴۷d	۲/۳۸bcd	۲۷/۱۰def
۷۵	صفر	۷/۱۳d	۲۶/۷۳d	۱/۷۸e	۵۹۵/۰۲e	۲/۶۱abc	۱۵/۵۱def
۷۵	۱۰۰	۱۰/۶۰c	۴۲/۰۳bc	۵/۴۹bc	۱۸۳۰/۷۵c	۲/۸۵ab	۵۲/۲۶c
۲۰۰	۲۰۰	۱۲/۷۳ab	۴۷/۰۶ab	۷/۴۹b	۲۴۹۸/۲۰b	۲/۸۱ab	۷۰/۲۷bc
صفر	صفر	۱۰/۷۶bc	۳۷/۶۶bc	۳/۸۶cd	۱۲۸۷/۳۸d	۲/۶۸abc	۳۴/۵۵cd
۱۵۰	۱۰۰	۱۳/۸۶a	۵۱/۷۰ab	۹/۲۶a	۳۰۸۷/۸۶a	۲/۸۴ab	۸۷/۷۴ab
۲۰۰	۲۰۰	۱۳/۸۳a	۵۷/۹۶a	۱۰/۱۴a	۳۱۴۸/۵۲a	۳/۱۰a	۹۷/۵۸a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

نتیجه‌گیری

هورمون اکسین (پاتن و گلیک، ۱۹۹۶)، تولید آنزیم کیتیناز (آجیت و همکاران، ۲۰۰۶) و تولید متابولیت‌هایی مانند سیدروفور (مایر، ۲۰۰۰) موجب تحریک رشد گیاه می‌گردند. از طرف دیگر کودهای زیستی با افزایش جذب فسفر و افزایش کارایی این عنصر در فرآیند فتوسنتز و افزایش سطح سبز منجر به تحریک رشد رویشی (افزایش زیست توده) و رشد زایشی (تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و وزن دانه) می‌شوند. از طرف دیگر به نظر می‌رسد که کود زیستی فسفات بارور ۲ از طریق افزایش جذب فسفر و تحریک سنتز متابولیت‌های ثانویه موجب افزایش میزان اسانس گیاه گشنیز می‌گردد. در مجموع می‌توان گفت که کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ نقش به‌سزایی در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز ایفا می‌کند و می‌تواند به عنوان مکمل یا جایگزینی برای مصرف کود فسفر در کشاورزی پایدار مطرح باشد.

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد توأم کود فسفات بارور ۲ (سودوموناس و باسیلوس) و کود فسفات از طریق بهبود ویژگی‌های رویشی موجب افزایش عملکرد، اجزای عملکرد، درصد و عملکرد اسانس گشنیز گردید. کاربرد فسفر یا فسفات به تنهایی نتوانست موجب افزایش معنی‌دار صفات ارزیابی شده در مقایسه با شاهد گردد. در اغلب موارد بیشترین میانگین صفات فوق با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر همراه با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ در هکتار بدست آمد. اگر چه تأمین فسفر مورد نیاز گشنیز از طریق کاربرد کودهای شیمیایی فسفات‌دار از جمله کود سوپرفسفات تریپل موجب افزایش رشد و نمو اندام هوایی و در نتیجه عملکرد می‌گردد اما در محیط ریشه گیاه حضور باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس موجود در کود فسفات بارور ۲ از طریق ساخت و ترشح برخی مواد فعال زیستی مانند

منابع

- اقتحوانی شجری، م.، پ. رضوانی مقدم. ر. قربانی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۹۱. تأثیر کاربرد منفرد و ترکیبی کود زیستی میکوریزا بر عملکرد بذر و اسانس گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum L.*). فصلنامه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. شماره ۱: ۸۶-۷۳. امید بیگی، ر. ۱۳۸۴. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد ۱، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.
- پوریوسف، م.، د. مظاهری. م. ر. چائی‌چی. ا. رحیمی و ا. توکلی. ۱۳۸۹. تأثیر تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک بر ویژگی‌های آگرومورفولوژیک و موسیلاژ اسفرزه (*Plantago ovata Forsk*). مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. شماره ۳: ۲۱۳-۱۹۳.
- جهانشاهی، ش.، ح. م. زاده باقری و ع. ابوطالبی. ۱۳۹۱. تأثیر ورمی کمپوست، باکتریهای ازتوباکتر و آزوسپریلیوم و بارور-۲ بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum L.*). مجله پژوهش‌های به زراعی. شماره ۴: ۴۰۰-۳۹۱.
- خرم دل، س.، ع. کوچکی. م. نصیری محلاتی و ر. قربانی. ۱۳۸۷. اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر شاخصهای رشدی سیاهدانه (*Nigella sativa L.*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران. شماره ۶: ۲۹۴-۲۸۵.
- درزی، م.، ا. فلاوند رجالی. ف و ف. سفیدکن. ۱۳۸۵. بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه (*MillFoeniculumvulgare*). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۲: ۲۷۶-۲۹۲.
- درزی، م.، م. ر. حاج سیدهادی و ف. رجالی. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum L.*). فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. شماره ۲۶: ۴۵۲-۴۶۵.
- درزی، م.، م. ر. حاج سیدهادی و ف. رجالی. ۱۳۹۱. تأثیر کاربرد کودهای دامی و زیستی بر عملکرد بیومس، عملکرد دانه و اسانس گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*). فصلنامه گیاهان دارویی. شماره ۹: ۹۰-۷۷.
- دوازده امامی، س. ۱۳۸۲. کاربرد های گیاهان دارویی. انتشارات نصح. اصفهان.
- رحیم‌زاده، س.، ی. سهرابی. غ. حیدری. ع. عبوضیو س. م. ط. حسینی. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر جذب عناصر پر مصرف، کم مصرف و درصد اسانس در گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica L.*). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. شماره ۱۱: ۱۹۰-۱۷۹.
- رحیمی، ع. الف. مشایخی. ک. همتی و الف. دردی پور. ۱۳۸۸. اثر عناصر غذایی و اسید سالیسیلیک بر عملکرد بذر و اجزای عملکرد گشنیز. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. شماره ۱۶: ۱۵۶-۱۴۹.
- کریمی، ا.، ع. سپهری. ج. حمزه‌بی و ق. سلمی. ۱۳۹۰. تأثیر کودهای زیستی فسفر و نیتروژن بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis L.*) تحت تنش کمبود آب. مجله فن‌آوری تولیدات گیاهی. شماره ۱۱: ۵۰-۳۷.

- کوچکی ع. ل. تبریزی. و ر. قربانی. ۱۳۸۷. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه داروئی زوفا. مجله پژوهشهای زراعی ایران. شماره ۶: ۱۳۷-۱۲۷.
- ملبویی، م. ع. ۱۳۸۶. ویژگی‌های کود زیستی فسفات‌ه بارور ۲. جهاد دانشگاهی، زیست فناوری سبز، ۱۰۴ صفحه.
- ملکوتی، م. ج و م. طهرانی. ۱۳۷۹. نقش ریز مغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی؛ نقش عناصر خرد با تأثیر کلان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران.
- Abd El-Wahab, A. M. 2007. Effect of nitrogen and magnesium fertilization on the production of *Trachyspermum ammi* L (Ajowan) plants under Sinai conditions. J. Appl. Sci. Res. 3: 781-786.
- Ajit, N.S., R. Verma and V. Shanmugan. 2006. Extracellular chitinas of *Pseudomonase fluorescens* antifungal to *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianti* causing carnation wilt. Curr. Microbiol. 52:310-316.
- Arun, K. S. 2002. A Handbook of Organic Farming Publication. Agrobios, India.
- Banchio, E., X. Xie, H. Zhang and P. W. Pare. 2009. Soil bacteria elevate essential oil accumulation and emissions in sweet basil. J. Agric. Food Chem. 57:653-657.
- 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 inorganic amendments application on growth and essential oil of 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.
- Gewaily, E. M., F. I. El-Zamik, T. T. El-Hadidy, H. I. Abd El-Fattah, and H. Seham Salem. 2006. Efficiency of biofertilizers, organic and inorganic amendment application of growth and essential oil of Marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous soils. Zagazig J. Agric. Res. 33:205-396.
- Gyaneshwar, P., G. Naresh Kumar, L. J. Parekh and P. S. Poole. 2002. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. Plant and Soil. 245: 83-93.
- Kumar, S., G. R. Choudhary and A. C. Chaudhari. 2002. Effects of nitrogen and biofertilizers on the yield and quality of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Ann. Agric. Res. 23: 634-637.
- 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. Environ, Agric and Food Chem. 8:86-95.
- Loomis, W. D. and R. Corneau. 1972. Essential oil biosynthesis. Recent Adv. Phytochem. 6: 147-185.
- Rahimi, A. B., K. Mashayekhi, S. Amini and E. Soltani. 2009. Effect of mineral vs. biofertilizer on the growth, yield and essential oil content of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Medicinal Aromatic Plant Sci. Biotech. 3: 21-23.
- Mahfouz, S. A. and M. A. Sharaf Eldin. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). Int. Agrophys. 21: 361 - 366.
- Mayer, D. M. 2000. Pyoverdins: Pigments siderophores and potential taxonomic markers of *Pseudomonas* fluorescent Species. Arch. Microbiol. 174: 135-142.
- Patten, C. L. and B. R. Glick. 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. Can. J. Microbio. 42:207-220.
- Pedra, F., A. Polo, A. Ribero and H. Domingues. 2006. Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. J. Soil Biol. Biochem. 29: 1375-1382.
- Purseglove, J. W., E. G. Brown, C. L. Green and S. R. J. Robbins. 1981. Spices, volum 2. Longman, New Yor, pp 736-788.
- Rashmi, K.R., N. Earanna, and M. Vasundhara. 2008. Influence of biofertilizers on growth, biomass and biochemical constituents of *Ocimum gratissimum*. L. Biomedicine. 3: 123-130.
- Ratti, N., S. Kumar, H. N. Verma and S. P. Gautam. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. *motia* by rhizobacteria, AMF and *Azospirillum* inoculation. Microbiol. Res. 156: 145-149.
- Salem A. G. and A. M. Awad. 2005. Response of coriander plants to organic and mineral fertilizers fertigated in sandy soils. Egypt. J. Agric. Res. 83: 829-858.
- Shalan, M. N. 2005a. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis* L.). Egypt. J. Agric. Res. 83: 271-284.
- Shalan, M. N. 2005b. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of *Nigella sativa* L. plants. Egypt. J. Agric. Res. 83: 811-828.

- Singh, D., S. Chand, M. Anvar and D. Patra. 2003. Effect of organic and inorganic amendment on growth and nutrient accumulation by isabgol (*plantago ovata*) in sodic soil under greenhouse conditions. J. Med. Aromat. Plant. Sci. 25: 414-419.
- Tilak, K. V. B. R., N. Ranganayaki, K. K. Pal, R. De, A. K. Saxena, C. Shekhar Nautiyal, S. Mittal, A. K. Tripathi and B. N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Curr. Sci. 89: 136-150.
- Wu, S.C., Z. H. Caob, Z. G. Lib, K. C. Cheunga and M. H. Wong. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. Geoderma 125:155-166.
- Yadav, R.D., G. L. Keshwa and S. S. Yadva. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of Isabgol (*Plantago ovata*). J. Med. Aromat. Plant. Sci. 25: 668-671.

Effect of Separate and combined application of phosphorus and biofertilizer, phosphate barvar2, on vegetative characteristics, grain yield and essential oil content of Coriander (*Coriandrum sativum*)

F. Abdolahi¹, S. Rastegar¹, S. Arzani²

Received: 2015-1-18 Accepted: 2016-2-4

Abstract

In order to study the effect of separate and combined application of phosphorus and biofertilizer, phosphate barvar2 on vegetative growth, grain yield and essential oil content of coriander, the factorial experiment was conducted as complete random block design with three replications in research field of Geroft Azad University. The experimental factors were included three phosphorus levels (0, 75 and 150 kg triple superphosphate ha⁻¹) and three biofertilizer, phosphate barvar2 levels (0, 100 and 200 g ha⁻¹). Phosphate barvar2 biofertilizer improved coriander vegetative characteristics significantly. Maximum means of growth characteristics were obtained when 150 kg triple superphosphate ha⁻¹ combined with 200 or 100 g phosphate barvar2 ha⁻¹. With the exception of final biomass and stem diameter, in other vegetative traits no significant differences were observed between 75 kg triple superphosphate ha⁻¹ + 200 g phosphate barvar2 and 150 kg triple superphosphate ha⁻¹ + 100 or 200 g phosphate barvar2. Phosphate barvar2 biofertilizer, increased grain yield and yield components and essential oil content significantly when compared with control. Maximum means of these traits were obtained when 200 g phosphate barvar2 ha⁻¹ was applied. Combined applications of phosphorus and phosphate barvar2 biofertilizer increased grain yield and yield components and essential oil content significantly when compared with their separate applications. The results of this study showed that use of phosphate barvar2 biofertilizer plays a significant role in increasing the quantitative and qualitative yields of coriander and it can be used as an alternative for phosphorus fertilizer in sustainable agriculture.

Keywords: *Bacillus lentus*, coriander, grain yield, phosphate barvar2 biofertilizer, *Pseudomonas potida*

1 - Assistant Professor, Department of Horticulture, Hormozgan College of Agriculture and Natural Resource, Bandarabbas, Iran

2- Graduated Student of Horticulture, Jiroft Branch, Islamic Azad University, Jiroft, Iran