

بررسی تأثیر کود بیولوژیک و تراکم بوته بر عملکرد و اسانس گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

محمدتقی درزی^{۱*} و عادل آخانی^۲

۱- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، ایران

پست الکترونیک: mt_darzi@yahoo.com

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، ایران

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۳

تاریخ اصلاح نهایی: آذر ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۳

چکیده

به منظور بررسی اثر کود بیولوژیک و تراکم بوته بر عملکرد و اسانس گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)، شامل وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، میزان اسانس و عملکرد اسانس، آزمایشی به صورت فاکتوریل با استفاده از دو عامل کود بیولوژیک نیتروکسین (عدم تلقیح، تلقیح با بذر، محلول پاشی بر روی بوته در مرحله ساقه رفتن و تلقیح با بذر، محلول پاشی بر روی بوته در مرحله ساقه رفتن) و تراکم بوته (۱۲/۵، ۱۶/۷ و ۲۵ بوته در مترمربع) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دوازده تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشاورزی ران در شهرستان فیروزکوه در سال ۱۳۹۰ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بیشترین وزن هزاردانه (۵/۰۴ گرم)، عملکرد بیولوژیک (۵۷۲۷/۹ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۶۳۰/۱ کیلوگرم در هکتار)، میزان اسانس در دانه (۰/۲۶٪) و عملکرد اسانس (۱/۶۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار تلقیح نیتروکسین با بذر همراه با محلول پاشی بر روی بوته در مرحله ساقه رفتن حاصل شد. تراکم بوته نیز دارای تأثیر معنی داری بر روی صفات مورد بررسی بود، به طوری که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۶۸۵۳/۱ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۷۵۵/۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۱/۱۳ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع و نیز بیشترین میزان اسانس (۰/۱۹٪) در تراکم ۱۶/۷ بوته در مترمربع بدست آمد. طبق نتایج حاصل، تیمار شامل مصرف دو بار کود بیولوژیک نیتروکسین و استفاده از تراکم ۲۵ بوته در مترمربع، بهترین نتیجه را داشته است.

واژه‌های کلیدی: گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)، نیتروکسین، تراکم بوته، عملکرد، اسانس.

مقدمه

گشنیز با نام علمی *Coriandrum sativum* L. گیاهیست یکساله از خانواده چتریان (Apiaceae) که بومی منطقه مدیترانه می‌باشد. دانه این گیاه حاوی حدود ۱٪ اسانس می‌باشد و عمده‌ترین ترکیب اسانس آن را لینالول (۶۰ تا ۷۰ درصد)

تشکیل می‌دهد. از این اسانس در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی، نوشابه‌سازی و شکلات‌سازی استفاده‌های فراوانی بعمل می‌آید. امروزه در صنایع داروسازی از مواد مؤثره گشنیز، برای مداوای دل درد و نفخ شکم و نیز به عنوان هضم‌کننده غذا استفاده می‌شود (Omidbaigi, 1997; Salehi Surmeghi,

و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه خود بر روی گشنیز نشان دادند که تراکم ۳۰ بوته در مترمربع موجب افزایش بارز عملکرد دانه و عملکرد اسانس گردید. در دو پژوهش دیگر مشاهده گردید که استفاده از تراکم مطلوب بوته، سبب بهبود عملکرد دانه و عملکرد اسانس گیاهان دارویی سیاه‌دانه و انیسون (*Pimpinella anisum* L.) شد (Norozpoor & Hosseinpour et al., Rezvani Moghaddam, 2007). Rasam و همکاران (۲۰۰۷) نیز در پژوهش خود شاهد افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در تراکم مطلوب در گیاه دارویی انیسون بودند. هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر کود بیولوژیک و تراکم بوته بر عملکرد و اسانس گیاه دارویی گشنیز می‌باشد.

مواد و روشها

این تحقیق در بهار سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشاورزی و دامپروری ران شهرستان فیروزکوه که در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول ۵۲ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۹۳۰ متر از سطح دریا واقع شده است، اجرا شد. میانگین بارش سالیانه ۲۹۶/۸ میلی‌متر و متوسط دما حدود ۹ درجه سانتی‌گراد بود. جدول ۱ تغییرات دما و بارندگی را در طول فصل رشد نشان می‌دهد. ابتدا از خاک مزرعه نمونه‌برداری انجام و مشخص شد که بافت خاک لومی رسی و pH آن ۷/۴۸ می‌باشد و بعد بر مبنای تجزیه خاک (جدول ۲) به میزان ۵۰ کیلوگرم نیتروژن (کود اوره) و ۲۰ کیلوگرم فسفر (کود سوپر فسفات) در هکتار قبل از کاشت مصرف گردید. پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل دو عاملی شامل عامل کود بیولوژیک نیتروکسین در چهار سطح (عدم تلقیح، تلقیح با بذر، محلول‌پاشی بر روی بوته در مرحله ساقه رفتن، و تلقیح با بذر و محلول‌پاشی بر روی بوته در مرحله ساقه رفتن) و عامل تراکم بوته در سه سطح (۱۲/۵، ۱۶/۷ و ۲۵ بوته در مترمربع) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دوازده تیمار و سه تکرار انجام شد. کود بیولوژیک نیتروکسین مصرفی که از شرکت زیست‌فناوری آسیا تهیه گردیده، محلولی حاوی دو گونه از باکتری‌های تثبیت‌کننده

(Carrubba et al., 2002؛ Diederichen, 1996؛ 2008). کشت گشنیز در بسیاری از نقاط ایران رواج دارد و سطح زیر کشت آن برای تولید دانه، حدود ۳۰۰۰ هکتار می‌باشد (Akbarinia et al., 2006). کاربرد کودهای بیولوژیک در کشاورزی پایدار به سبب بهبود کیفیت محصول و حفظ حاصلخیزی خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از محاسن این کودها می‌توان به تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، ترشح مواد محرک رشد گیاه، بهبود حاصلخیزی خاک و حفظ و پایداری محیط‌زیست اشاره کرد (Saleh Rastin, 2001؛ Sharma, 2002). در رابطه با اهمیت کاربرد کودهای بیولوژیک نیتروژنه بر عملکرد و اسانس گیاهان دارویی، Singh و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی بر روی گیاه دارویی گشنیز نشان دادند که کاربرد باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، سبب بهبود میزان اسانس در گیاه دارویی گشنیز گردید. همچنین Abdou و همکاران (۲۰۰۴) و Darzi و همکاران (۲۰۱۲a) در تحقیق خود به ترتیب بر روی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) و گشنیز مشاهده کردند که کاربرد باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد اسانس نسبت به تیمار شاهد گردید. در پژوهشی که بر روی گیاه دارویی رازیانه و در شرایط مزرعه‌ای انجام شد، مشاهده شد که کاربرد دو نوع از باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن به نام *Azospirillum liboferum* و *Azotobacter chroococcum* موجب افزایش بارز عملکرد بیولوژیک، میزان اسانس و عملکرد اسانس گردید (Mahfouz & Sharaf Eldin, 2007). همچنین در مطالعه‌ای بر روی گیاه دارویی سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) ملاحظه شد که کاربرد توأم دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، موجب افزایش چشمگیر عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد گردید (Khorramdel et al., 2010).

تراکم بوته از جمله عوامل محیطی و زراعی مهم به‌شمار می‌رود که نقش بسزایی در رشد و عملکرد گیاهان زراعی دارد. از این‌رو انتخاب تراکم بوته مناسب سهم چشمگیری در بهره‌برداری مطلوب از پارامترهای محیطی نظیر نور، فضا، آب و عناصر غذایی دارد. در خصوص تأثیر تراکم بوته بر روی خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی، Akbarinia

۲۰۰ میلی‌لیتر آب برای هر کرت محلول‌پاشی شدند. برداشت دانه گشنیز در اواسط مهرماه ۱۳۹۰ و به روش دستی انجام گردید. در این تحقیق صفات وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، میزان اسانس و عملکرد اسانس مورد بررسی قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری وزن هزاردانه، از هر کرت، ۵ گروه ۲۰۰ بذری شمارش گردید و وزن شدند. سپس میانگین آنها در عدد ۵ ضرب گردید. به‌منظور تعیین عملکرد دانه در واحد سطح، از خطوط میانی هر کرت معادل ۱ مترمربع، بوته‌ها به روش دستی برداشت و پس از جدا کردن چترهای حاوی بذر از آنها، دانه‌ها جدا شدند (Sharifi Ashoorabadi et al., 2002; Akbarinia et al., 2006; Darzi et al., 2012b). دو بوته از هر کرت نیز برای تعیین وزن خشک و بعد محاسبه عملکرد بیولوژیک، در داخل آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. به‌منظور تعیین مقدار اسانس در دانه، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۱۰۰ گرمی بذر تهیه کرده که بعد از آسیاب نمودن به مدت ۳ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب به‌وسیله دستگاه Clevenger اسانس‌گیری گردید. میزان اسانس (درصد) نیز پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات سدیم خشک، محاسبه شد. بعد از تعیین میزان اسانس، عملکرد آن نیز به کمک حاصل‌ضرب عملکرد دانه و میزان اسانس بدست آمد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نیروژن به‌نام‌های *Azotobacter chroococcum* و *Azospirillum lipoferum* بود که در هر میلی‌لیتر از آن در حدود 10^8 باکتری فعال وجود داشت. بذر گشنیز مورد استفاده در این تحقیق نیز، که یک اکوتیپ بوده از شرکت گیاه ایران اصفهان تهیه شد.

به‌منظور اجرای آزمایش، اندازه هر کرت به ابعاد 3×2 متر و حاوی ۵ ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۴۰ سانتی‌متر لحاظ گردید. فاصله بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. کاشت گشنیز و اعمال تیمارهای آزمایشی بعد از مساعد شدن هوا در ۲۵ اردیبهشت انجام گردید. برای کاشت گشنیز، بخشی از بذرهای مورد نیاز با محلول نیتروکسین به مدت ۱۵ دقیقه تلقیح شدند. سپس در سایه و در معرض هوا خشک شده و در عمق ۲ سانتی‌متری خاک کشت شدند و بلافاصله آبیاری انجام شد. برای اطمینان از جوانه‌زنی و حفظ تراکم در حد مطلوب، در روی هر ردیف بذرها با تراکم بیشتری کشت شده و بعد در مرحله ۴ برگگی تنک و با فاصله روی ردیف ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر براساس تراکم‌های مورد نظر (۱۲/۵، ۱۶/۷، ۲۵ بوته در مترمربع) تنظیم شدند. عملیات مبارزه با علف‌های هرز مزرعه در پنج نوبت به روش مکانیکی و به‌وسیله دست انجام شد. عملیات آبیاری در ابتدا هر ۴ روز یکبار و بعد از استقرار کامل ریشه با توجه به شرایط اقلیمی منطقه هر ۶ تا ۷ روز یک‌بار انجام گردید. کرت‌های حاوی تیمار سطح سوم و چهارم کود بیولوژیک نیتروکسین نیز، در مرحله ساقه‌دهی، با غلظت ۱۰ میلی‌لیتر نیتروکسین در

جدول ۱- تغییرات دما و بارندگی در طول دوره رشد

بارندگی (میلی‌متر)	میانگین دما (سانتی‌گراد)	ماه‌های سال ۱۳۹۰
۳۷/۵	۹	فروردین
۲۴	۱۳/۵	اردیبهشت
۷	۱۸/۵	خرداد
۵	۲۱/۵	تیر
۰	۲۲/۳	مرداد
۶	۱۶/۵	شهریور

جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

پتاسیم	فسفر	نیترژن کل	کربن آلی	هدایت الکتریکی	اسیدیته	Texture
mg/kg		%		ds/m		لومی رسی
۴۰۰	۳۰	۰/۱۴	۰/۶۵	۱/۰۲	۷/۴۸	

نتایج

وزن هزاردانه

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس آزمایش (جدول ۳)، بیانگر آن بود که تأثیر هر دو عامل کود بیولوژیک نیتروکسین و تراکم بوته در سطح احتمال ۱٪ بر وزن هزاردانه معنی دار گردید ولی اثرات متقابل بین آنها بر وزن هزاردانه معنی دار نشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که وزن هزاردانه در تیمار تلقیح با بذر و محلول پاشی (۵/۰۴ گرم) به ترتیب حدود ۱۳، ۱۶ و ۲۵ درصد بیشتر از تیمارهای محلول پاشی (۴/۴۵ گرم)، تلقیح با بذر (۴/۳۴ گرم) و شاهد (۴/۰۳ گرم) بود (جدول ۴). در مورد اثر تراکم بوته بر وزن هزاردانه نیز مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که وزن هزاردانه در دو تراکم ۱۲/۵ (۴/۵۸ گرم) و ۱۶/۷ (۴/۵۷ گرم) بوته در مترمربع در مقایسه با تراکم ۲۵ بوته در مترمربع (۴/۲۵ گرم) در حدود ۷/۵٪ بیشتر بود (جدول ۴).

عملکرد بیولوژیک

اطلاعات حاصل از تجزیه واریانس آزمایش، بیانگر آن بود که تأثیر عوامل کود بیولوژیک و تراکم بوته در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد بیولوژیک معنی دار گردید، اما اثرات متقابل میان عوامل تأثیر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک نداشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح کود بیولوژیک تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود داشت، به نحوی که عملکرد بیولوژیک در تیمار تلقیح با بذر و محلول پاشی (۵۷۲۷/۹ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب ۵/۷٪، ۵/۸٪ و ۲۲/۲٪ بیشتر از تیمارهای محلول پاشی (۵۴۱۶ کیلوگرم در هکتار)، تلقیح با بذر (۵۴۱۲ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (۴۶۸۷/۷ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۴). در رابطه با اثر تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک نیز، مقایسه

میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح تراکم بوته تفاوت معنی داری وجود داشت، به طوری که عملکرد بیولوژیک در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع (۶۸۵۳/۱ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تراکم ۱۶/۷ بوته (۵۰۹۲/۳ کیلوگرم در هکتار) و ۱۲/۵ بوته (۳۹۸۷/۲ کیلوگرم در هکتار) در مترمربع به ترتیب در حدود ۳۵٪ و ۷۲٪ بیشتر بود (جدول ۴).

عملکرد دانه

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس آزمایش، بیانگر آن بود که تأثیر هر دو عامل کود بیولوژیک و تراکم بوته در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد دانه معنی دار گردید، ولی اثر متقابل بین عامل‌ها بر عملکرد دانه معنی دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح کود بیولوژیک تفاوت قابل توجهی وجود داشت، به نحوی که عملکرد دانه در تیمار تلقیح با بذر و محلول پاشی (۶۳۰/۱ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمارهای محلول پاشی (۵۶۴/۵ کیلوگرم در هکتار)، تلقیح با بذر (۵۶۱/۹ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (۴۹۹/۵ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در حدود ۱۲٪، ۱۲٪ و ۲۶٪ بیشتر بود (جدول ۴). در رابطه با اثر تراکم بوته بر عملکرد دانه نیز، عملکرد دانه در تیمار تراکم ۲۵ بوته در مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده آن بود که بین سطوح تراکم بوته اختلاف معنی داری وجود داشت، به نحوی که مترمربع (۷۵۵/۸ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب حدود ۴۱٪ و ۸۹٪ بیشتر از تیمارهای تراکم ۱۶/۷ بوته (۵۳۵/۶ کیلوگرم در هکتار) و ۱۲/۵ بوته (۴۰۰/۶ کیلوگرم در هکتار) در مترمربع بود (جدول ۴).

میزان اسانس

نتایج تجزیه واریانس آزمایش، بیانگر آن بود که تأثیر دو عامل کود بیولوژیک و تراکم بوته در سطح احتمال ۱٪ بر

(۱/۶۰ کیلوگرم در هکتار) ۵۰/۹٪ بیشتر از تیمار تلقیح با بذر (۱/۰۶ کیلوگرم در هکتار) و ۶۱/۶٪ بیشتر از تیمار محلول پاشی (۰/۹۹ کیلوگرم در هکتار) و نیز ۴۹۲/۵٪ بیشتر از تیمار شاهد (۰/۲۷ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۴). همچنین مقایسه میانگین‌ها بیانگر وجود اختلاف معنی‌داری بین سطوح تراکم بوته بود، به طوری که عملکرد اسانس در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع (۱/۱۳ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تراکم ۱۲/۵ بوته (۰/۷۳ کیلوگرم در هکتار) در مترمربع در حدود ۵۵٪ بیشتر بود (جدول ۴).

بحث

کاربرد دو بار کود بیولوژیک نیتروکسین (تلقیح با بذر و محلول پاشی)، ضمن تأمین بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه، از طریق افزایش عرضه عناصر معدنی، منجر به بهبود وزن هزاردانه در گشنیز گردید. نتایج تحقیقات Mirshekari و همکاران (۲۰۱۰) و Saeid Nejad و Moghddam (۲۰۱۰) بر روی زیره سبز مؤید همین مطلب است. بنابراین به نظر می‌رسد که در تراکم بالای بوته (۲۵ بوته در مترمربع)، رقابت بیشتری بین دانه‌ها برای دریافت مواد فتوسنتزی وجود دارد که این مسئله موجب کاهش وزن هزاردانه گردید. در همین رابطه Singh و همکاران (۲۰۰۵) نیز به نتیجه مشابهی بر روی گیاه شنبلیله همکاران (Trigonella foenum gracum) دست یافتند.

میزان اسانس معنی‌دار گردید، ولی اثر متقابل بین عامل‌ها بر میزان اسانس معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح کود بیولوژیک نیتروکسین تفاوت قابل توجهی وجود داشت، به طوری که میزان اسانس در تیمار تلقیح با بذر و محلول پاشی (۰/۲۶٪) در مقایسه با تیمارهای تلقیح با بذر (۰/۱۹٪)، محلول پاشی (۰/۱۸٪) و شاهد (۰/۰۶٪) به ترتیب در حدود ۳۲٪، ۴۲٪ و ۳۴۹٪ بیشتر بود (جدول ۴). در ارتباط با اثر تراکم بوته بر میزان اسانس نیز، مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده آن بود که بین سطوح تراکم بوته اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به نحوی که میزان اسانس در تیمار تراکم ۱۶/۷ بوته در مترمربع (۰/۱۹۳٪) به ترتیب حدود ۱۰٪ و ۳۱٪ بیشتر از تیمارهای تراکم ۱۲/۵ بوته (۰/۱۷۵٪) و ۲۵ بوته (۰/۱۴۷٪) در مترمربع بود (جدول ۴).

عملکرد اسانس

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس آزمایش، نشان‌دهنده آن بود که تأثیر هر دو عامل کود بیولوژیک نیتروکسین و تراکم بوته در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد اسانس معنی‌دار گردید، ولی اثرات متقابل بین آنها بر عملکرد اسانس معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها، تفاوت قابل ملاحظه‌ای را بین سطوح مختلف کود بیولوژیک نشان داد، به نحوی که عملکرد اسانس در تیمار تلقیح بذر و محلول پاشی

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر کود بیولوژیک و تراکم بوته بر صفات مورد مطالعه در سیاه‌دانه

منابع تغییرات (S. O. V)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)			
		وزن هزاردانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	میزان اسانس
تکرار	۲	۰/۰۴۸۶ ns	۵۹۱۹۸/۸۲ ns	۸۶۱۰/۹۳ ns	۰/۰۰۰۴ ns
کود بیولوژیک	۳	۱/۶۰۹۹ **	۱۷۵۰۷۵۴ **	۲۵۶۱۶/۰۱ **	۰/۰۶۲۳ **
تراکم بوته	۲	۰/۴۳۳۶ **	۲۵۰۶۹۸۴۸ **	۳۸۵۷۶۵ **	۰/۰۰۶۴ **
کود بیولوژیک × تراکم بوته	۶	۰/۱۴۵۴ ns	۲۶۲۳۹/۵۹ ns	۱۴۶۹/۹۳ ns	۰/۰۰۰۱ ns
خطای آزمایش	۲۲	۰/۰۶۶۷	۱۱۶۷۴۶	۳۳۵۱/۱۶	۰/۰۰۰۱۹

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵٪ و ۱٪ احتمال

جدول ۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف کود بیولوژیک و تراکم بوته بر صفات مورد بررسی

صفات					
تیمار	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان اسانس (%)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
سطوح کود بیولوژیک					
عدم تلقیح	۴/۰۳ c	۴۶۸۷/۷ b	۴۹۹/۵ c	۰/۰۶ d	۰/۲۷ c
تلقیح با بذر	۴/۳۴ b	۵۴۱۲/۰ a	۵۶۱/۹ b	۰/۱۹ b	۱/۰۶ b
محلول پاشی	۴/۴۵ b	۵۴۱۶/۰ a	۵۶۴/۵ b	۰/۱۸ c	۰/۹۹ b
تلقیح با بذر و محلول پاشی	۵/۰۴ a	۵۷۲۷/۹ a	۶۳۰/۱ a	۰/۲۶ a	۱/۶۰ a
سطوح تراکم بوته (تعداد بوته در مترمربع)					
۱۲/۵	۴/۵۸ a	۳۹۸۷/۲ c	۴۰۰/۶ c	۰/۱۷ b	۰/۷۳ b
۱۶/۷	۴/۵۷ a	۵۰۹۲/۳ b	۵۳۵/۶ b	۰/۱۹ a	۱/۰۷ a
۲۵	۴/۲۵ b	۶۸۵۳/۱ a	۷۵۵/۸ a	۰/۱۵ c	۱/۱۳ a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

بنابراین به نظر می‌رسد که کاربرد کود بیولوژیک به‌ویژه دو بار مصرف آن، از طریق بهبود اجزاء عملکرد گششیز نظیر وزن هزاردانه و عملکرد بیولوژیک، موجب افزایش عملکرد دانه گردد. در همین ارتباط Saeid Nejad و Rezvani Moghaddam (۲۰۱۰) در پژوهشی بر روی زیره سبز اظهار داشتند که تلقیح با باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) با افزایش رشد ریشه‌ها 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 عملکرد دانه بالاتر شد. نتیجه تحقیقات Moradi و همکاران (۲۰۰۹)، Abdou و همکاران (۲۰۰۴)، Mahfouz و Sharaf Eldin (۲۰۰۷) و Azzaz و همکاران (۲۰۰۹) بر روی رازیانه، Kumar و همکاران (۲۰۰۲) و Darzi و همکاران (۲۰۱۲a) بر روی گششیز، Farahani و Valadabadi (۲۰۱۱) بر روی سیاه‌دانه و Darzi و همکاران (۲۰۱۲b) بر روی شوید، با پژوهش حاضر هماهنگی دارد. در مورد توجیه عملکرد دانه بیشتر در

از این‌رو به نظر می‌رسد کاربرد کود بیولوژیک از طریق افزایش جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن (Mahfouz & Kalyanasundaram *et al.*, Sharaf Eldin, 2007) سبب بهبود وزن خشک گیاه و متعاقب آن افزایش عملکرد بیولوژیک گردد. نتیجه پژوهش Darzi و همکاران (۲۰۱۲b) بر روی شوید و Valadabadi و Farahani (۲۰۱۱) بر روی سیاه‌دانه نیز، با تحقیق حاضر هماهنگی دارد. Swaminathan و همکاران (۲۰۰۸) و Kumar و همکاران (۲۰۰۹) نیز به نتایج مشابهی بر روی گیاه دارویی درمنه (*Artemisia pallens*) دست یافتند. همچنین طبیعی به نظر می‌رسد که در تراکم بیشتر یا مطلوب به علت افزایش تعداد بوته در واحد سطح عملکرد بیولوژیک نیز افزایش پیدا کند. در همین خصوص Hosseinpour و همکاران (۲۰۱۲) نیز شاهد افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی انیسون در تراکم بیشتر یعنی ۵۰ بوته در مترمربع بودند. یافته‌های Rasam و همکاران (۲۰۰۷) بر روی گیاه دارویی انیسون نیز مؤید همین موضوع است.

تراکم بالا (۲۵ بوته در مترمربع) باید اذعان داشت اگرچه عملکرد تک بوته در تراکم‌های پایین (۱۲/۵ و ۱۶/۷ بوته در مترمربع) افزایش یافته ولی این افزایش نتوانست کمبود تعداد بوته را جبران کند، از این رو عملکرد در واحد سطح کاهش پیدا کرد. به عبارتی دیگر، در تراکم بالا به دلیل استقرار مطلوب پوشش گیاهی و استفاده بهینه از منابع محیطی به‌ویژه نور خورشید، شرایط لازم برای رشد مناسب و افزایش بیوماس فراهم شده و متعاقب آن عملکرد دانه افزایش می‌یابد. در همین رابطه تحقیق Rasam و همکاران (۲۰۰۷) بر روی گیاه دارویی انیسون، حکایت از افزایش عملکرد دانه در تراکم بیشتر (۴۰ بوته در مترمربع) بود. یافته‌های Akbarinia و همکاران (۲۰۰۶) و Macvicar (۲۰۰۴) بر روی گشنیز، Norozpoor و Rezvani و Moghaddam (۲۰۰۷) بر روی سیاه‌دانه و همکاران (۲۰۱۲) بر روی انیسون مؤید همین موضوع است.

از این رو به نظر می‌رسد که بهبود بارز میزان اسانس در تیمارهای حاوی کود بیولوژیک به‌ویژه تیمار تلقیح بذر همراه با محلول‌پاشی، می‌تواند به علت جذب بیشتر نیتروژن و متعاقب آن دریافت بیوماس و تسریع در پر شدن دانه باشد (Migahed *et al.*, 2004). بنابراین می‌توان اظهار داشت از آنجایی که ترکیب‌های اولیه سازنده اسانس‌ها نیاز مبرم به ATP و NADPH دارند و با توجه به این موضوع که حضور عناصری نظیر نیتروژن برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشد (Loomis & Corteau, 1973)، از این رو مصرف کود بیولوژیک نیتروکسین از طریق فراهمی جذب نیتروژن، موجب تولید بیوماس مناسب در دانه و در نهایت افزایش میزان اسانس شد. گزارش‌های برخی محققان نظیر Singh و همکاران (۲۰۰۹) بر روی گشنیز، Velmurugan و همکاران (۲۰۰۸) بر روی زردچوبه، Mahfouz و Sharaf (۲۰۰۷) Eldin بر روی رازیانه و Darzi و همکاران (۲۰۱۲c) بر روی شوید، مبین افزایش میزان اسانس در اثر کاربرد کود بیولوژیک نیتروژنه بود. در دو پژوهش دیگر Gharib و همکاران (۲۰۰۸) بر روی مرزنجوش

(*Majorana hortensis*) و El-Hadi و همکاران (۲۰۰۹) بر روی گونه‌های مختلف نعنای نشان دادند که میزان اسانس در اثر کاربرد تلفیقی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، در مقایسه با تیمار شاهد، به طور معنی‌داری افزایش یافت. در مورد افزایش میزان اسانس در تراکم ۱۶/۷ بوته در مترمربع، به نظر می‌رسد که در این تراکم بوته‌ها در وضعیت مناسب‌تری از نظر محیطی در مقایسه با تراکم‌های پایین و بالا قرار گرفته که این مسئله احتمالاً سبب تعادل بین بیوماس و اسانس شده و موجبات بهبود اسانس را فراهم کرده است. در همین ارتباط Bist و همکاران (۲۰۰۰) در تحقیقی بر روی گیاه دارویی شوید نشان دادند که در تراکم کمتر میزان اسانس افزایش می‌یابد. البته در پژوهشی بر روی گشنیز مشاهده شد که تراکم بالا (۴۰ بوته در مترمربع) سبب بهبود میزان اسانس گردید (Akbarinia *et al.*, 2006) که با نتیجه تحقیق حاضر مغایرت داشت.

بهبود عملکرد اسانس در تیمارهای مصرف کود بیولوژیک به‌ویژه تیمار دو بار کاربرد کود بیولوژیک، به دلیل افزایش اجزاء عملکرد اسانس یعنی عملکرد دانه و میزان اسانس بود. یافته‌های سایر پژوهشگران شامل Moradi و همکاران (۲۰۰۹)، Abdou و همکاران (۲۰۰۴) و Mahfouz و Sharaf Eldin (۲۰۰۷) بر روی رازیانه، Gharib و همکاران (۲۰۰۸) بر روی مرزنجوش، Koocheki و همکاران (۲۰۰۹) بر روی زوفا، Saeid و Nejad Moghaddam Rezvani (۲۰۱۰) بر روی زیره سبز و Darzi و همکاران (۲۰۱۲c) بر روی شوید با نتیجه پژوهش حاضر همخوانی دارد. همچنین بهبود عملکرد اسانس در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع را می‌توان به افزایش فقط یک جزء از اجزاء عملکرد اسانس یعنی عملکرد دانه نسبت داد. البته تراکم مذکور با تراکم ۱۶/۷ بوته در مترمربع تفاوت آماری معنی‌داری از نظر عملکرد اسانس نداشت که این مسئله به دلیل افزایش میزان اسانس این تیمار بود که کاهش حاصل از عملکرد دانه را جبران کرده بود. در همین خصوص در تحقیقاتی که توسط Akbarinia و همکاران (۲۰۰۶) بر روی گشنیز، Norozpoor و Rezvani

- Carrubba, A., la Torre, R., Di Prima, A., Saiano, F. and Alonzo, G., 2002. Statistical analyses on the essential oil of Italian coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits of different ages and origins. *Journal of Essential oil Research*, 14(6): 389-396.
- Darzi, M.T., Haj Seyed Hadi, M.R. and Rejali, F., 2012a. Effects of cattle manure and biofertilizer application on biological yield, seed yield and essential oil in coriander (*Coriandrum sativum*). *Journal of Medicinal Plants*, 9(42): 77-90.
- Darzi, M.T. and Haj Seyed Hadi, M.R., 2012b. Effects of the application of organic manure and biofertilizer on the fruit yield and yield components in dill (*Anethum graveolens*). *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(16): 3266-3271.
- Darzi, M.T., Haj Seyed Hadi, M.R. and Rejali, F., 2012c. Effects of the application of vermicompost and nitrogen fixing bacteria on quantity and quality of the essential oil in dill (*Anethum graveolens*). *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(21): 3793-3799.
- Diederichen, A., 1996. Coriander: Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. *International Plant Genetic Resources Institute*, 82p.
- El-Hadi, N.I.M.A., El-Ala, H.K.A. and El-Azim, W.M.A., 2009. Response of some *Mentha* species to plant growth promoting bacteria (PGPB) isolated from soil rhizosphere. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4): 4437-4448.
- Gharib, F.A., Moussa, L.A. and Massoud, O.N., 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. *International Journal of Agriculture and Biology*, 10: 381-387.
- Hosseinpour, M., Pirzad, A., Habibi, H. and Fotokian, M.H., 2012. Effect of biological nitrogen fertilizer (azotobacter) and plant density on yield, yield components and essential oil of anise. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 21(1): 69-88.
- Kalyanasundaram, B., Kumar, T.S., Kumar, S. and Swaminathan, V., 2008. Effect of N, P, with biofertilizers and vermicompost on growth and physiological characteristics of sweet flag (*Acorus calamus* L.). *Advances in Plant Science*, 21(1): 323-326.
- Khorramdel, S., Koocheki, A.R., Nasiri Mahallati, M. and Ghorbani, R., 2010. Effects of biofertilizers on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(5): 768-776.
- Hosseinpour و Moghaddam (۲۰۰۷) بر روی سیاه‌دانه و همکاران (۲۰۱۲) بر روی انیسون انجام شده بود. مشاهده گردید که تراکم بوته بیشتر موجب افزایش عملکرد اسانس شد.
- در مجموع نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که در شرایط مشابه با این تحقیق کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین به‌ویژه تیمار تلفیقی تلقیح با بذر و محلول‌پاشی آن در کنار بکارگیری تراکم مطلوب بوته (۲۵ بوته در مترمربع) باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد اسانس می‌شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن و نیز مدیر و کلیه کارکنان شرکت کشاورزی و دامپروری ران در شهرستان فیروزکوه که صمیمانه ما را در انجام این تحقیق یاری کردند، تشکر می‌کنیم.

منابع مورد استفاده

- Abdou, M.A.H., El-Sayed, A.A., Badran, F.S. and El-Deen, R.M.S., 2004. Effect of planting density and chemical and biofertilization on vegetative growth, yield and chemical composition of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller): I-Effect of planting density and some chemical (Nofatrein) and biochemical (Biogen) fertilizers. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 42(4): 1907-1922.
- Akbarinia, A., Daneshian, J. and Mohmmadbiegi, F., 2006. Effect of nitrogen fertilizer and plant density on seed yield, essential oil and oil content of *Coriandrum sativum* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(4): 410-419.
- Azzaz, N.A.E., Hassan, E.A. and Hamad, E.H., 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(2): 579-587.
- Bist, L.D., Kewland, C.S. and Sobaran, S., 2000. Effect of planting geometry and level of nitrogen on growth and yield quality of European Dill (*Anethum graveolens*). *Indian Journal of Horticulture*, 57(4): 351-355.

- and yield components of seed in anise (*Pimpinella anisum*). Journal of Pajouhesh and Sazandegi (In Natural Resources), 20(2): 127-132.
- Saeid Nejad, A.H. and Rezvani Moghaddam, P., 2010. Evaluation of biofertilizer and chemical fertilizer application on morphological traits, yield, yield components and essential oil percent in cumin (*Cuminum cyminum*). Journal of Horticultural Science, 24(1): 38-44.
 - Saleh Rastin, N., 2001. Biofertilizers and their role in order to reach to sustainable agriculture: 1-54. Khavazi, K. and Malakouti, M.J., (Eds.). A Compilation of Papers of Necessity for the Production of Biofertilizers in Iran. Ministry of Agriculture, Karaj, Iran, 589p.
 - Salehi Surmeghi, M.H., 2008. Medicinal Plants and Herbal Therapy (Vol. 1). Press Nutrition Word, Tehran, 406p.
 - Sharifi Ashoorabadi, A., Amin, Q.R. and Rezvani, M., 2002. Effect of plant nutrition systems (chemical, intermediate and organic systems) on quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Pajouhesh & Sazandegi, 15(3-4): 78-87.
 - Sharma, A.K., 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India, 300p.
 - Singh, S., Buttar, G.S., Singh, S.P. and Brar, D.S., 2005. Effect of different dates of sowing and row spacings on yield of fenugreek (*Trigonella foenum gracum*). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 27(4): 629-630.
 - Singh, B., Singh, B., Masih, M.R. and Choudhary, R.L., 2009. Evaluation of P and S enriched organic manures and their effect on seed yield and quality of coriander (*Coriandrum sativum* L.). International Journal of Agricultural Sciences, 5(1): 18-20.
 - Swaminathan, V., Kumar, T.S., Sadasakthi, A. and Balasubramanian, R., 2008. Effect of nitrogen and phosphorus along with biofertilizers on growth, yield and physiological characteristics of Davana (*Artemisia pallens* Wall.). Advances in Plant Science, 21(2): 693-695.
 - Valadabadi, S.A. and Farahani, H.A. 2011. Investigation of biofertilizers influence on quantity and quality characteristics in *Nigella sativa* L. Journal of Horticulture and Forestry, 3(3): 88-92.
 - Velmurugan, M., Chezhiyan, N. and Jawaharlal, M., 2008. Influence of organic manures and inorganic fertilizers on cured rhizome yield and quality of turmeric (*Curcuma longa* L.) cv. BSR-2. International Journal of Agricultural Science, 4(1): 142-145
 - Koocheki, A., Tabrizi, L. and Ghorbani, R., 2009. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research, 6(1): 127-137.
 - Kumar, S., Choudhary, G.R. and Chaudhari, A.C., 2002. Effects of nitrogen and biofertilizers on the yield and quality of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Annals of Agricultural Research, 23(4): 634-637.
 - Kumar, T.S., Swaminathan, V. and Kumar, S., 2009. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on growth, yield and essential oil constituents in ratoon crop of davana (*Artemisia pallens* Wall.). Electronic Journal of Environment, Agriculture and Food Chemistry, 8(2): 86-95.
 - Loomis, W.D. and Corteau, R., 1973. Biochemistry and Physiology of Lower Terpenoids. Recent Advances in Phytochemistry, 6: 147-185.
 - Macvicar, S., 2004. Coriander in Saskatchewan. Canada, 6p.
 - Mahfouz, S.A. and Sharaf Eldin, M.A., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21(4): 361-366.
 - Migahed, H.A., Ahmed, A.E. and Abdel 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(2): 511-525.
 - Mirshekari, B., Asadi Rahmani, H. and Mirmozafari Rodsari, A., 2010. The effect of seed inoculation with *Azospirillum* strains and coating with microelements on seed yield and essence of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(4): 470-481
 - Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M. and Lakzian, A., 2009. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Iranian Journal of Field Crops Research, 7(2): 625-635.
 - Norozpoor, G. and Rezvani Moghaddam, P., 2007. Effect of different irrigation intervals and plant density on oil yield and essential oil percentage of black cumin (*Nigella sativa*). Journal of Pajouhesh and Sazandegi, 73: 133-13.
 - Omidbaigi, R., 1997. Approaches to Production and Processing of Medicinal Plants (Vol 2). Tarrahane Nashr, Mashhad, Iran, 424p.
 - Rasam, G.A., Naddaf, M. and Sefidkon, F., 2007. Effects of sowing time and plant density on yield

Effects of biofertilizer and plant density on yield and essential oil of *Coriandrum sativum* L.

M.T. Darzi^{1*} and A. Akhani²

1*- Corresponding author, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Islamic Azad University, Roudehen Branch, Roudehen, Iran, E-mail: mt_darzi@yahoo.com

2- Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Islamic Azad University, Roudehen Branch, Roudehen, Iran

Received: September 2014

Revised: December 2014

Accepted: December 2014

Abstract

This research was aimed to study the effects of biofertilizer and plant density on yield and essential oil of coriander (*Coriandrum sativum* L.). The traits including 1000-seed weight, biological yield, seed yield, essential oil content, and essential oil yield were measured in a factorial experiment based on a randomized complete block design with twelve treatments and three replications. The study was conducted at the research field of Agriculture Company of Ran, Firouzkuh, Iran in 2011. The factors were nitroxin biofertilizer at four levels (non-inoculated, inoculated seeds, spraying on the plant at stem elongation stage and inoculated seeds+spraying on the plant at stem elongation stage) and plant density at three levels (12.5, 16.7 and 25 plants m⁻²). Results showed that the highest 1000-seed weight, biological yield, seed yield, essential oil content, and essential oil yield were obtained from nitroxin inoculation with seeds together spraying on the plant at stem elongation stage. Plant density also showed significant effects on the mentioned traits, as the highest biological yield, seed yield and essential oil yield were obtained in a density of 25 plants m⁻² and the maximum essential oil content was recorded in a density of 16.7 plants m⁻². According to the results of this study, two-time consumption of nitroxin biofertilizer and a density of 25 plants m⁻² were identified as the most suitable treatment.

Key words: *Coriandrum sativum* L., nitroxin, plant density, yield, essential oil.