نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد یازدهم، شماره ۳(۴۳)، پاییز ۱۳۹۶، صفحه ۶۵۲ـ۶۳۷

عکس‌العمل گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در تراکم‌های مختلف بوته به مصرف کود نیتروژن

امیر ابراهیمی[۱]، سید غلامرضا موسوی[۱*] و محمدجواد ثقه‌الاسلامی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۳ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۶/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۱۳

چکیده

مصرف مقادیر مناسب کود نیتروژن و تراکم بوته از عوامل مهم مؤثر بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی می‌باشند. با هدف بررسی اثر نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گشنیز آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند انجام گردید. در این تحقیق مقادیر نیتروژن در چهار سطح (صفر، ۴۰، ۸۰ و۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به‌عنوان فاکتور اصلی و تراکم در سه سطح (۳۰، ۴۰ و۵۰ بوته در متر مربع) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تاثیر مقدار نیتروژن بر تعداد چتر در بوته و متر مربع، تعداد میوه در چتر، عملکرد میوه، عملکرد بیولوژیک، وزن میوه تک بوته، بیوماس تک بوته و درصد و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. همچنین، تغییر در تراکم بوته به جز صفات تعداد میوه در چتر، وزن هزار میوه و درصد اسانس بر سایر صفات مورد مطالعه تاثیر معنی داری داشت. اثر متقابل نیتروژن و تراکم نیز بر همه صفات به جز تعداد چتر در بوته، تعداد میوه در چتر و درصد و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۸۰ کیلوگرم در هکتار تعداد چتر در متر مربع، عملکردهای میوه، بیولوژیک و اسانس به‌ترتیب سبب ۶۲/۵، ۷۴/۱، ۷۴/۳ و ۱۸۶/۸ درصد افزایش یافتند. همچنین، افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته به‌ترتیب افزایش ۲۵/۶، ۳۱/۴، ۲۱/۸ و ۳۷/۴ درصدی این صفات شد. به‌طورکلی، بر اساس نتایج این تحقیق مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع، بیشترین عملکردهای میوه و اسانس گشنیز در منطقه بیرجند را به خود اختصاص دادند.

واژگان کلیدی: اسانس، تراکم بوته، گشنیز، گیاهان دارویی، نیتروژن.

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران.

* نگارنده‌ی مسئول s_reza1350@yahoo.com

مقدمه

گرایش روزافزون به سمت طب گیاهی در درمان بیماری‌ها چه در سطح جهانی و چه در داخل کشور لزوم کشت انواع گیاهان دارویی را اجتناب ناپذیر می‌نماید (Rassam *et al.*, 2006). گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) گیاهی یک‌ساله از تیره‌ی چتریان است که به دلیل داشتن ماده موثره (اسانس) و ترکیب اصلی لینالول، دارای اهمیت به‌سزایی در صنایع داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی می‌باشد در طب سنتی از آن به عنوان هضم کننده غذا، ضد نفخ، اشتهاآور، برطرف کننده دردهای عضلانی و آرام بخش استفاده می‌شود (Salehi Sormekhi, 2008). مقدار مناسب مصرف نیتروژن و داشتن تراکم بوته کارآمد از مهم‌ترین مسایل به‌زراعی در گیاهان دارویی می‌باشد. پوجا و همکاران (Pooja *et al.*, 2017) با بررسی تاثیر مقادیر ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در گشنیز به این نتیجه رسیدند که تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و عملکرد میوه با افزایش مصرف نیتروژن از ۴۰ به ۶۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، در حالی که ردی و رولستون (Reddy and Rolston, 1999) گزارش کردند که هیچ اختلاف معنی‌داری در عملکرد میوه گشنیز بین سطوح ۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار وجود ندارد. از طرفی در بررسی گوجار و همکاران (Gujar *et al.*, 2005) در مورد تأثیر مقادیر صفر، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر عملکرد میوه گشنیز مشخص شد که بیشترین عملکرد میوه مربوط به تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. آنجلی و همکاران (Angeli *et al.*, 2016) نیز بیشترین عملکرد گشنیز را با کاربرد ۹۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش کردند. نخعی و همکاران (Nakhaei *et al.*, 2012) در رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) افزایش معنی‌دار وزن هزار میوه و عملکرد میوه را با افزایش کاربرد نیتروژن تا ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش کردند اما در این تحقیق سطوح نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر تعداد میوه در چتر نداشت. همچنین، موسوی و همکاران (Moosavi *et al.*, 2012) در بررسی تاثیر مقادیر نیتروژن مصرفی بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه دریافتند که افزایش مصرف نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی‌دار تعداد چتر در بوته را به دنبال دارد. شکوفته و همکاران (Shekofteh *et al.*, 2013) نیز نشان دادند که افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد میوه زنیان (*Trachyspermum copticum* L.) از ۱۷۱۹/۸۹ به ۲۰۱۷/۱۵ کیلوگرم در هکتار گردید. در بررسی گلخانه‌ای تاثیر مقادیر صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در گشنیز گزارش شد که با افزایش کاربرد نیتروژن، عملکرد میوه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و تعداد چتر در بوته هر چند در تیمارهای عدم کاربرد و کاربرد نیتروژن تفاوت معنی‌داری داشت اما هر سه سطح کاربرد نیتروژن از نظر این صفت در گروه آماری برتر قرار گرفتند (Khalid, 2013). صفی‌خانی و همکاران (Safikhani *et al.*, 2015) در بررسی تأثیر سطوح مختلف

نیترون در ارقام کلزای بهاره گزارش کردند که افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی‌دار تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه و شاخص برداشت را به دنبال داشته است. اکبری‌نیا و همکاران (Akbarinia *et al.*, 2006) در بررسی تاثیر سطوح کود نیتروژن و تراکم بوته در گشنیز گزارش کردند که بیشترین عملکرد میوه مربوط به تیمارهای مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع به ترتیب با میانگین‌های ۲۸۲۹ و ۲۷۰۳ کیلوگرم در هکتار بود که تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. زارعی و همکاران (Zareie *et al.*, 2012) اعلام نمودند که با افزایش تراکم از ۲۰ به ۶۰ بوته در متر مربع در گشنیز، تعداد چتر در متر مربع، وزن هزار میوه، عملکرد میوه و بیولوژیک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت اما تعداد میوه در چتر ۲۱/۵ درصد کاهش یافت. با این وجود بین تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ بوته در متر مربع تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد میوه در چتر مشاهده نشد. همچنین، درزی و آخانی (Darzi and Akhani, 2016) گزارش دادند که در گشنیز با افزایش تراکم از ۱۲/۵ به ۲۵ بوته در متر مربع، وزن هزار میوه به طور معنی‌داری کاهش یافت، اما عملکرد میوه و بیولوژیک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

تحقیق نخعی و همکاران (Nakhaei *et al.*, 2012) نشان داد که هر چند افزایش تراکم از ۱۰ به ۲۰ بوته در متر مربع در رازیانه باعث کاهش معنی‌دار تعداد میوه در چتر و وزن هزار دانه شد اما صفات عملکرد میوه و تعداد چتر در متر مربع را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. نتایج بررسی نخزری‌مقدم (Nakhzarimoghaddam, 2009) در زابل درباره تأثیر تراکم‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ بوته زیره سبز (*Cuminum cyminum*) در متر مربع نشان داد که اثر تراکم بر تعداد چتر در بوته، تعداد میوه در چتر و عملکرد میوه در تک بوته و هکتار در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی بر وزن هزار میوه معنی‌دار نبود. در این تحقیق با افزایش تراکم از ۲۵ به ۲۰۰ بوته در متر مربع، تعداد چتر در بوته از ۳۰/۰۹ به ۱/۲، تعداد میوه در چتر از ۲۱/۷ به ۱۸/۹۱ و عملکرد بوته از ۱/۷۴۲ به ۰/۵۲۳ گرم کاهش یافت اما عملکرد میوه در هکتار از ۴۳۵/۶ به ۱۰۴۳/۳ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد. در بررسی تأثیر تراکم‌های ۱۰ تا ۷۰ بوته در متر مربع در زنیان مشخص شد که با افزایش تراکم، تعداد چتر در بوته، وزن میوه در بوته و تعداد میوه در هر چتر روند کاهشی نشان می‌دهد (Boroomand-Rezazadeh *et al.*, 2005). با توجه به اینکه در خصوص تعیین مقادیر مناسب کاربرد نیتروژن و تراکم بوته در زراعت گشنیز در خراسان جنوبی کار تحقیقاتی انجام نشده است و نتایج متفاوتی نیز از تحقیقات محققین در این خصوص روی گشنیز در سایر مناطق گزارش شده است و با توجه به نقش شرایط آب و هوایی و خاکی در واکنش گیاه به تغییر مقادیر نیتروژن مصرفی و تراکم بوته، این آزمایش با هدف بررسی اثرات این دو فاکتور بر عملکرد و اجزای عملکرد میوه گشنیز در بیرجند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند واقع در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه و

عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه و ارتفاع ۱۴۰۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. میانگین ده ساله حداقل و حداکثر دما در بیرجند به‌ترتیب ۴/۶ و ۲۷/۵ درجه سلسیوس و میانگین بارندگی سالیانه ۱۶۹ میلی‌متر است. میانگین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی به‌ترتیب ۲۳/۵ و ۵۹/۶ درصد می‌باشد. بر اساس نتایج آزمون خاک، بافت خاک رسی شنی، pH خاک ۸/۳۸، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۵/۸۶ میلی‌موس بر سانتی‌متر و درصد نیتروژن کل ۰/۰۳۱ درصد بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این تحقیق مقدار کاربرد نیتروژن در چهار سطح (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به‌عنوان فاکتور اصلی و تراکم در سه سطح (۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. روش کاشت به‌صورت جوی و پشته‌ای با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر بود. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت به طول پنج متر بود و فاصله بین کرت‌های فرعی ۰/۸ متر و بین کرت‌های اصلی و بین تکرارها ۱/۶ متر در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که در این تحقیق منبع کود نیتروژن مورد استفاده از نوع اوره بود و مقادیر نیتروژن در دو مرحله (نیمی ۲۰ روز و نصف دیگر ۵۰ روز پس از سبز شدن) به صورت سرک و در زمان آبیاری به کرت‌ها داده شد. ایجاد تراکم‌ها مورد نظر نیز در مرحله چهار برگه شدن گیاه و از طریق حذف بوته‌های اضافی روی ردیف انجام گردید. با توجه به نتایج آزمایش خاک، قبل از کاشت مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل استفاده شد. کشت بذور به‌صورت مستقیم و در داخل شیارهای ایجاد شده در دو طرف پشته‌ها در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متری انجام شد. آبیاری کرت‌ها با استفاده از سیفون در ابتدای کاشت تا استقرار اولیه بوته‌ها هر سه روز یک‌بار و پس از آن بسته به شرایط آب و هوایی و نیاز گیاه هر ۷ تا ۹ روز یک‌بار انجام گرفت. جهت دست‌یابی به تراکم‌های مورد نظر در مرحله ۴ برگی بوته‌های سبز شده، تنک گردید. برای تعیین صفات تعداد چتر در بوته، تعداد میوه در چتر، عملکرد دانه و بیوماس تک بوته تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت با رعایت اثر حاشیه ای از دو خط میانی انتخاب و اندازه گیری‌های لازم انجام گرفت. جهت اندازه‌گیری صفات تعداد چتر در متر مربع، عملکرد میوه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت سطحی معادل ۲ متر مربع از قسمت میانی هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت شد. بوته‌های جدا شده در سایه و در هوای آزاد خشک و قسمت‌های مختلف جدا شد. برای تعیین وزن هزار میوه نیز یک نمونه ۱۰۰۰ تایی از توده میوه بوجاری شده با دستگاه بذر شمار جدا گردید و با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد. همچنین، از تقسیم عملکرد میوه به عملکرد بیولوژیک و ضرب آن در عدد ۱۰۰، شاخص برداشت میوه در بوته محاسبه شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند

دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد چتر در بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تغییر در مقدار نیتروژن مصرفی و تراکم بوته بر تعداد چتر در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل نیتروژن و تراکم بوته بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۸۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد چتر در بوته به‌طور معنی‌دار و به میزان ۶۱/۳ درصد افزایش یافت (جدول ۲). احتمالاً رشد سریع‌تر گیاه با افزایش مصرف نیتروژن تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار و به دنبال آن استفاده بهتر از عوامل محیطی، سبب شاخه‌دهی بیشتر و رسیدن گیاه به ظرفیت چتردهی کامل شده است. همچنین تجمع فراوان‌تر مقدار ماده خشک شده در این تیمار در شروع فاز زایشی در افزایش تولید چتر در بوته دخیل بوده است. این نتیجه با نتایج رسام و همکاران (Rassam *et al.*, 2006) در گیاه شوید (*Anethum graveolens*) مطابقت دارد. همچنین، کاهش معنی‌دار تعداد چتر در بوته با افزایش کاربرد نیتروژن از ۸۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار (جدول ۲) را احتمالاً می‌توان به افزایش رشد رویشی و سایه‌اندازی و تنفس بیشتر در کانوپی که باعث کاهش چتردهی شاخه‌ها و در نتیجه تعداد چتر در بوته می‌گردد، مربوط دانست.

افزایش تراکم بوته در واحد سطح کاهش معنی‌دار تعداد چتر در بوته گشنیز را به دنبال داشت به‌طوری‌که، با افزایش تراکم از ۳۰ به ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع، تعداد چتر در بوته به‌ترتیب ۱۶/۸ و ۲۴/۶ درصد کاهش یافت (جدول ۳). به نظر می‌رسد با افزایش تراکم بوته علاوه بر کاهش تولید مواد فتوسنتزی و شاخه‌دهی در بوته، به علت افزایش سایه‌اندازی و عدم نفوذ نور به لایه‌های پایین کانوپی، امکان تولید چتر در هر شاخه نیز کاهش یافته و در نتیجه تعداد چتر در بوته با افزایش تراکم بوته به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق با یافته‌های برومند رضازاده و همکاران (Boroomand-Rezazadeh *et al.*, 2005) در زنیان و نخزری‌مقدم (Nakhzarimoghaddam, 2009) در زیره سبز مطابقت دارد.

تعداد چتر در متر مربع: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن و تراکم بوته بر تعداد چتر در متر مربع در سطح یک درصد و اثر متقابل نیتروژن و تراکم بوته بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که تیمار کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۵۳۳/۳ چتر در متر مربع و تیمار عدم مصرف نیتروژن و تراکم ۳۰ بوته در مترمربع با میانگین ۲۸۵/۷ چتر در متر مربع به ترتیب بیشترین و کمترین تولید چتر در واحد سطح را به خود اختصاص دادند. همچنین، در تیمارهای عدم مصرف نیتروژن و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، افزایش تراکم از ۴۰ به ۵۰ بوته در متر مربع نتوانست تغییر معنی‌داری را در تعداد چتر در متر مربع ایجاد کند. این در حالی است که در تیمارهای کاربرد ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار این افزایش تراکم به طور معنی‌داری تعداد چتر در متر مربع را افزایش داد (جدول ۴). احتمالاً با تغییر تراکم از ۴۰ به ۵۰ بوته در متر مربع در تیمار عدم مصرف نیتروژن، کمبود این عنصر به همراه افزایش رقابت بین بوته‌ای باعث رشد ناکافی بوته‌های گشنیز و

در نهایت عدم افزایش معنی‌دار تعداد چتر در متر مربع شده است و در شرایط کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیز افزایش رشد رویشی و سایه‌اندازی بیشتر باعث کاهش چتردهی شاخه‌ها و در نتیجه عدم افزایش معنی‌دار تعداد چتر در متر مربع در شرایط افزایش تراکم از ۴۰ به ۵۰ بوته در متر مربع شده است. این در حالی است که در تیمارهای کاربرد ۴۰ و خصوصاً ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، این افزایش تراکم هم به علت وجود ماده غذایی کافی و هم عدم رسیدن رشد کانوپی به مرحله‌ای که باعث سایه‌اندازی شدید لایه‌های بالا بر قسمت‌های پایین گردد، توانسته است افزایش معنی‌دار تعداد چتر در متر مربع را به دنبال داشته باشد.

تعداد میوه در چتر: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هر چند اثر ساده نیتروژن تعداد میوه در چتر را به‌طور معنی‌دار و در سطح ۵ درصد تحت تاثیر قرار داد اما تراکم بوته و اثر متقابل نیتروژن و تراکم بوته بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های این صفت نیز بیانگر افزایش ۳۸/۹ درصدی تعداد میوه در چتر در نتیجه افزایش کاربرد نیتروژن از ۴۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار است و تغییر در مقدار نیتروژن مصرفی باعث گروه‌بندی سطوح نیتروژن در مورد این صفت گردید (جدول ۲). به نظر می‌رسد افزایش تعداد میوه در چتر در تیمار مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمارهای کاربرد ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عمدتاً مربوط به کاهش شدید تعداد چتر در متر مربع در این تیمار و در راستای تعادل منبع و مخزن باشد.

وزن هزار میوه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن و تراکم بوته بر وزن هزار میوه معنی‌دار نشد اما اثر متقابل نیتروژن و تراکم بوته این صفت را در سطح ۵ درصد تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). نتایج گوجار و همکاران (Gujar *et al.*, 2005) در گیاه گشنیز، موسوی و همکاران (Moosavi *et al.*, 2012) در گیاه رازیانه نیز نشان داد که نیتروژن مصرفی اثر معنی‌داری بر وزن هزار میوه ندارد. رسام و همکاران (Rassam *et al.*, 2007) در آنیسون (*Pimpinella anisum* L.) گزارش کردند که تغییر در تراکم بوته در واحد سطح، اثر معنی‌داری بر وزن هزار میوه نداشته است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. تیمار عدم مصرف نیتروژن و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۹/۸۶ گرم و تیمار عدم مصرف نیتروژن و تراکم ۳۰ بوته در متر مربع با میانگین ۸/۲۵ گرم به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار میوه را به خود اختصاص دادند. نتایج تحقیق بیانگر آن است که هر چند در تیمار عدم کاربرد نیتروژن افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار میوه شده است اما در تیمارهای کاربرد نیتروژن، تغییر در تراکم بوته تاثیر معنی‌داری بر وزن هزار میوه نداشت (جدول ۴). علت این موضوع را می‌توان کاهش تعداد چتر در بوته و میوه در چتر با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع در تیمار عدم مصرف نیتروژن و در نتیجه کاهش رقابت درون بوته‌ای بین میوه‌های تشکیل شده در هر بوته دانست. به عبارت دیگر به دلیل کاهش تعداد مخزن (میوه) در تراکم بالا، سهم هر میوه از مواد فتوسنتزی بوته افـزایش یافتـــه و در نتیجه وزن هزار میوه به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است.

عملکرد میوه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده و متقابل نیتروژن و تراکم بوته به‌طور معنی‌داری و در سطح یک درصد عملکرد میوه را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). مقایسه

میانگین‌ها نشان داد که هر چند عملکرد میوه با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع در سطوح نیتروژن مصرفی صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت اما در تیمار کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار این صفت تحت تاثیر تغییر تراکم قرار نگرفت. علت این امر را می‌توان به روند تغییرات اجزای عملکرد در تیمارهای مختلف مربوط دانست که در نهایت باعث بروز اختلاف عملکرد قابل توجه با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع در تیمارهای صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار شده است. به نظر می‌رسد افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع در تیمارهای صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عمدتاً به علت افزایش تعداد چتر در متر مربع منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد میوه گشنیز شده است (جدول ۴). نتایج درزی و آخانی (Darzi and Akhani, 2016) در گشنیز و نخزری‌مقدم (Nakhzarimoghaddam, 2009) در زیره سبز نیز بیانگر افزایش معنی‌دار عملکرد میوه با افزایش تراکم بوته در واحد سطح می‌باشد.–با این وجود عدم تاثیر معنی‌دار افزایش تراکم در شرایط کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر این صفت، احتمالاً می‌تواند مربوط به رشد رویشی زیاد، افزایش سایه‌اندازی در کانوپی و افزایش تنفس نگهداری گیاه و در نهایت کاهش سهم مخازن فیزیولوژیکی (میوه‌ها) از فتوسنتز گیاه باشد. به هر حال تیمار کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۷۰۸/۱۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار عدم مصرف نیتروژن و تراکم ۳۰ بوته در متر مربع با میانگین ۲۸۲/۱ کیلوگرم در هکتار کمترین تولید میوه در واحد سطح را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). لازم به ذکر است که در هر سه سطح مورد مطالعه تراکم، با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۸۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش معنی‌دار و بیشترین عملکرد میوه مشاهده گردید و بیشترین تفاوت عملکرد میوه با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع (۱۸۱/۱۲ کیلوگرم در هکتار) نیز در شرایط کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد (جدول ۴). نخعی و همکاران (Nakhaei *et al.*, 2012) نیز در بررسی تاثیر مقادیر نیتروژن مصرفی در رازیانه دریافتند که افزایش مصرف نیتروژن تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش معنی‌دار عملکرد میوه را به دنبال دارد.

عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تغییر در مقدار نیتروژن مصرفی و تراکم بوته در واحد سطح به‌طور معنی‌داری عملکرد بیولوژیک را تحت تاثیر قرار داد و اثر متقابل نیتروژن و تراکم نیز بر عملکرد بیولوژیک در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هر چند عملکرد بیولوژیک با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع در سطوح صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت اما در تیمار کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار این صفت تحت تاثیر تغییر تراکم قرار نگرفت. به نظر می‌رسد در سطوح عدم کاربرد نیتروژن و کاربرد مقادیر ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، جذب موثر نور با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته افزایش یافته و به همین دلیل بیوماس گیاهی در واحد سطح به طور معنی‌داری افزایش یافت. به عبارتی در شرایط مذکور هر چند بیوماس تک بوته با افزایش تراکم بوته در واحد سطح کاهش یافته است (جدول ۴)، اما افزایش

تراکم بوته گیاه گشنیز در واحد سطح به علت استفاده بهینه از منابع توانسته است جبران کاهش بیوماس تک بوته را کرده و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح را افزایش دهد. این در حالی است که در شرایط کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به علت افزایش سایه‌اندازی و تنفس نگهداری، افزایش تراکم تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک نداشته است. به هر حال تیمار کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع با میانگین ۱۵۶۵/۴۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار عدم مصرف کود نیتروژن و تراکم ۳۰ بوته در مترمربع با میانگین ۶۷۲/۶۷ کیلوگرم در هکتار کمترین تولید ماده خشک (عملکرد بیولوژیک) را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). این نتیجه با نتایج قبادی و همکاران (Ghobadi and Ghobadi, 2010) در گشنیز مطابقت دارد.

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مقدار نیتروژن مصرفی بر شاخص برداشت اثر معنی‌دار ندارد اما تراکم بوته در سطح یک درصد و اثر متقابل نیتروژن و تراکم بوته در سطح پنج درصد شاخص برداشت را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). موسوی و همکاران (Moosavi *et al.*, 2012) نیز در رازیانه گزارش کردند که اثر مقدار مصرف نیتروژن بر شاخص برداشت معنی‌دار نمی‌باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نیتروژن و تراکم بوته بیانگر آن است که بیشترین و کمترین شاخص برداشت به‌ترتیب در تیمارهای کاربرد ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۴۷/۳۹ درصد و تیمار عدم مصرف نیتروژن و تراکم ۳۰ بوته در متر مربع با میانگین ۴۱/۷۸ درصد به‌دست آمد (جدول ۴).

از آنجا که تغییرات شاخص برداشت میوه تابع تغییرات نسبت عملکرد اقتصادی (میوه) به عملکرد بیولوژیک می‌باشد، به نظر می‌رسد که در سطوح عدم کاربرد نیتروژن و کاربرد مقادیر ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع باعث شده است که هر چند هر دو عملکرد میوه و بیولوژیک افزایش یابد اما سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی گیاه به مخازن فیزیولوژیکی (میوه‌ها) منتقل شود و در نتیجه این شاخص افزایش یابد. این در حالی است که در شرایط مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، افزایش تراکم منجر به افزایش تنفس گیاه و در نتیجه کاهش سهم میوه‌ها از مواد فتوسنتزی گیاه گردد و در این شاخص افزایش معنی‌داری مشاهده نگردد (جدول ۴). رسام و همکاران (Rassam *et al.*, 2007) نتایج مشابهی را در آنیسون گزارش نمودند.

عملکرد میوه و بیوماس تک بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده و متقابل نیتروژن و تراکم بوته عملکرد میوه و بیوماس تک بوته را به‌طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). تیمار کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۳۰ بوته در متر مربع با میانگین‌های ۱/۷۶ و ۴/۰۴ گرم به‌ترتیب بیشترین عملکرد میوه و بیوماس تک بوته را به خود اختصاص داد که نسبت به حداقل تولید میوه در بوته (۰/۸۵ گرم در تیمار عدم مصرف نیتروژن و تراکم ۴۰ بوته در متر مربع) از برتری ۱۰۷ درصدی برخوردار بود. همچنین، تیمار عدم مصرف نیتروژن و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۱/۸۵ گرم کمترین تولید ماده خشک در تک بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نیتروژن و تراکم بوته بیانگر این نکته است که هر چند افزایش تراکم بوته در سطوح صفر و ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تاثیر معنی‌داری بر روند تغییرات عملکرد میوه تک بوته گشنیز نداشت اما با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع در سطوح کاربرد ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد میوه تک بوته به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۴). به نظر می‌رسد در تیمارهای مذکور کاربرد بیشتر نیتروژن سبب تحریک رشد رویشی گیاه شده و از طرفی افزایش تراکم در واحد سطح نیز رقابت بین بوته‌ای و سایه‌اندازی را تشدید نموده است (Akbarinia *et al.*, 2006) و به همین دلیل با افزایش تراکم در تیمارهای کاربرد ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد میوه تک بوته کاهش معنی‌دار داشته است. همچنین، نتایج حاکی از آن است که با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع، عملکرد بیوماس تک بوته در تیمارهای کاربرد نیتروژن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت اما تغییر در تراکم بوته در تیمار عدم مصرف نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت. احتمالاً کاربرد نیتروژن باعث تحریک رشد رویشی تک بوته شده و از طرفی افزایش تراکم بوته تاثیر مضاعف و تشدید کننده‌ای بر افزایش رقابت بین بوته‌ای داشته باشد که نتیجه آن کاهش معنی‌دار تجمع ماده خشک در تک بوته گشنیز با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع می‌باشد.

درصد و عملکرد اسانس: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده نیتروژن درصد و عملکرد اسانس گشنیز را به‌طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار داد، اما تغییر در تراکم تنها بر عملکرد اسانس معنی‌دار شد. همچنین، اثر متقابل نیتروژن و تراکم بوته بر این صفات معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف نیتروژن تاثیر مثبتی بر درصد اسانس میوه گشنیز داشت (جدول ۲) که با نتایج اکبری‌نیا و همکاران (Akbarinia *et al.*, 2006) در گشنیز مطابقت دارد. به نظر می‌رسد کاربرد نیتروژن به علت افزایش فعالیت فتوسنتزی و ماده‌سازی گیاه و نیز تاثیر بر ساخت ماده موثره باعث افزایش درصد اسانس در گیاه می‌گردد (Franz, 1983). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۸۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد اسانس میوه در واحد سطح ۲/۸۶ برابر افزایش یافت. با این وجود بین سطوح ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت آماری مشاهده نشد (جدول ۳). از آن‌جایی که عملکرد اسانس از حاصلضرب دو مؤلفه درصد اسانس و عملکرد میوه به‌دست می‌آید، با توجه به نتایج این تحقیق بالا بودن عملکرد اسانس میوه در شرایط کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را عمدتاً به عملکرد بالای میوه و در شرایط کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را عمدتاً به بالا بودن درصد اسانس مربوط دانست. اکبری‌نیا و همکاران (Akbarinia *et al.*, 2006) نیز در گشنیز تاثیر مثبت کاربرد نیتروژن بر عملکرد اسانس در واحد سطح را گزارش کردند. زاده‌اسفهلان و همکاران (Zadeh Esfahlan *et al.*, 2014) گزارش کردند که بیشترین مقدار اسانس در گل راعی (*Hypericum perforatums*) با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. همچنین بر اساس نتایج تحقیق حاضر افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع، عملکرد اسانس میوه به میزان ۳۷/۴ درصد افزایش یافت (جدول ۳). علت این امر را می‌توان عمدتاً افزایش عملکرد میوه

دانست. درزی و آخانی (Darzi and Akhani, 2016) در گشنیز نیز افزایش عملکرد اسانس را با افزایش تراکم بوته گزارش کرده است.

نتیجه‌گیری کلی

از آنجا که در شرایط این تحقیق تیمار مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع به علت ایجاد سطح برگ موثر، کارآمد و با دوام و استفاده حداکثری از منابع، حداکثر تولید میوه و عملکرد اسانس در واحد سطح را داشته است، برای زراعت گشنیز در بیرجند این تیمار را می‌توان پیشنهاد کرد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گشنیز تحت تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته

Table 1- Results of variance analysis of yield and yield components of coriander as affected by different levels of nitrogen and plant density

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	تعداد چتر در بوته Umbel number per plant	تعداد چتر در متر مربع Umbel number per m^2	تعداد میوه در چتر Fruit number per umbel	وزن هزار میوه 1000-Fruits weight	عملکرد میوه Fruit yield
تکرار Replication	2	1.956^{ns}	2747.86^{ns}	2.64^{ns}	1.007^{ns}	22920.11^{ns}
میزان نیترون Nitrogen rate (N)	3	38.11^{**}	60057.62^{**}	60.63^{*}	0.15^{ns}	106483.24^{**}
خطا Error a	6	0.636	934.136	16.68	1.25	6401.44
تراکم بوته Plant density (D)	2	22.89^{**}	21573.34^{**}	3.21^{ns}	0.68^{ns}	50804.85^{**}
N× D	6	0.119^{ns}	964.80^{**}	1.87^{ns}	0.86^{*}	5242.7^{**}
خطا Error b	16	0.181	260.47	2.16	0.22	178.012
CV(%)	-	14.50	14.37	9.40	12.26	12.47

ns،*و** به ترتیب غیر معنی‌دار ، معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** and show non-significance and significance at 5 and 1% level, respectively

ادامه جدول ۱

Table 1- Continued

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد میوه تک بوته Fruit yield of single plant	عملکرد بیوماس تک بوته Biomass yield of single plant	درصد اسانس Essential oil percent	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replication	2	151414.9^{ns}	3.851^{ns}	0.156^{ns}	1.01^{ns}	0.003^{ns}	0.124^{ns}
میزان نیترون Nitrogen rate (N)	3	559827.52^{**}	11.816^{ns}	0.717^{**}	3.78^{**}	0.048^{**}	1.824^{**}
خطا Error a	6	34562.04	7.915	0.04	0.22	0.001	0.49
تراکم بوته Plant density (D)	2	137228.29^{**}	37.61^{**}	0.27^{**}	2.38^{**}	0.003^{ns}	0.389^{*}
N× D	6	20347.22^{*}	4.01^{*}	0.04^{*}	0.19^{*}	0.003^{ns}	0.1^{ns}
خطا Error b	16	6298.99	0.96	0.01	0.05	0.002	0.73
CV(%)	-	17.36	16.25	18.30	14.09	10.21	14.04

ns،*و** به ترتیب غیر معنی‌دار ، معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** and show non-significance and significance at 5 and 1% level, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات عملکرد و اجزای عملکرد گشنیز تحت تأثیر سطوح نیتروژن

Table 2- Means comparison of yield and yield components of coriander as affected by different rates of nitrogen

نیتروژن Nitrogen (kg ha^{-1})	تعداد چتر در بوته Umbel number per plant	تعداد چتر در متر مربع Umbel number per m^2	تعداد میوه در چتر Fruit number per umbel	وزن هزار میوه 1000-fruits weight(گرم)	عملکرد میوه Fruit yield (kg ha^{-1})
0	7.34c	286.15c	15.21ab	9.00a	353.26c
40	10.43b	406.59b	13.22b	8.97a	442.08bc
80	11.84a	465.04a	15.76ab	8.73a	615.16a
120	8.20c	318.82c	18.37a	8.99a	474.70b

ادامه جدول ۲

Table 2- Continued

نیتروژن Nitrogen (kg ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد میوه تک بوته Fruit yield of single plant (g)	عملکرد بیوماس تک بوته Biomass yield of single plant (g)	درصد اسانس Essential oil percent	عملکرد اسانس Essential oil yield (L ha^{-1})
0	797.54c	43.97a	0.90d	2.02c	0.153c	0.541c
40	990.87bc	44.36a	1.12bc	2.53bc	0.226b	0.999b
80	1389.72a	44.29a	1.57a	3.55a	0.243b	1.494a
120	1134.49b	41.94a	1.24b	2.97b	0.330a	1.566a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشابه می باشند، بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد اختلافات معنی‌دار هستند

Means followed by the same letter in each column-according to Duncan's multiple range test are not significantly ($p \leq 0.05$)

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات عملکرد و اجزای عملکرد گشنیز تحت تأثیر سطوح تراکم

Table 3- Means comparison of yield and yield components of coriander as affected by different rates of plant density

تراکم Density (plant m^{-2})	تعداد چتر در بوته Umbel number per plant	تعداد چتر در متر مربع Umbel number per m^2	تعداد میوه در چتر Fruit number per umbel	وزن هزار میوه 1000-fruits weight	عملکرد میوه Fruit yield (kg.ha^{-1})	درصد اسانس Essential oil percent	عملکرد اسانس Essential oil yield (L.ha^{-1})
30	10.97a	329.17c	16.08a	8.70a	411.17c	0.229a	0.941b
40	9.12b	364.67b	15.77a	8.91a	462.35b	0.234a	1.081ab
50	8.27c	413.61a	15.07a	9.17a	540.37a	0.254a	1.372a

ادامه جدول ۳

Table 3- Continued

تراکم Density (plant m^{-2})	عملکرد بیولوژیک Biological Yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد میوه تک بوته Fruit yield of single plant (g)	عملکرد بیوماس تک بوته Biomass yield of single plant (g)	درصد اسانس Essential oil percent	عملکرد اسانس Essential oil yield (L.ha^{-1})
30	976.14c	42.04b	1.37a	3.25a	0.229a	0.941b
40	1068.91b	43.34b	1.16b	2.67b	0.234a	1.081ab
50	1189.42a	45.54a	1.08b	2.38c	0.254a	1.372a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشابه می باشند، بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد اختلافات معنی‌دار هستند

Means followed by the same letter in each column-according to Duncan's multiple range test are not significantly ($p \leq 0.05$)

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گشنیز

Table 4- Means comparison of nitrogen and plant density interaction on yield and yield components of coriander

نیتروژن Nitrogen (kg ha^{-1})	تراکم Density (plant m^{-2})	تعداد چتر در متر مربع Umbel number per m^2	وزن هزار میوه 1000-fruits weight	عملکرد میوه Fruit yield (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد میوه تک بوته Fruit yield of single plant (g)	عملکرد بیوماس تک بوته Biomass yield of single plant (g)
0	30	258.67g	8.25b	282.10h	627.67f	41.78d	0.94e	2.24e
	40	280.89fg	8.89ab	341.23gh	790.90ef	43.19cd	0.85e	1.98e
	50	318.89ef	9.86a	439.43defg	929.07de	46.95ab	0.87e	1.85e
40	30	366.01cd	9.16ab	371.10fgh	886.60ef	41.83d	1.24cd	2.95bc
	40	402.67c	8.62ab	414.13efg	944.10de	43.86bcd	1.04de	2.36de
	50	451.11b	9.18ab	541.01bc	1141.90cd	47.39a	1.08de	2.28de
80	30	398.67c	8.46b	527.01bcd	1210.47bc	43.50cd	1.76a	4.04a
	40	463.11b	8.64ab	610.33b	1393.23ab	44.04bcd	1.53ab	3.48ab
	50	533.33a	9.09ab	708.13a	1565.47a	45.34abc	1.42bc	3.13b
120	30	293.33fg	8.92ab	464.47cdef	1134.83cd	41.05d	1.55ab	3.78a
	40	312.01ef	9.50ab	483.70cde	1147.40cd	42.28cd	1.21cd	2.87cd
	50	351.11de	8.56ab	475.93cde	1121.23cd	42.49cd	0.95e	2.24e

میانگین هایی که در هر ستون دارای حرف مشابه می باشند، براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد اختلافات معنی‌دار هستند

Means followed by the same letter in each column-according to Duncan's multiple range test are not significantly ($p \leq 0.05$)

References منابع مورد استفاده

- Akbarinia, A., J. Daneshian, and F. Mohammadbeigi. 2006. Effect of N fertilization and plant density on seed yield, essential oil and oil of coriander. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*. 22: 410-419. (In Persian).
- Angeli, K.P., F.T. Delazari, C. Nick, M.G. Ferreria, and D.J.H. Silva. 2016. Yield components and water use efficiency in coriander under irrigation and nitrogen fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.* 20(5): 415-420.
- Boroomand-Rezazadeh, Z., P. Rezvani Moghaddam, and M. Rashed Mohassel. 2005. Study of effect of sowing date and plant density on yield components and morphological traits of *Trachyspermum copticum* L. Proceedings of National Conference of Medicinal Herbs Sustainable Development. Mashad, Iran. p 215. (In Persian).
- Darzi, M.T., and A. Akhani. 2016. Effects of biofertilizer and plant density on yield and essential oil of *Coriandrum sativum* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 31(6): 1086-1095.
- Franz, Ch. 1983. Nutrient and water management for medicinal and aromatic plants. *Acta Horticulture.* 132: 203-216.
- Ghobadi, M.E., and M. Ghobadi. 2010. The effects of sowing dates and densities on yield and yield components of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 70: 81-84.
- Gujar, S.M., A.D. Warade, A. Mohariya, and D.H. Paithnkar. 2005. Effect of dates of sowing and nitrogen levels on growth seed yield and quality of coriander. Department of Horticulture, Dr. Panjabroa deshmukh krishi Viyapeeth, Akala-444104, India.
- Khalid, A.K. 2013. Effect of nitrogen fertilization on morphological and biochemical traits of some Apiaceae crops under arid region conditions in Egypt. *Bioscience*. 5(1): 15-21.
- Moosavi, S.G., M.J. Seghatoleslami, and S.M. Moosavi. 2012. Effect of drought stress and nitrogen rate on yield and water use efficiency of fennel (*Foenicolum vulgare* Mill.). *Environmental Stresses in Crop Sciences.* 5(2): 134-145. (In Persian).
- Nakhaei, A., S.G. Moosavi, R. Baradaran, and A. Azari Nasrabad. 2012. Effect of nitrogen and plant density levels on yield and yield components of fennel (*Foeniculum vulgare* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences.* 4(12): 803-810.
- Nakhzarimoghaddam, A.N. 2009. The effect of water stress and plant density on yield and yield components of cumin (C*uminum cyminum*). *Iranian Journal of Field Crop Science.* 40(3): 63-69. (In Persian).
- Pooja, R., P.K. Nagre, and H. Yadav. 2017. Influence of different levels of nitrogen and phosphorus on seed yield and economics of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6(5): 157-160.

- Rassam, G., M. Ghorbannejad, and A. Dadkha. 2006. Effect of planting date and nitrogen on yield and yield components of dill in Shirvan region. *Agriculture Sciences and Natural Resources.* 13(3): 1-9. (In Persian).
- Rassam, G.A., M. Naddaf, and F. Sefidkan. 2007. Effect of planting date and plant density on yield and seed yield components of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Journal of Pajouhesh and Sazandeghi.* 75: 127-133. (In Persian).
- Reddy, K., and M.P. Rolston.1999. Coriander (C*oriandrum sativum* L.) seed production: nitrogen, row spacing, sowing rate and time of sowing. *Journal of Applied Seed Production.* 17: 49-53.
- Salehi Sormekhi, M.H. 2008. Medicinal plants and herbal therapy. Vol 1. Publications of nutrition world. 403 P.
- Safikhani, S., A. Biabani, A. Faraji, A. Rahemi, and A. Gholizadeh. 2015. Response of some agronomic characteristic of canola (*Brassica napus* L.) to nitrogen fertilizer and sowing date. *Journal of Crop Ecophysiology*. 9(3): 429-446. (In Persian).
- Shekofteh, H., S. Shafie, and Y. Mahmodi. 2013. A survey on the effects of manure and fertilizers and their mixture on ajowan seed yield and its essential oil compositions. *International Journal of Agriculture: Research and Review.* 3(2): 401-408.
- Zadeh Esfahlan, M.R., A. Ebadi, and N. Farsad Akhtar. 2014. The effect of nitrogen and zinc levels on essential oil yield and some morphological traits of *Hypericum perforatums. Journal of Crop Ecophysiology.* 2(30): 181-192. (In Persian).
- Zareie, M.H., S.G. Moosavi, and M.J. Seghatoleslami. 2012. Effects of sowing date and plant density on yield and yield components of *Coriandrum sativum* L. *International Journal of Agriculture: Research and Review.* 2(5): 555-563.

The Response of Coriander (*Coriandrum sativum* L.) in Different Plant Densities to the Using of Nitrogen Fertilizer

Amir Ebrahimi[1], Seyyed Gholamreza Moosavi[1*] , and Mohamad Javad Seghatoleslami [1]

Received: January 2017 , Revised: 12 August 2017, Accepted: 4 November 2017

Abstract

Application of proper rates of nitrogen fertilizer and plant density are important factors for medicinal plants yield. To study the effect of nitrogen rates and plant densities on yield and yield components of coriander, an experiment was carried out in split-plot based on randomized complete block design with three replications at the Research Field of Islamic Azad University of Birjand, Iran, in 2013. The main plots were nitrogen rates with four levels (0, 40, 80 and 120 kg N per ha) and the sub-plots with three levels (30, 40 and 50 plants per m^2). The results showed that nitrogen rate had significant effect on number of umbel per plant and per m^2, fruit number per umbel, fruit yield, biological yield, fruit weight of single plant, biomass yield of single plant and percent and yield of essential oil. Changes in plant density, also had significant effect on all traits except fruit number per umbel, 1000-fruit weight and percent of essential oil. Moreover, interaction effect between nitrogen rate and plant density affected all traits except umbel number per plant, fruit number per umbel and percent and yield of essential oil. Mean comparisons showed that as N fertilization rate increased from 0 to 80 kg N ha^{-1}, umbel number per m^2, fruit yield, biological yield and essential oil yield increased by 62.5, 74.1, 74.3 and 186.8%, respectively. Results also revealed that increasing plant density from 30 to 50 plants per m^2, increased these traits by 25.6, 31.4, 21.8 and 37.4%, respectively. The conclusion is that application of 80 kg N ha^{-1} and use of 50 plants/m^2 produced highest fruit and essential oil yield for coriander in Birjand region.

Key words: Coriander, Essential oil, Medicinal plants, Nitrogen, Plant density.

1- Department of Agronomy and Crop Breeding, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran.
* *Corresponding Author: s_reza1350@yahoo.com*