

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۰، شماره ۲، صفحه ۳۰۸-۲۹۹ (۱۳۹۳)

عملکرد ماده خشک، اسانس و برخی صفات مهم رشدی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum L.*) در پاسخ به تراکم بوته و مقادیر مختلف نیتروژن

نرجس خاتون کازرانی^۱، محمدجمال سحرخیز^{۲*}، جمال جوانمردی^۳، بهرام حیدری^۴، مهروز رضایی^۵ و پرویز بیات^۱

۱- کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، برازجان

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، پست الکترونیک: saharkhiz@shirazu.ac.ir

۳- دانشیار، بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۴- استادیار، بخش زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۵- دانشجوی دکترا، بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۱

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۰

چکیده

ریحان مقدس (*Ocimum sanctum L.*) گیاهی دارویی، معطر و متعلق به تیره نعنائیان (Lamiaceae) است. به منظور دستیابی به مناسبترین تراکم بوته و میزان کود مصرفی نیتروژن در راستای افزایش میزان اسانس و عملکرد ماده خشک این گیاه، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر در سال ۸۸-۸۹ انجام شد. در این پژوهش تراکم (D) در چهار سطح ۱۲/۱، ۱۴/۸، ۱۹ و ۲۶/۶ بوته در مترمربع و مقدار نیتروژن خالص (N) در سه سطح ۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله تمام گل، پارامترهای رشدی مانند تعداد و طول شاخساره، تعداد و طول گل‌آذین، ماده تر و خشک شاخساره و مقدار اسانس و عملکرد آن اندازه‌گیری شد. همچنین استخراج اسانس به روش تقطیر با آب توسط دستگاه اسانس‌گیر کلونجر انجام گردید. طبق نتایج بدست آمده اثر تراکم بوته و میزان نیتروژن بر ماده تر و خشک شاخساره، طول شاخه، طول و تعداد گل‌آذین، میزان اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. اگرچه تعداد شاخه جانبی، ارتفاع بوته، وزن تر تک بوته، میزان نیتروژن ریشه، میزان نیتروژن اندام هوایی، ماده خشک ریشه، میزان کلروفیل و سطح برگ تحت تأثیر تراکم بوته یا مقدار نیتروژن قرار نگرفت، اما اثرات متقابل آنها بر کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. بیشترین میانگین ماده تر و خشک، طول و تعداد گل‌آذین، طول و تعداد شاخه، درصد اسانس و عملکرد اسانس در تراکم‌های ۱۴/۸ تا ۱۹ بوته در مترمربع و با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار حاصل گردید. البته میزان اسانس تحت تیمارهای مورد بررسی در پژوهش حاضر بین ۰/۶ تا ۱/۱٪ در نوسان بود.

واژه‌های کلیدی: ریحان مقدس (*Ocimum sanctum L.*)، اسانس، تراکم بوته، نیتروژن، عملکرد.

مقدمه

(Lamiaceae) تعلق دارد. این گیاه بومی هندوستان و شبه‌قاره هند، قسمت‌هایی از شمال و شرق آفریقا، جزایر اقیانوسیه و جنوب شرق آسیاست. در هند گیاهی مقدس به‌شمار می‌رود. خواص دارویی ریحان مقدس بیش از

ریحان مقدس (*Ocimum sanctum L.*) ازجمله گیاهان دارویی، معطر و یکساله است که در برخی مناطق به‌صورت چند ساله رشد می‌کند و به تیره نعنائیان

بکارگیری کودهای شیمیایی به ویژه نیتروژن دقت نظر بیشتری اعمال شود (اکبری نیا و همکاران، ۱۳۸۵). در مورد تأثیر تراکم بوته و مقدار نیتروژن بر گیاهان دارویی پژوهش‌های زیادی تاکنون انجام شده است. در پژوهشی مزراع‌های که در جنوب ایتالیا انجام شد، اثر سطوح مختلف نیتروژن شامل صفر، ۱۰۰ و یا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، از منبع کود نیترات آمونیوم (۲۶٪ نیتروژن) بر ۳ رقم ریحان معمولی بررسی گردید. در این پژوهش تراکم کشت ثابت و شامل ۱۲ بوته در مترمربع در نظر گرفته شده بود. نتایج این پژوهش نشان داد که نیتروژن در سطوح مورد استفاده مذکور سبب افزایش معنی‌دار پارامترهای رشدی، ماده خشک و میزان اسانس ارقام مورد آزمایش شد، هر چند که ارقام مورد مطالعه در برخی از صفات مورد ارزیابی واکنش‌های متفاوتی را نشان دادند (Sifola & Barbieri, 2006). طی پژوهشی در فلوریدا اثرات نیتروژن از منبع سولفات آمونیوم (۲/۰، ۴/۰ و ۶/۰ گرم در لیتر) بر رشد ریحان معمولی در شرایط گلخانه بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین رشد گیاه و عملکرد محصول مربوط به تیمار ۴/۰ گرم نیتروژن در لیتر نیتروژن در هر بوته بود (Santos et al., 1998).

دادوند و همکاران (۱۳۸۵) اثرات تراکم بوته و کود نیتروژن از منابع مختلف کودی را بر میزان اسانس و عملکرد ریحان معمولی مطالعه و اعلام نمودند که بیشترین میانگین عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس در واحد سطح در تیمار تراکم ۲۷ بوته در مترمربع و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد اما منابع مختلف نیتروژن تأثیری بر عملکرد تر محصول نداشت.

Arabaci و Bayram (۲۰۰۰) کاشت ریحان را در سه تراکم مختلف کشت شامل ۲۰، ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع بررسی و گزارش کردند که بیشترین مقدار ماده تر و خشک شاخساره، درصد اسانس و عملکرد اسانس، در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بدست آمد. همچنین بیشترین عملکرد محصول ریحان با تراکم بوته ۲۰×۴۰ سانتی مترمربع و بیشترین اسانس در تراکم بوته ۳۰×۳۰ سانتی مترمربع گزارش شده است (Gill & Randhawa, 2000).

هزاران سال است که در هند شناخته شده است، ولی وارد شدن آن در علم جدید پزشکی در نیمه قرن ۲۰ بوده است. این گیاه در آمریکا به گیاه سلامتی، در فرانسه گیاه ملوکانه، باشکوه و مجلل و در ایتالیا به سمبل عشق و دوستی مشهور است (میرحیدر، ۱۳۷۲). در طب سنتی از ریحان مقدس برای تهیه داروی ضد درد و حساسیت، خلط‌آور، مدر، تصفیه‌کننده خون، ضدنفخ و عفونت، ضدعفونی‌کننده، کاهنده چربی و قند خون و برخی دیگر از امراض یاد شده است (Sen, 1993; Prakash & Gupta, 2005; Tamolwan et al., 2008); همچنین دورکننده پشه، ساس، مار و عقرب است و خاصیت حشره‌کشی و ضد میکروبی دارد. اسانس این گیاه در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی کاربرد فراوانی دارد (Kothari et al., 2004). میزان اسانس آن بین ۱/۱ تا ۰/۷ درصد در نوسان است. ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس ریحان مقدس متفاوت است، به طور کلی متیل‌کاوایکول (استراگل)، سینئول، لینالول، اوژنول، متیل‌اوژنول، جرماکرن دی و بتا-کاریوفیلین از اجزاء اصلی اسانس هستند (Vani et al., 2008). در بسیاری از پژوهش‌ها اوژنول به عنوان یکی از ترکیب‌های اصلی اسانس معرفی شده است که ترکیبی فنلی است و نقش مهمی در صنایع داروسازی دارد (Prakash & Gupta, 2005). اسانس این گیاه در پیکر رویشی (برگ و گل) وجود دارد.

مطالعات انجام شده در نقاط مختلف دنیا نشان داده است که خواص شیمیایی گیاهان دارویی تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند موقعیت جغرافیایی، دما، ارتفاع از سطح دریا، رطوبت، فصول مختلف سال، اقلیم، ژنتیک و عوامل زراعی قرار می‌گیرد (Saharkhiz et al., 2009). از جمله عوامل زراعی اثرگذار بر عملکرد گیاهان دارویی می‌توان به تراکم بوته و تغذیه به ویژه عنصر نیتروژن اشاره نمود. اگر میزان تراکم بوته بیش از حد بهینه باشد گیاه نمی‌تواند از عوامل محیطی مانند نور، رطوبت و مواد غذایی حداکثر استفاده را بنماید (دادوند و همکاران، ۱۳۸۵). از سوی دیگر در گیاهان دارویی مهمترین موضوع طبیعی بودن مواد استحصالی است که باید در

مواد و روشها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر واقع در ۹ کیلومتری شهر برازجان با ۱۳ دقیقه و ۵۱ درجه طول شرقی و ۱۶ و ۲۹ درجه عرض شمالی، با ارتفاع ۱۱۰ متر از سطح دریا در قطعه زمینی که در سال قبل آیش بود، اجرا شد. طبق آمار دهساله میانگین بیشینه دمای ماهانه مربوط به مردادماه برابر با ۳۴/۷ درجه سانتیگراد و میانگین کمینه دمای ماهانه در دی ماه برابر با ۱۴/۷ درجه سانتیگراد است. میانگین دهساله بارندگی برابر با ۲۶۳ میلی‌متر و میانگین بارندگی در سال انجام پژوهش (سال ۸۸) برابر با ۲۵۰ میلی‌متر بوده است. میانگین دهساله حداکثر و حداقل رطوبت نسبی به ترتیب مربوط به دی ماه و اردیبهشت برابر با ۶۶ و ۴۰/۸٪ می‌باشد. همچنین مشخصات آب و خاک محل آزمایش در جدولهای ۱ و ۲ آمده است.

Elgendy و همکاران (۲۰۰۱) اثر فواصل بین ردیف شامل ۴۰، ۳۵، ۲۵ و ۱۵ سانتی‌متر را بر گیاه ریحان معمولی بررسی نمودند و گزارش کردند که افزایش فضای گیاه باعث زیاد شدن تعداد شاخه‌ها، برگ‌ها و ماده خشک گیاه می‌شود، درحالی‌که ارتفاع گیاه را کاهش می‌دهد و بیشترین میزان اسانس در فاصله کاشت ۳۵ سانتی‌متری بود. به‌طور کلی به‌رغم اهمیت گیاه دارویی ریحان مقدس و کاربرد فراوان آن در صنایع مختلف، تحقیقی تاکنون پیرامون تعیین نیازهای زراعی آن انجام نشده است. از آنجا که تعیین نیازهای واقعی کودی گیاه با استفاده از کودهای شیمیایی نسبت به کودهای آلی و ارگانیک دقیق‌تر و به واقعیت نزدیک‌تر است، از کود نیتروژن خالص برای تعیین نیاز واقعی این گیاه به نیتروژن استفاده گردید. همچنین اثر فواصل مختلف ردیف برای تعیین بهترین تراکم کاشت در سطوح مختلف تغذیه با کود نیتروژن بررسی شد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین میزان نیتروژن مورد نیاز، مناسبترین تراکم بوته و اثرات متقابل نیتروژن و تراکم بوته در راستای افزایش عملکرد اسانس و بهبود صفات کمی و کیفی ریحان مقدس اجرا شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه (عمق خاک زراعی: ۳۰ سانتی‌متر)

رس	سیلت (%)	شن	پتاسیم قابل جذب (mg kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب (mg kg ⁻¹)	نیتروژن کل (%)	کربن آلی (%)	سولفات کلسیم (%)	درصد کربنات کلسیم (%)	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹)	بافت خاک
۱۹	۲۸	۵۳	۱۱۰	۲/۹	۰/۰۳	۰/۳۱	۱۳/۷	۵۶/۳	۷/۹	۷/۸	لومی شنی

جدول ۲- مشخصات آب آبیاری استفاده شده در آزمایش

سدیم قابل جذب (meq.lit ⁻¹)	سدیم (meq.lit ⁻¹)	سولفات (meq.lit ⁻¹)	کلسیم منیزیم (meq.lit ⁻¹)	نیتروژن کل	بی‌کربنات (meq.lit ⁻¹)	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹)
۲/۷۹	۱۲	۳۹	۳۷	۷	۳	۷/۹	۷/۸

خط کاشت ۳ متر و ۴ خط کاشت در نظر گرفته شد. ابعاد هر کرت بر حسب فواصل بین ردیف متغیر بود و مساحت مزرعه با احتساب حواشی ۴۴۵ / ۲ مترمربع بود. تیمارها

پس از آماده‌سازی زمین، آزمایش به صورت فاکتوریل در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار، فاصله بین هر تکرار ۳ متر و بین هر کرت ۴۰ سانتی‌متر با طول

اسانس مقدار معینی (۷۰ گرم) از هر تیمار جداگانه توزین شد و به همراه ۶۰۰ میلی لیتر آب مقطر در بالن دستگاه کلونجر ریخته شد و به روش تقطیر با آب به مدت ۳ ساعت عمل تقطیر انجام شد. از آنجایی که اسانس ریحان مقدس سبک تر از آب است به صورت یک لایه روغنی روی آب تجمع یافت. پس از خاموش کردن منبع حرارتی، اسانس بدست آمده اندازه گیری شد و برحسب درصد محاسبه گردید. اسانس حاصل در شیشه های تیره ریخته شد و برای گرفتن آب موجود در اسانس از ماده شیمیایی رطوبت گیر سولفات سدیم خشک استفاده گردید (Saharkhiz et al., 2010). نمونه هر بار یومی گیاه مورد مطالعه در این پژوهش توسط دکتر احمد رضا خسروی، متخصص تاکسونومی گیاهی، شناسایی و با کد هر بار یومی (HSU 24989) در هر بار یوم گیاه شناسی دانشگاه شیراز نگهداری می شود. تجزیه و تحلیل کلیه داده های حاصل از آزمایش، به وسیله نرم افزار آماری MSTAT-C انجام شد. مقایسه میانگین های بدست آمده به روش آزمون چنددامنه ای دانکن در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ انجام شد.

نتایج

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر متقابل کود نیتروژن و فاصله کاشت تأثیر معنی داری (سطح آماری ۵٪) بر ویژگی های مورد اندازه گیری در ریحان مقدس داشت. در ارزیابی عملکرد ماده تر، برترین تیمار با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص با تراکم ۱۹ بوته در مترمربع بود که بیشترین میانگین عملکرد ماده تر معادل ۳۹۹۲۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. تیمارهای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با تراکم ۱۹ بوته در مترمربع و تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تراکم ۲۶/۶ بوته در مترمربع به ترتیب با تولید ۳۶۸۳۰ و ۳۵۹۶۰ کیلوگرم در هکتار، در رتبه های دوم تا سوم قرار گرفتند. کمترین میزان عملکرد ماده تر برابر با ۲۲۴۲۰ کیلوگرم در هکتار، با تراکم ۲۶/۶ بوته در مترمربع و بدون مصرف کود نیتروژن بود (جدول ۴). اثر متقابل مقدار کود نیتروژن و تراکم بوته تأثیری معنی داری (سطح آماری ۱٪) بر عملکرد ماده خشک

شامل تراکم (D): ۱۲/۱، ۱۴/۸، ۱۹ و ۲۶/۶ بوته در مترمربع بود که برای رسیدن به تراکم های یاد شده به ترتیب از آرایش های کاشت ۱۵×۲۵، ۱۵×۳۵، ۱۵×۴۵ و ۱۵×۵۵ سانتی متر مربع استفاده شد. مقادیر نیتروژن (N) از منبع کود اوره در سه سطح ۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار انتخاب شد. انتخاب سطوح نیتروژن در این پژوهش براساس آزمون خاک و پژوهش های پیشین در رابطه با اثر نیتروژن بر عملکرد گیاهان معطر مانند ریحان معمولی که به گیاه مورد پژوهش از نظر گیاه شناسی و صفات رشدی تا حدودی نزدیک بود، تعیین گردید. قبل از کاشت ابتدا مقدار ۲۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده برای بهبود خصوصیات فیزیکی خاک به صورت یکنواخت به زمین اضافه شد. همچنین براساس نتایج آزمون خاک مقادیر کودهای شیمیایی مصرفی شامل سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم هر کدام ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار همراه با نیمی از کود نیتروژن به خاک داده شد. بذرها مورد استفاده در این پژوهش توسط یکی از محققان از کشور یونان ارسال و توسط بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز پس از کشت و بذریابی، جهت انجام پژوهش تأمین شد. بذرها ابتدا در خزانه هوای آزاد و با ویژگی های خاکی مشابه با مزرعه کشت گردید. پس از گذشت ۲۸ روز و در مرحله چهار برگی، نشاءها در فواصل بین بوته ای ۱۵ سانتی متر در آخر شهریورماه در زمین اصلی کشت گردیدند. آبیاری به روش غرقابی و به صورت مساوی در تمامی کرت ها اعمال شد. مراقبت های زراعی به طور یکسان برای کلیه تیمارها اعمال گردید. نیم دیگر کود نیتروژن در مرحله قبل از گلدهی گیاه به مزرعه داده شد. دفعات آبیاری برحسب نیاز آبی گیاه صورت گرفت. در مرحله تمام گل اندازه گیری صفاتی مانند تعداد و طول شاخه جانبی، تعداد و طول گل آذین انجام شد. تاریخ برداشت در مرحله گلدهی کامل و پس از حذف حاشیه، بوته ها از سطح پنج سانتی متری خاک بریده شدند. پس از توزین محصول تر، بوته ها در اتاق روی روزنامه پهن گردیدند و به کمک پنکه سقفی به مدت ۱۲ تا ۱۵ روز خشک شدند. ماده خشک بدست آمده نیز توزین گردید. به منظور تعیین

در مترمربع و بدون مصرف کود حاصل شد. کوتاه‌ترین طول گل آذین (۸/۶ سانتی‌متر) در تراکم ۲۶/۶ بوته در مترمربع بدون مصرف کود بود. بنابراین با کاهش فاصله ردیف و یا افزایش تراکم بوته طول گل آذین کاهش یافت (جدول ۴). اثر متقابل کود نیتروژن و فاصله کاشت تأثیر کاملاً معنی داری (سطح آماری ۱٪) بر میانگین تعداد گل آذین تک بوته داشت. با افزایش کود نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کاهش تراکم بوته به ۱۲/۱ در مترمربع بیشترین تعداد گل آذین (۸۶/۵ عدد) حاصل شد. با کاهش کود نیتروژن تا سطح صفر و در تراکم ۱۹ بوته در مترمربع، کمترین تعداد گل آذین (۴۳ عدد) در بوته مشاهده گردید (جدول ۴).

اثر متقابل کود نیتروژن و تراکم بوته به طور کاملاً معنی داری (سطح آماری ۱٪) بر درصد اسانس ریحان مقدس اثر داشت. با افزایش کود نیتروژن تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار و کاهش تراکم بوته به ۱۴/۸ عدد در مترمربع، بیشترین درصد اسانس (۱/۱٪) از ماده خشک حاصل شد. اما با افزایش کود نیتروژن تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و افزایش تراکم بوته به ۲۶/۶ عدد در مترمربع، کمترین درصد اسانس (۰/۶٪) از ماده خشک بدست آمد (جدول ۴). به علاوه اینکه اثر متقابل کود نیتروژن و فاصله کاشت تأثیر کاملاً معنی داری (سطح آماری ۱٪) بر عملکرد اسانس داشت. سطح کود نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۱۴/۸ بوته در مترمربع بیشترین عملکرد اسانس یعنی ۵۷/۹ کیلوگرم در هکتار را حاصل نمود. از طرفی با افزایش کود نیتروژن تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۱۹ بوته در مترمربع کمترین عملکرد اسانس (۳۰/۵ کیلوگرم در هکتار) از ماده خشک بدست آمد (جدول ۴).

داشت. تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص با تراکم ۲۶/۶ بوته در مترمربع، بیشترین میانگین عملکرد ماده خشک، معادل ۵۶۷۵ کیلوگرم در هکتار را تولید نمود و تیمارهای شاهد و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با تراکم ۱۴/۸ بوته در متر مربع به ترتیب ۵۴۳۳ و ۵۲۵۳ کیلوگرم در هکتار محصول تولید نمودند و در رتبه های دوم تا سوم قرار گرفتند. کمترین عملکرد در تراکم ۱۲/۱ بوته در مترمربع و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و دارای میانگین عملکردی معادل ۳۷۰۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). اثر متقابل نیتروژن و تراکم بوته در سطح آماری ۵٪ اثر معنی داری را بر تعداد شاخه جانبی نشان داد. همان گونه که در جدول ۴ ملاحظه می‌گردد، برترین تیمار با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با تراکم ۲۶/۶ بوته در مترمربع دارای بیشترین میانگین تعداد شاخه جانبی معادل ۱۷/۵ شاخه در بوته بود. همچنین کمترین تعداد شاخه جانبی برابر با ۱۳/۵ شاخه در بوته در تراکم ۱۲/۱ بوته در مترمربع و با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مشاهده شد (جدول ۴).

اثر متقابل کود نیتروژن و تراکم بوته تأثیر کاملاً معنی داری (سطح آماری ۱٪) بر طول شاخساره داشت. برترین تیمار با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص با تراکم ۱۹ بوته در مترمربع، بلندترین اندازه شاخه برابر با ۴۹/۳ سانتی‌متر را داشت و تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۱۲/۱ بوته در مترمربع، دارای کوتاه‌ترین طول شاخه بود (جدول ۴).

اثر متقابل کود نیتروژن و تراکم بوته تأثیر کاملاً معنی داری (سطح آماری ۱٪) بر طول گل آذین داشت. بلندترین گل آذین با ۱۴/۷ سانتی‌متر در تراکم ۱۹ بوته

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی ریحان مقدس

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد ماده تر (کیلوگرم/هکتار)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم/هکتار)	تعداد شاخه (میانگین در تک بوته)	طول گل آذین (سانتی متر)	تعداد گل آذین (میانگین در تک بوته)	میزان اسانس (%)	عملکرد اسانس (کیلوگرم/هکتار)
فاصله ردیف	۳	۳۱۶۶۱۱۶۷۹/۲**	۳۸۲۶۳۲۰/۵**	۳/۱ ns	۱۵/۳**	۸۵/۱**	۰/۱۶۶**	۱۲۹۳/۷**
مقدار نیتروژن	۲	۱۵۰۷۹۵۷۰۷/۹**	۱۶۲۷۰۸۴/۴**	۰/۷ ns	۳/۷**	۴۲۸/۵**	۰/۰۴۸*	۳۶۶/۲**
اثر متقابل	۶	۴۶۸۷۲۱۱۱/۱*	۷۷۸۸۴۲/۵*	۶/۸*	۱۰/۶**	۴۳۱/۷**	۰/۰۷۹**	۲۰۲/۴**
خطا	۳۳	۱۳۶۵۴۸۹۷/۹	۲۶۷۹۰۰/۵	۲/۲	۰/۴۸	۶۸۴/۹	۰/۰۱۳	۳۹/۶
CV%		۱۲/۳	۱۱/۴	۹/۵	۵/۷	۱۲/۷	۱۵/۸	۱۵/۸

** و *: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪، ns: عدم وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵٪

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل فاصله ردیف و مقدار نیتروژن بر صفات مورد بررسی ریحان مقدس

تراکم کاشت و مقدار نیتروژن	عملکرد ماده تر (کیلوگرم/هکتار)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم/هکتار)	میزان اسانس (%)	عملکرد اسانس (کیلوگرم/هکتار)	تعداد شاخه (میانگین در تک بوته)	طول شاخساره (سانتی متر)	تعداد گل آذین (میانگین در تک بوته)	طول گل آذین (سانتی متر)
D ₁ N ₁	۲۲۴۲۰ ± ۴۸۴۸/۶ f	۴۴۸۸ ± ۲۹۰/۳ bc	۱ ± ۰/۰۸ a	۴۱/۷ ± ۳/۵ bc	۱۵/۵ ± ۲/۱ ab	۴۷/۸ ± ۱/۹ ab	۶۹ ± ۵/۴ bc	۸/۶ ± ۱/۲ f
D ₁ N ₂	۳۵۹۶ ± ۳۵۳۹/۱ ab	۵۶۷۵ ± ۴۴۷/۶ a	۰/۸ ± ۰/۵ c	۴۳/۳ ± ۴/۸ bc	۱۷/۵ ± ۰/۹ a	۴۴/۷ ± ۲/۲ bc	۵۲/۲ ± ۱۳ de	۱۲/۱ ± ۰/۸۶ cd
D ₁ N ₃	۲۳۶۷۰ ± ۱۹۰۵/۱ ef	۲۸۸۳ ± ۷۶۲/۸ d	۰/۶ ± ۰/۰۳ d	۳۴/۳ ± ۴/۸ cd	۱۵/۶ ± ۱/۸ ab	۴۳/۳ ± ۱/۵ de	۶۲/۷ ± ۸/۳ bc	۱۳/۴ ± ۰/۴۴ b
D ₂ N ₁	۳۳۷۹۰ ± ۲۱۹۱/۶ bc	۴۲۹۸ ± ۲۲۷/۹ d	۰/۸ ± ۰/۰۶ c	۳۴/۵ ± ۳/۷ cd	۱۶/۳ ± ۱/۴ a	۴۷/۷ ± ۲/۲ ab	۴۳ ± ۷/۵ f	۱۴/۷ ± ۰/۷۵ a
D ₂ N ₂	۳۹۹۲۰ ± ۳۰۵۹/۶ a	۴۴۲۸ ± ۵۴۰/۱ cd	۰/۸ ± ۰/۰۷ c	۳۶/۶ ± ۵ c	۱۶/۱ ± ۱/۳ a	۴۶/۷ ± ۲/۷ ab	۷۳/۳ ± ۹/۳ b	۱۳/۶ ± ۰/۹۵b
D ₂ N ₃	۳۶۸۳۰ ± ۶۳۸۲/۶ ab	۲۹۴۰ ± ۲۲۸/۴ d	۰/۸ ± ۰/۱ cd	۳۰/۵ ± ۶ cd	۱۴/۹ ± ۱/۹ ab	۴۹/۳ ± ۵/۸ a	۶۴ ± ۰/۸ c	۱۲/۶ ± ۰/۹۵ cd
D ₃ N ₁	۲۹۲۵۰ ± ۳۵۷۰/۷ cd	۵۴۳۳ ± ۶۱۵/۲ a	۰/۸ ± ۰/۰۳ bc	۴۹/۳ ± ۳ ab	۱۴/۹ ± ۲/۳ ab	۴۴/۳ ± ۱/۸ cd	۵۹/۷ ± ۹/۴ cd	۱۰/۵ ± ۰/۵۲ e
D ₃ N ₂	۳۱۰۴۰ ± ۲۱۶۱/۸ bc	۵۱۴۲ ± ۴۹۴/۷ ab	۱/۱ ± ۰/۰۹ a	۵۷/۹ ± ۲/۴ a	۱۶/۸ ± ۲/۵ a	۴۶/۱ ± ۰/۸۲ ab	۴۷/۷ ± ۸/۵ ef	۱۱/۳ ± ۰/۹۱ de
D ₃ N ₃	۳۳۰۴۰ ± ۴۹۲۹/۸ bc	۵۲۵۳ ± ۳۹۰/۱ ab	۱ ± ۰/۱ ab	۵۴/۶ ± ۱۱/۶ a	۱۷/۲ ± ۱/۴۱ a	۴۱/۸ ± ۱/۱ ef	۵۳ ± ۵/۲ de	۱۱/۶ ± ۱/۰۴ d
D ₄ N ₁	۲۴۸۸۰ ± ۳۳۸۶/۷ ef	۴۲۴۸ ± ۵۴۵/۶ d	۰/۷ ± ۰/۱ cd	۳۳/۷ ± ۱۰/۶ cd	۱۵/۷ ± ۰/۴ ab	۴۸/۳ ± ۲/۱ a	۵۴/۵ ± ۳/۸ de	۱۳ ± ۰/۵۵ bc
D ₄ N ₂	۲۷۱۷۰ ± ۴۰۵۰/۶ de	۴۰۴۰ ± ۴۱۵/۸ d	۰/۷ ± ۰/۰۸ cd	۲۹/۷ ± ۴/۷ cd	۱۳/۵ ± ۱/۷ b	۴۰/۴ ± ۱/۳ f	۶۳/۲ ± ۹/۷ bc	۱۱/۹ ± ۰/۹۳ d
D ₄ N ₃	۲۳۲۵۰ ± ۶۴۸۸/۵۸ f	۳۷۰۷ ± ۹۸۲/۷ d	۰/۸ ± ۰/۰۸ cd	۲۸ ± ۴ cd	۱۶/۲ ± ۱/۵ a	۴۸/۹ ± ۲/۹ a	۸۶/۵ ± ۹/۶ a	۱۳/۵ ± ۰/۲۵ b

*، در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ۵٪ مطابق با آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشد. خطای استاندارد (SE) مربوط به هر میانگین در برابر آن درج گردیده است.

D₁: تراکم ۲۶/۶ بوته در مترمربع، D₂: تراکم ۱۹ بوته در مترمربع، D₃: تراکم ۱۴/۸ بوته در مترمربع، D₄: تراکم ۱۲/۱ بوته در مترمربع

N₁: مقدار نیتروژن: صفر، N₂: مقدار نیتروژن: ۵۰ کیلوگرم در هکتار، N₃: مقدار نیتروژن: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار

بحث

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اثرات تراکم و نیتروژن بر عملکرد ماده خشک، صفات رویشی، زایشی، درصد و عملکرد اسانس گیاه ریحان مقدس معنی دار است. بررسی اثرات متقابل تراکم و مقدار نیتروژن خالص بر عملکرد ماده تر نشان داد که بیشترین میانگین عملکرد ماده تر با اعمال تیمار (D_2N_2) یعنی در تراکم ۱۹ بوته در مترمربع و با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع کود اوره) حاصل شد و با نتایج محققان دیگر در مورد ریحان معمولی که اعلام نمودند بیشترین عملکرد ماده تر در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع و مصرف کود نیتروژن به میزان ۵۰ کیلوگرم بود، مطابقت دارد (Arabaci & Bayram, 2000). عملکرد ماده خشک نیز تحت تأثیر فاصله ردیف و میزان کود نیتروژن و اثرات متقابل آنها قرار گرفت. در این رابطه بیشترین میانگین ماده خشک در تراکم ۲۶/۶ بوته در مترمربع و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص حاصل شد که با نتایج محققان دیگر در مورد اثر این دو فاکتور بر عملکرد خشک ریحان معمولی تطبیق دارد (دادوند و همکاران، ۱۳۸۵؛ Arabaci & Bayram, 2000). تعداد شاخه جانبی نیز تحت تأثیر اثرات متقابل فاکتورهای مورد بررسی قرار گرفت. به طوری که بیشترین تعداد شاخه جانبی با تراکم ۲۶ بوته در مترمربع و با افزایش کود نیتروژن تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد حاصل شد. در پژوهشی که توسط گروهی از محققان در هند انجام شد، بیشترین تعداد شاخه جانبی در ریحان معمولی با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع کود اوره بدست آمد که با نتایج پژوهش حاضر مشابهت دارد (Sundharaiaya et al., 2003). طول شاخه جانبی هم مانند تعداد شاخه جانبی در تیمارهای مورد مطالعه در مقایسه با شاهد افزایش قابل توجهی یافت، به طوری که در تیمار D_2N_3 (تراکم بوته ۱۹ و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) بلندتر بود. به علاوه طول گل آذین نیز تحت تأثیر فاصله ردیف و میزان کود نیتروژن قرار گرفت و در تراکم ۱۹ بوته و همراه با مصرف کود نیتروژن بلندتر از تیمارهای بدون مصرف نیتروژن بود. تعداد گل آذین نیز با کاهش تراکم بوته به ۱۲/۱ در مترمربع و میزان کود نیتروژن به

۱۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. این نتیجه با نتایج تحقیقات سایرین که بیان نمودند استفاده از کود اوره در گیاه ریحان معمولی موجب افزایش تعداد گل آذین یا شاخه‌زایی می‌گردد، همخوانی دارد (Sundharaiya et al., 2003؛ Thakur et al., 2011).

در مورد ویژگی‌های کمی و کیفی اسانس ریحان مقدس قبلاً گزارش‌هایی منتشر شده‌است. براساس پژوهش پیشین در منطقه حیدرآباد، واقع در جنوب هند، که دارای شرایط اقلیمی نیمه خشک می‌باشد، بازدهی اسانس گیاه دارویی ریحان مقدس در مرحله گلدهی به طور متوسط ۰/۸۵٪ (w/w) گزارش شده‌است (Kothari et al., 2004). در تحقیق حاضر میزان اسانس گیاه ریحان مقدس در اثر تیمارهای اعمال شده بین ۰/۶٪ تا ۱/۱٪ در نوسان بود. به عبارتی میزان اسانس تحت تأثیر دو عامل تراکم و مقدار کود نیتروژن قرار گرفت. با توجه به شرایط اقلیمی محل آزمایش، بیشترین میانگین درصد اسانس (۱/۱٪) در تراکم ۱۴/۸ بوته در مترمربع و با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بود. در رابطه با اثرات متقابل نیتروژن و تراکم و اثر آنها بر اسانس تا به حال تحقیقی پیرامون ریحان مقدس انجام نشده‌است، اما در رابطه با ریحان معمولی Gill و Randhawa (۲۰۰۰) گزارش نمودند که بیشترین میزان اسانس در آرایش کاشت ۳۰×۳۰ سانتی‌متر مربع یا تراکم ۱۱ بوته در مترمربع است. چنانچه دادوند و همکاران (۱۳۸۵) بیان کردند که بیشترین ماده خشک و اسانس ریحان معمولی در آرایش کاشت ۱۵×۲۵ سانتی‌متر مربع یا ۲۷ بوته در مترمربع و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن حاصل شده‌است (دادوند و همکاران، ۱۳۸۵). در پژوهش پیش‌رو میزان اسانس گیاه ریحان مقدس به دلیل اثرات متقابل تراکم و کود نیتروژن تغییرات معنی‌داری را نشان داد که نتایج حاصل با نتایج سایر پژوهش‌ها پیرامون تأثیر این دو عامل بر میزان و محتوای اسانس گیاهان معطر منطبق بود (Arabaci & Bayram, 2000؛ Sifola & Barbieri, 2006؛ دادمان و همکاران، ۱۳۸۶). براساس نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر، نیتروژن به تنهایی تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس ریحان مقدس در مقایسه با شاهد نداشت اما در اثر متقابل با تراکم و تأثیر مثبتی که بر

معنی دار نوعی سسکویی‌ترین لاکتون دارویی به نام پارتولید می‌گردد، به طوری که با افزایش فاصله بین گیاهان از ۱۵ به ۴۵ سانتی‌متر، به علت بر خوراری گیاهان از نور بیشتر پارتولید به میزان سه برابر افزایش یافت، که بسیار قابل توجه بود (Fonseca et al., 2006). در پژوهش حاضر نیز کاهش تراکم سبب افزایش محتوا و عملکرد اسانس گیاه ریحان مقدس شد.

به طور کلی با توجه به خوش‌خوراک نبودن و طعم خاص ریحان مقدس در مقایسه با ریحان معمولی، که بیشتر به علت برخی از متابولیت‌های ثانویه مانند مقادیر بالای اوژنول در اسانس آن می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که سطح کودی ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار همراه با تراکم ۱۴/۸ بوته در مترمربع، بهترین ترکیب تیماری است که ضمن تولید عملکرد خشک بالا، سبب تولید بیشترین میزان اسانس در ماده خشک و همچنین عملکرد اسانس در واحد سطح به منظور کاربرد در صنایع مختلف دارویی می‌گردد. به هر حال پژوهش حاضر نخستین کار تحقیقاتی پیرامون مسائل زراعی و کشت گیاه ریحان مقدس است. با توجه به اهمیت دارویی این گیاه، انجام پژوهش‌های بیشتر پیرامون جنبه‌های مختلف تولید آن تحت تیمارهای مختلف زراعی و اقلیمی ضروریست.

منابع مورد استفاده

- اکبری‌نیا، ا.، دانشیان، د. و محمدیگی، ف.، ۱۳۸۵. اثر کود نیتروژن و تراکم بر عملکرد بذر، اسانس و روغن گیاه گشنیز. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۲(۴): ۴۱۹-۴۱۰.
- دادمان، ب.، امیدبیگی، ر. و سفیدکن، ف.، ۱۳۸۶. تأثیر نیتروژن بر مقدار و اجزای تشکیل دهنده اسانس گیاه جعفری مکزیک (*Tagetes minuta* L.). فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳(۴): ۴۹۰-۴۸۴.
- دادوند سراب، م.ر.، نقدی بادی، ح.، نصری، م.، مکی‌زاده تفتی، م و امیدی، ح.، ۱۳۸۵. تغییرات میزان اسانس و عملکرد گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تأثیر تراکم بوته و کود نیتروژن. گیاهان دارویی، ۷(۲۷): ۶۹-۶۱.
- میرحیدر، ح.، ۱۳۷۲. معارف گیاهی (جلد اول). نشر فرهنگ اسلامی، تهران، ۵۵۷ صفحه.

ماده خشک تولیدی در واحد سطح داشت، سبب افزایش چشمگیر و معنی‌دار عملکرد اسانس گردید. نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف برای رشد گیاه است که در ساختار پروتئین‌ها، کلروفیل و بسیاری از ترکیب‌های حیاتی موجود در گیاه وجود دارد (Marschner, 1986)، به همین دلیل می‌تواند نقش مؤثری را در افزایش عملکرد و میزان محصول تولیدی ایفاء نماید. در رابطه با اثر نیتروژن بر عملکرد گیاهان دارویی و معطر پژوهش‌های فراوانی انجام شده‌است. در این پژوهش‌ها نقش نیتروژن در افزایش تولید اسانس گیاهان معطر را در اغلب موارد ناشی از اثر آن در افزایش عملکرد ماده خشک نسبت داده‌اند (دادوند و همکاران، ۱۳۸۵؛ Golcz et al., 2006؛ Dufault et al., 2003)، اما گزارش‌هایی نیز منتشر شده‌است که نقش نیتروژن را نه تنها بر افزایش عملکرد بلکه در افزایش معنی‌دار غلظت اسانس گیاهان معطر بیان نموده‌اند. به عنوان مثال نیتروژن سبب افزایش غلظت اسانس در ریحان معمولی شده‌است (Sifola & Barbieri, 2006). در پژوهشی دیگر کاربرد اوره را عامل افزایش محتوی اسانس گیاه *Acorus calamus* گزارش کرده‌اند و علت نقش مثبت اوره در افزایش محتوی اسانس را افزایش متابولیسم نیتروژن، افزایش فعالیت کربوکسیلاسیون و همچنین تشکیل برخی دیگر از ترکیب‌های ضروری مانند β -asarone عنوان نموده‌اند (Meneghini et al., 1998). اما در پژوهش حاضر نیتروژن اثر معنی‌داری بر محتوی اسانس نداشت. هرچند که بر عملکرد خشک و در پی آن بر عملکرد اسانس در واحد سطح مؤثر بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که نقش نیتروژن در میزان اسانس یا غلظت اسانس موجود در یک گیاه معطر کاملاً به گونه بستگی دارد.

تراکم بوته از عواملی است که در رقابت گیاهان در جذب آب، مواد معدنی و نور نقش بسیار مهمی ایفاء می‌نماید. منابع مورد رقابت ذکر شده نه تنها در فتوسنتز و عملکرد ماده خشک گیاهان دارویی بلکه در بیوسنتز ترکیب‌های ثانویه نقش مؤثری دارند. به عنوان مثال در پژوهشی نشان داده شده که در گیاه دارویی بابونه کبیر (*Tanacetum parthenium*) تراکم بوته به علت نقش آن در دریافت نور مورد نیاز گیاه، سبب تغییر بسیار چشمگیر و

- Acorus calamus* L. leaves. Flavour and Fragrance Journal, 13(5): 319-323.
- Prakash, P. and Gupta, N., 2005. Therapeutic uses of *Ocimum sanctum* Linn (Tulsi) with a note on eugenol and its pharmacological actions: a short review. Indian, Journal of Physiological Pharmacology, 49(2): 125-131.
 - Saharkhiz, M.J., Ghani, A. and Khayat, M., 2009. Changes in essential oil composition of Clary sage (*Salvia sclarea* L.) aerial parts during its phenological cycle. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology, 3(1): 90-93.
 - Saharkhiz, M.J., Smaeili, S. and Merikhi, M., 2010. Essential oil analysis and phytotoxic activity of two ecotypes of *Zataria multiflora* Boiss growing in Iran. Natural Product Research, 24(17): 1598-1609.
 - Santos, B.M., Dusky, A., Morales Payan, J.P and Stall W.M., 1998. Effects of nitrogen and gibberlic acid combinations on basil growth. Soil and Crop Science Society of Florida, 57: 99-101.
 - Sen, P., 1993. Therapeutic potential of Tulsi: from experience to facts. Drugs News and Views, 1(2): 15-21.
 - Sifola, M.I. and Barbieri, G., 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different nitrogen. Scientia Horticulturae, 108(4): 408-413.
 - Sundharaiaya, K., Ponnuswamy, V. and Velmurugan, V., 2003. Effect of FYM, sulphur and different nitrogen sources on herbage and seed yield of sweet Basil (*Ocimum basilicum*). South Indian Horticulture, 51(1/6): 93-95.
 - Thakur, A., Kantishree, D. and Rawat, A. K., 2011. Response of organic and inorganic plant nutrient sources on sweet basil (*Ocimum basilicum*) for sub tropical region. Plant Archives, 11(1): 253-255.
 - Tamolwan, S., Na Ayutthaya, W.D., Songsak, T. and Rattanamahaphoom, J., 2008. Anti-lipidemic actions of essential oil extracted from *Ocimum sanctum* L. leaves in rats fed with high cholesterol diet. Journal of Applied Biomedicine, 7: 45-53.
 - Vani, S.R., Cheng, S.F. and Chuah, C.H., 2008. Comparative study of volatile compounds from genus *Ocimum* (report). American Journal of Applied Sciences, 6(3): 523-528.
 - Arabaci, O. and Bayram, E., 2000. The effect of nitrogen fertilization and plant densities on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L. (basil). Journal of Agronomy, 3(4): 255-262.
 - Dufault, R.J., Rushing, J., Hassell, R., Merle Shepard, B., McCutcheon, G. and Wared, B., 2003. Influence of fertilizer on growth and marker compound of field-grown *Echinacea* species and feverfew. Scientia Horticulturae, 98: 61-69.
 - Elgendy, S.A., Hosni, A.M., Ahmed, S.S., Omer, E.A. and Reham, M.S., 2001. Variation in herbage yield and oil composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) var. "Grande verde" grown organically in a newly in reclaimed land in Egypt. Arab Universities Journal of Agriculture Science, 9(2): 915-33.
 - Fonseca, J.M., Rushing, J.W., Rajapakse, N.C., Thomas, R.L. and Riley, M.B., 2006. Potential implications of medicinal plant production in controlled environments: the case of Feverfew (*Tanacetum parthenium*). HortScience, 41(3): 531-535.
 - Gill, B.S. and Randhawa, G.S., 2000. Effect of different row and plant spacing on yield and quality of French basil oil. Journal of Research Punjab Agriculture University, 36(3-4): 191-193.
 - Golec, A., Politycka, B. and Seidler-Lozykowska, K., 2006. The effect of nitrogen fertilization and stage of plant development on the mass and quality of sweet basil leaves (*Ocimum basilicum* L.). Herba Polonica, 52: 22-30.
 - Kothari, S.K., Bhattacharya, A.K. and Ramesh, S., 2004. Essential oil yield and quality of methyl eugenol rich *Ocimum sanctum* L.f. (syn. *O. sanctum* L.) in south India as influenced by method of harvest. Journal of Chromatography A, 1054(1-2): 67-72.
 - Marschner, H., 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, 645p.
 - Meneghini, A., Poceschi, N., Venanzi, G. and Tomaselli Palladini, B., 1998. Effect of nitrogen fertilization on photosynthetic rate, nitrogenous metabolites and b-asarone accumulation in triploid

Changes in the herb yield, essential oil and some important growth parameters of holly basil (*Ocimum sanctum* L.) in response to different plant densities and nitrogen levels

N. Kazerani¹, M.J. Saharkhiz^{2*}, J. Javanmardi³, B. Heidari⁴, M.Rezaei⁵ and P. Bayat¹

1- Research Center for Agriculture and Natural Resources, Borazjan, Bushehr, Iran

2*- Corresponding Author, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
E-mail: saharhiz@shirazu.ac.ir

3- Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

4- Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

5- PhD. Student, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Received: August 2011

Revised: July 2012

Accepted: August 2012

Abstract

Holy basil (*Ocimum sanctum* L.) is a medicinal and aromatic plant belonging to Lamiaceae family. This study was conducted to determine the most suitable plant density and nitrogen fertilizer rate to improve the qualitative and quantitative traits of Holy basil. The experiment was a randomized complete block design in a factorial arrangement with two factors and four replications. The factors were plant density (D) at 26.6, 19, 14.8, and 12.1 plant per m², and nitrogen (N) at three levels of 0, 50 and 100 kg/ha. At full flowering stage, plant height, shoot number and length, inflorescence length, fresh and dry weights of shoots and roots, and essential oil content and yield were measured. According to the results, the plant density and nitrogen treatments had significant effects ($P \leq 0.05$) on fresh and dry matter weights, secondary shoot length, essential oil content and yield, and the number of inflorescences. However, the studied treatments did not affect the number of branches, plant height, and root and shoot, root dry matter, chlorophyll content and leaf area. The interaction effects of row spacing and nitrogen levels on all traits with the exception of chlorophyll content and leaf area were significant ($P \leq 0.05$). The highest amounts of fresh and dry matter weights, shoot length, number of inflorescences, essential oil content and yield were obtained in 14.8 plant per m² with application of 50 kg N/ha. Essential oil contents (w/w%) varied between 0.6-1.1%.

Key words: *Ocimum sanctum* L., essential oil, plant density, nitrogen, crop yield.