

## تأثیر نیتروژن و تراکم کاشت بر عملکرد ماده خشک و میزان اسانس در نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.)

زهرا ایزدی<sup>۱</sup>، گودرز احمدوند<sup>۱</sup>، محمود اثنی عشری<sup>۱</sup> و خسرو پیروی<sup>۱</sup>

### چکیده

به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن و تراکم کاشت بر عملکرد ماده خشک و مقدار اسانس در برگ و کل بوته گیاه نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.) آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی طی دو چین و در سه تکرار اجرا گردید. نیتروژن (به صورت اوره) به عنوان عامل اصلی در سه سطح (۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در دو هکتار در دو زمان بصورت نصف برای هر چین) و تراکم کاشت به عنوان عامل فرعی در سه سطح (۸، ۱۲ و ۱۶ بوته در متر مربع) مورد مطالعه واقع و سپس عملکرد ماده خشک و درصد اسانس در برگ و کل بوته طی هر دو چین ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که تیمار نیتروژن در هر دو چین تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک و درصد اسانس در برگ و کل بوته داشت، به طوری که در چین اول با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بالاترین عملکرد ماده خشک و درصد اسانس در برگ و کل بوته حاصل شد و در چین دوم بالاترین عملکرد ماده خشک و درصد اسانس در برگ و کل بوته مربوط به تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود. تأثیر تراکم کاشت و نیز اثر متقابل آن با نیتروژن روی درصد اسانس کل بوته و برگ فقط در چین اول معنی‌دار شد، به طوری که بیشترین درصد اسانس کل بوته از تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم ۸ بوته در متر مربع حاصل شد. نتایج حاصل از آزمایش بصورت کل و مجموعاً طی دو برداشت نیز آنالیز گردید که نشان داد اثر نیتروژن روی عملکرد ماده خشک، درصد اسانس برگ و کل بوته طی دو چین نیز معنی‌دار گردید.

واژه‌های کلیدی: نعنای فلفلی، نیتروژن، تراکم کاشت، ماده خشک، اسانس.

۱. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار گروه زراعت، دانشیار گروه علوم باغبانی و استادیار گروه بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی

سینا، همدان

## مقدمه

در خصوص مناسبترین مقدار مصرف کود نیتروژنه جهت افزایش عملکرد و اسانس در نعنای فلفلی گزارش‌های متعدد از مناطقی با اکوسیستم‌های متفاوت ارائه شده است. به عنوان مثال کاسول (۱۹۹۹) مقادیر بالاتر از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را جهت افزایش اسانس و عملکرد در نعنای فلفلی توصیه نمود. تعدادی از محققان گزارش کرده‌اند که در این گیاه بیوماس زیاد و عملکرد اسانس بالا در شرایطی بدست می‌آید که نیتروژن زیاد مصرف شود. در آزمایشی که توسط نیاکان و همکاران (۱۳۷۷) در مورد تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن روی نعنای فلفلی اجرا شد مشخص گردید که بیشترین تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر، وزن خشک و میزان اسانس در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. طی بررسی دیگری در گرگان، مقدار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش عملکرد گیاه نعنای فلفلی شده است (نیاکان و همکاران، ۱۳۷۸). برخی محققین نیز با کاربرد سطوح مختلفی از نیتروژن روی نعنای فلفلی گزارش کردند که کوددهی موجب افزایش میزان منتول اسانس در مقایسه با عدم کوددهی می‌شود (ماروتی و همکاران، ۲۰۰۴).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که با کاشت گونه‌های متفاوتی از نعنای فلفلی اختلاف معنی‌داری بین الگوهای کاشت مختلف از نظر ترکیب اسانس وجود ندارد (افلاطونی، ۲۰۰۵). محققین دیگری نیز با کشت نعنای فلفلی در تراکم‌های کاشت متفاوت طی دو سال متوالی گزارش کردند که فاصله گیاهان تاثیر معنی‌داری روی برخی خصوصیات محصول شامل عملکرد برگ، گیاه و ماده موثره نداشت (درازیک و پاولویچ، ۲۰۰۵). بر اساس نتایج یک مطالعه دیگر که روی کشت نعنای فلفلی صورت گرفت، مشخص شد در تراکم کاشت ۷/۴ بوته در متر مربع، بیشترین عملکرد شاخ و برگ به دست آمد و تراکم کاشت نیز عملکرد را تحت تاثیر قرار داد (دی‌لالوز و همکاران، ۲۰۰۲).

با توجه به اهمیت گیاه دارویی نعنای فلفلی و مصرف گسترده آن در صنایع مختلف، این پژوهش با هدف بررسی تغییرات میزان اسانس و عملکرد گیاه مزبور در تراکم‌های مختلف کاشت و سطوح مختلف نیتروژن

نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.) متعلق به خانواده نعنائیان (Lamiaceae) گونه‌ای هیبرید بوده و از تلاقی بین گونه‌های *Mentha aquatica* و *Mentha spicata* حاصل شده است (امیدبیگی، ۱۳۸۶).

اسانس این گیاه از ابتدای رشد در اندام‌های رویشی ساخته و در غده‌ها ذخیره می‌شود. تعداد غده در برگ‌های کوچک کمتر و در برگ‌های طویل بیشتر می‌باشد. ساقه‌ها معمولاً فاقد اسانس هستند (مافی و همکاران، ۲۰۰۴).

نعنای فلفلی حاوی روغن‌های فرار می‌باشد که مهمترین آن‌ها را منتول، منتون و متیل استات تشکیل می‌دهند (میرزا و سفیدکن، ۱۳۷۵). سایر ترکیباتی که در اسانس این گیاه یافت می‌شوند، شامل فلاونوئیدها، پلی‌فنل‌های پلیمریزه شده، کاروتن، توکوفرول، بتاین و کولین می‌باشند (مورای، ۱۹۹۹). از این ترکیبات تاکنون به عنوان ضدعفونی کننده، تب‌بر، ضد اسپاسم، ضد استفراغ، ضد نفخ، معرق، ضد درد، ضد اسهال و هم‌چنین درمان سندرم روده تحریک پذیر، بیماری‌های التهابی روده، التهاب و نارسایی کیسه صفرا و مشکلات کبدی استفاده شده است (بلومنتال، ۲۰۰۰؛ فلیمینگ، ۲۰۰۱).

به طور کلی در کاشت گیاهان دارویی ضرورت استفاده از تکنیک‌های زراعی و عوامل محیطی به منظور افزایش میزان مواد موثره امری بدیهی است. عوامل زراعی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی تاثیر قابل ملاحظه‌ای دارند که از این عوامل می‌توان به تراکم کاشت و تغذیه گیاه اشاره کرد. نیتروژن یکی از مهمترین عناصری است که در تمام دوره‌های رشد گیاه ضروری بوده و در بسیاری از فرایندهای متابولیسم گیاهان نقش اساسی دارد (کوچکی و زند، ۱۳۷۵).

اثر قابل توجه نیتروژن در افزایش محصول از یک طرف و کاهش میزان آن در خاک از طرف دیگر سبب شده است که پژوهش‌گران به‌طور فزاینده‌ای به مطالعه اثرات کودهای نیتروژنی روی آورده و از آن‌ها جهت افزایش تولید استفاده نمایند.

مصرفی در هر کرت آزمایشی (کرتچه) معادل ۱۲۲/۲۸، ۱۸۳/۴۲ و ۲۴۴/۵۶ گرم در چین اول و مشابه آن در چین دوم (بعد از برداشت چین اول و در اولین آبیاری) منظور گردید.

به منظور آماده سازی زمین جهت کاشت، در اوایل پاییز ۱۳۸۶ شخم نیمه عمیق توسط گاواهن برگردان دار انجام شد. در بهار پس از انجام شخم مجدد، جهت نرم کردن خاک از دو نوبت دیسک عمود بر هم استفاده شد. کودپاشی در اردیبهشت ۱۳۸۷ صورت گرفت. جهت تامین نیاز غذایی نعنای فلفلی، بر اساس تجزیه خاک و توصیه آزمایشگاه خاکشناسی، میزان ۷۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۹۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به خاک افزوده شد. پس از تسطیح و ایجاد جوی و پشته به فاصله ۴۵ سانتی متر، کرت‌هایی به ابعاد ۴×۲/۲۵ متر مربع ایجاد گردید. هر کرت شامل ۴ ردیف به فاصله ۴۵ سانتی متر و به طول ۴ متر بود. فاصله بین هر دو کرت، ۹۰ سانتی متر و فاصله هر دو بلوک از هم ۳ متر تعیین شد. جهت جلوگیری از ورود کود نیتروژن همراه آبیاری از بلوک‌های مجاور، برای هر بلوک یک جوی آبیاری و یک کانال زهکشی جداگانه تعبیه شد. در تاریخ اول خرداد کاشت نشاءها انجام گرفت. نشاءهای نعنای فلفلی مورد استفاده در این آزمایش از پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی تهیه گردید.

طی دو چین در شرایط اکولوژیکی همدان به اجرا در آمد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۷ در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا واقع در همدان با ارتفاع ۱۷۴۱/۵ متر از سطح دریا، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی انجام شد. میانگین بارندگی سالانه این منطقه ۳۳۵ میلی‌متر بوده و از نظر اقلیمی جزء مناطق سرد و نیمه خشک محسوب می‌شود. حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه همدان به ترتیب ۴۰ و ۳۳/۷- درجه سانتی‌گراد تعیین شده است. دمای متوسط مربوط به دوره رشد چین اول معادل ۲۶ درجه سانتی‌گراد و برای چین دوم معادل ۱۸ درجه سانتی‌گراد محاسبه گردید. مشخصات خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار در هر بلوک و ۳ تکرار طی دو چین اجرا شد. در این آزمایش کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) با ۳ سطح نیتروژن خالص (۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو زمان به صورت نصف برای هر چین) در کرت‌های اصلی و تراکم کاشت با ۳ سطح (۸، ۱۲ و ۱۶ بوته در متر مربع) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بر این اساس مقدار کود

جدول ۱: مشخصات تجزیه فیزیکو شیمیایی خاک محل انجام تحقیق

مقدار	عامل اندازه‌گیری شده
۳/۳	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)
۹۵	پتاس قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)
۰/۰۶	ازت کل (درصد)
۰/۴۶	ماده آلی (درصد)
۷/۶۴	اسیدیته
۰/۵۸	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)
۵۷/۶	درصد شن
۱۷	درصد رس
۲۵/۴	درصد لای (سیلت)
شنی لومی	بافت خاک
۱۲/۸	ظرفیت تبادل کاتیونی (میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خاک)

تأثیر نیتروژن و تراکم کاشت بر عملکرد ماده خشک و میزان اسانس در ...

(بر اساس صد گرم وزن خشک که بعداً تبدیل به درصد شد) طی هر دو چین بودند. صفات مذکور جمعاً طی دو برداشت نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند.

تجزیه آماری اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با بهره‌گیری از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

### نتایج

#### عملکرد ماده خشک

تجزیه واریانس نتایج این تحقیق در چین اول نشان داد که اثر سطوح مختلف تیمار نیتروژن بر عملکرد ماده خشک در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که بیشترین عملکرد ماده خشک در هکتار در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۲۵۵۹/۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد ماده خشک در تیمارهای ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب با میانگین‌های ۲۰۰۴/۲ و ۱۶۶۷/۸ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل ۱). تأثیر تراکم کاشت و اثر متقابل این دو عامل نیز روی عملکرد ماده خشک نعنای فلفلی معنی‌دار نشد.

تراکم کاشت در چین دوم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک نداشت، ولی تأثیر نیتروژن روی این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر متقابل آن‌ها نیز روی این صفت معنی‌دار نشد. با توجه به مقایسه میانگین تیمارها، بیشترین عملکرد ماده خشک به ترتیب در تیمارهای ۲۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با میانگین‌های ۷۶۰/۳۱ و ۷۲۰/۰۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. کمترین عملکرد ماده خشک مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (شکل ۲).

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد ماده خشک کل طی دو برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تراکم کاشت و اثر متقابل این دو عامل تأثیر معنی‌داری بر آن نداشت. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد ماده خشک کل طی دو برداشت در تیمار ۲۰۰

نشاءها در تراکم‌های مورد نظر، در عمق ۶ سانتی‌متری خاک با دست کشت شدند و بلافاصله بعد از کاشت، آبیاری به صورت نشتی انجام یافت. یک دوم کود اوره در زمان کاشت نشاءها همراه با آب آبیاری (جهت جلوگیری از تصعید نیتروژن) و بقیه آن به صورت سرک در اوایل گلدهی (پس از برداشت چین اول) مصرف گردید. با توجه به این که اثر تراکم و کود نیتروژن بصورت جداگانه در چین‌های اول و دوم مورد بررسی قرار گرفت، لذا در ارائه نتایج سطوح کود نیتروژن در چین اول معادل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و در چین دوم با احتساب مقادیر مصرف شده در چین اول، معادل ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار منظور شده است.

در طول مدت رشد گیاهان، با توجه به شرایط محیطی محل آزمایش هفته‌ای ۲ بار آبیاری انجام گرفت. عملیات وجین ۳ تا ۴ بار طی چین اول و ۱ تا ۲ بار طی چین دوم به صورت دستی انجام گرفت. در اوایل مرحله گلدهی (چین اول) در تاریخ ۸۷/۵/۲۰ عمل برداشت از فاصله ۷ سانتی‌متری سطح زمین از دو ردیف میانی هر کرت با رعایت اثر حاشیه صورت گرفت. برداشت دوم (چین دوم) نیز در تاریخ ۸۷/۸/۱ صورت گرفت. بوته‌های برداشت شده در مکان مناسبی روی روزنامه پهن گردید تا در سایه و جریان هوای آزاد خشک شوند. استخراج اسانس از گیاه نعنای فلفلی در هر دو چین به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر صورت گرفت (امیدبگی، ۱۳۸۶). روش کار بدین صورت بود که مقدار معینی از برگ خشک نعنای فلفلی (۱۰۰ گرم) و مقدار معینی از برگ و ساقه (۱۰۰ گرم بوته) خشک از یک تیمار جداگانه توزین شد. برای این منظور نمونه به همراه آب مقطر در بالن به مدت ۱۲۰ دقیقه جوشانده شد و سپس جریان قطع و اندازه‌گیری بر حسب میلی-لیتر صورت گرفت (افلاطونی، ۲۰۰۵). از نمونه‌های چین دوم نیز به روش فوق اسانس‌گیری به عمل آمد. از آنجایی که اسانس نعنای فلفلی سبک‌تر از آب است به صورت یک لایه روغنی بر روی آب تجمع یافت.

صفات اندازه‌گیری شده شامل عملکرد ماده خشک و میزان اسانس (میلی‌لیتر) در برگ و کل بوته

کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۳۳۱۹/۸ کیلوگرم در هکتار تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد (شکل و کم‌ترین عملکرد ماده خشک کل طی دو برداشت در ۳).

جدول ۲: جدول تجزیه واریانس اثر نیتروژن و تراکم کاشت روی عملکرد ماده خشک به تفکیک دو چین و عملکرد ماده خشک کل در هر دو برداشت

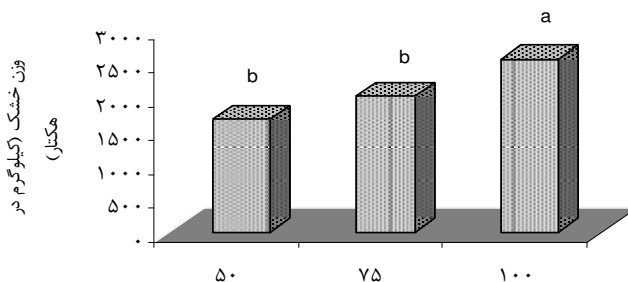
میانگین مربعات عملکرد ماده خشک			درجه آزادی	منابع تغییرات
کل	چین دوم	چین اول		
۱۰۶۴۰۲/۷۳ <sup>NS</sup>	۴۶۳۲۲/۰۴ <sup>NS</sup>	۶۸۳۵۲۶/۴۴ <sup>NS</sup>	۲	تکرار
۳۰۶۹۴۳۵/۸۷ <sup>**</sup>	۲۰۰۴۹۱/۱۴ <sup>**</sup>	۱۸۲۳۴۴۲/۱۰ <sup>*</sup>	۲	کود نیتروژن
۱۳۴۵۶۸/۴۷	۲۸۶۲/۶۷	۱۰۵۸۹۹/۸۱	۴	خطای اصلی
۶۴۷۹۴/۶۲ <sup>NS</sup>	۷۷۸۱/۲۱ <sup>NS</sup>	۳۰۵۵۸/۷۷ <sup>NS</sup>	۲	تراکم کاشت
۴۹۳۵۳۵/۳۸ <sup>NS</sup>	۴۵۰۵/۹۵ <sup>NS</sup>	۴۲۱۱۲۳/۵۰ <sup>NS</sup>	۴	کود نیتروژن × تراکم کاشت
۱۷۵۱۵۱/۵۳	۷۷۹۳/۶۱	۲۰۱۹۰۳/۶۷	۱۲	خطای فرعی
۲۱/۸۹	۱۹/۸۱	۲۲/۲۶	-	ضریب تغییرات

NS: بدون اختلاف معنی‌دار \* و \*\*: به ترتیب اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۳: جدول تجزیه واریانس اثر نیتروژن و تراکم کاشت روی تولید اسانس به تفکیک دو چین و اسانس کل در هر دو برداشت

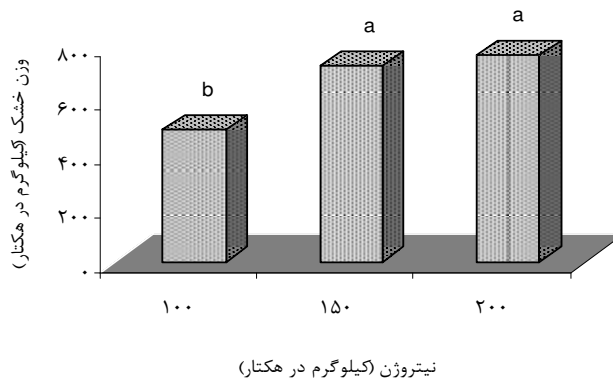
میانگین مربعات میزان اسانس			در کل بوته			در برگ	درجه آزادی	منابع تغییرات
کل	چین دوم	چین اول	کل	چین دوم	چین اول			
۱/۰۳۶ <sup>NS</sup>	۰/۱۵۶ <sup>NS</sup>	۰/۱۸۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۲۱ <sup>NS</sup>	۰/۰۲۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۱ <sup>NS</sup>	۲	تکرار	
۶/۰۲۸ <sup>**</sup>	۰/۲۰۷ <sup>*</sup>	۱/۰۸۰ <sup>**</sup>	۲/۳۰۰ <sup>**</sup>	۰/۰۵۸ <sup>**</sup>	۰/۴۱۸ <sup>**</sup>	۲	کود نیتروژن	
۰/۱۶۲	۰/۰۲۳	۰/۰۱۷	۰/۰۵۶	۰/۰۱۲	۰/۰۲۲	۴	خطای اصلی	
۰/۷۶۴ <sup>NS</sup>	۰/۰۲۵ <sup>NS</sup>	۰/۰۶۲ <sup>**</sup>	۰/۱۵۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۲۹ <sup>NS</sup>	۰/۱۷۴ <sup>**</sup>	۲	تراکم کاشت	
۰/۱۰۵ <sup>NS</sup>	۰/۱۰۴ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۳ <sup>NS</sup>	۰/۲۲۹ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۷۱ <sup>*</sup>	۴	کود نیتروژن × تراکم کاشت	
۰/۰۴۳	۰/۰۱۱	۰/۰۲۱	۰/۰۶۹	۰/۰۰۱	۰/۰۱۶	۱۲	خطای فرعی	
۲۰/۴۷	۱۴/۶۰	۲۳/۲۱	۱۹/۷	۱۳/۸۶	۲۰/۷۵	-	ضریب تغییرات	

NS: بدون اختلاف معنی‌دار \* و \*\*: به ترتیب اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح ۵ و ۱ درصد

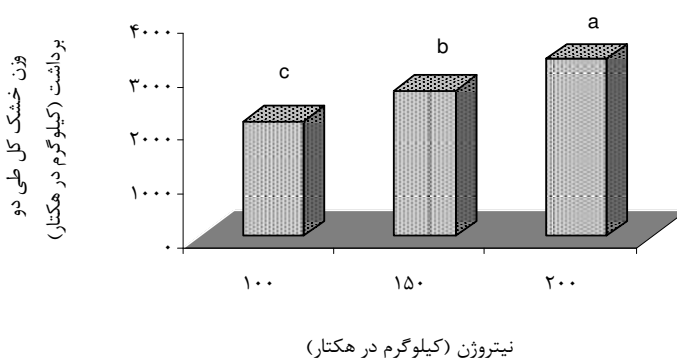


نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)

شکل ۱: اثر مقادیر مختلف نیتروژن روی ماده خشک نعنای فلفلی در چین اول



شکل ۲: اثر مقادیر مختلف نیتروژن روی ماده خشک نعناع فلفلی در چین دوم



شکل ۳: اثر مقادیر مختلف نیتروژن روی ماده خشک کل نعناع فلفلی

داری بین درصد اسانس کل بوته در این سه سطح تراکم کاشت مشاهده نشد.

در چین دوم تأثیر نیتروژن بر درصد اسانس کل بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود، ولی تراکم کاشت و اثر متقابل این دو عامل تأثیر معنی‌داری بر آن نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان اسانس کل بوته مربوط به تیمارهای ۲۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب با میانگین‌های ۱/۰۸ و ۰/۹۷ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و برابر با ۰/۷۳ درصد بود (شکل ۵).

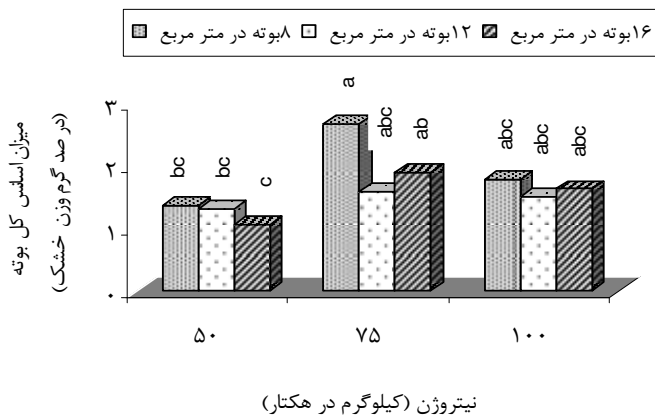
تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر درصد اسانس کل بوته مجموعاً طی دو برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود، ولی تراکم کاشت و اثر متقابل این دو عامل تأثیر معنی‌داری بر آن نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان اسانس کل بوته

درصد اسانس در کل بوته

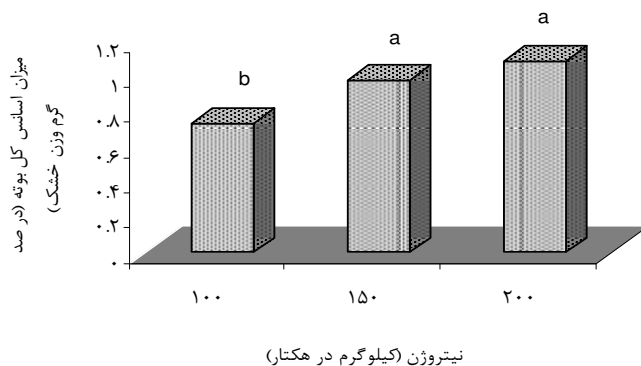
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در چین اول تأثیر هر دو عامل نیتروژن و تراکم کاشت روی درصد اسانس در کل بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). اثر متقابل این دو عامل نیز روی صفت مزبور در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. با توجه به مقایسه میانگین تیمارها، بیشترین درصد اسانس کل بوته به تیمار ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۸ بوته در متر مربع تعلق داشت و کمترین آن به تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۱۶ بوته در متر مربع مربوط بود (شکل ۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف نیتروژن و تراکم کاشت نشان می‌دهد که افزایش تراکم بوته از ۸ به ۱۶ بوته در متر مربع گرچه با کاهش میزان اسانس کل بوته در تمام سطوح مختلف تیمار نیتروژن همراه بود اما از نظر آماری تفاوت معنی-

تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. کمترین میزان اسانس کل بوته مجموعاً طی دو برداشت نیز مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (شکل ۶).

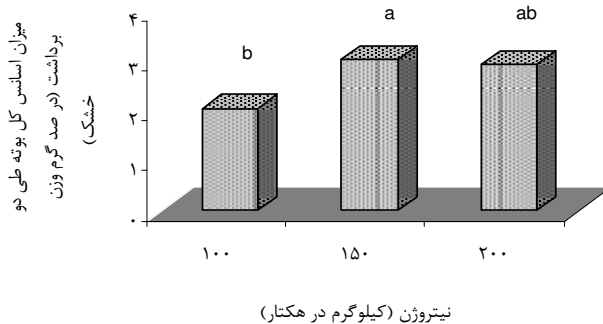
مجموعاً طی دو برداشت مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۳/۰۴ درصد بود، هر چند بین این تیمار و تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار



شکل ۴: اثرات متقابل سطوح مختلف نیتروژن و تراکم کاشت بر مقدار اسانس کل بوته نعنای فلفلی در چین اول



شکل ۵: اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر مقدار اسانس کل بوته نعنای فلفلی در چین دوم



شکل ۶: اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر مقدار اسانس کل بوته نعنای فلفلی مجموعاً طی دو برداشت

تأثیر نیتروژن و تراکم کاشت بر عملکرد ماده خشک و میزان اسانس در ...

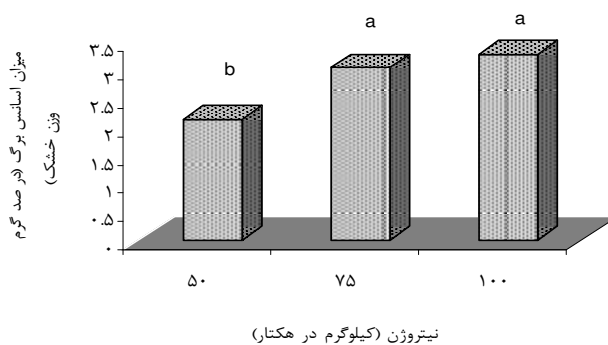
دار نبود، اما تأثیر نیتروژن بر درصد اسانس برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین درصد اسانس برگ در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۱/۵۱ درصد و کمترین درصد اسانس برگ در تیمارهای ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد (شکل ۹).

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن نیز بر درصد اسانس برگ مجموعاً طی دو برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود، ولی تراکم کاشت و اثر متقابل این دو عامل تأثیر معنی‌داری بر آن نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان اسانس برگ مجموعاً طی دو برداشت در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۴/۸۰ درصد و کمترین میزان اسانس مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (شکل ۱۰).

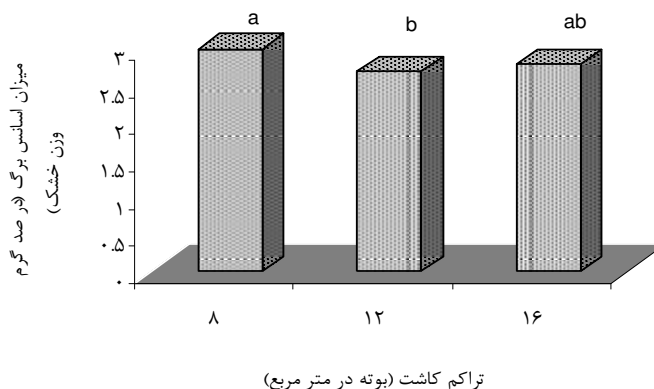
#### درصد اسانس در برگ

نتایج تجزیه واریانس در چین اول نشان داد که در چین اول اثرات متقابل نیتروژن و تراکم کاشت بر درصد اسانس برگ نفع فلفلی از نظر آماری معنی‌دار نبود ولی تأثیر هر دو عامل نیتروژن و تراکم کاشت روی درصد اسانس برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین درصد اسانس برگ از تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب با میانگین‌های ۳/۲۸ و ۳/۰۴ درصد به دست آمد و کمترین درصد اسانس برگ در تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. همچنین بالاترین درصد اسانس برگ متعلق به تیمار ۸ بوته در متر مربع با ۲/۹۹ درصد بود، هر چند بین این تیمار و تیمار ۱۶ بوته در متر مربع تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (شکل‌های ۷ و ۸).

اگر چه اثر تراکم کاشت و اثر متقابل نیتروژن و تراکم کاشت بر درصد اسانس برگ در چین دوم معنی-

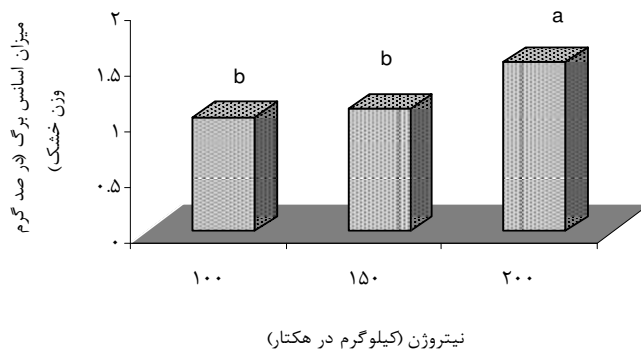


شکل ۷: اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر مقدار اسانس برگ نفع فلفلی در چین اول

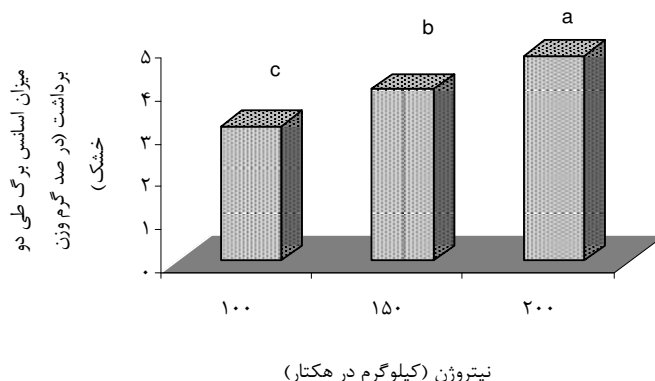


شکل ۸: اثر سطوح مختلف تراکم کاشت بر مقدار اسانس برگ نفع فلفلی در چین اول





شکل ۹: اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر مقدار اسانس برگ نعنای فلفلی در چین دوم



شکل ۱۰: اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر مقدار اسانس برگ نعنای فلفلی مجموعاً طی دو برداشت

در مورد تاثیر نیتروژن بر عملکرد ماده خشک طی دو یا چند چین تاکنون گزارشی ارائه نشده است. اما نتایج چین دوم این پژوهش با یافته‌های کاسول (۱۹۹۹) که مصرف مقادیر بالاتر از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از کود نیتروژنه را جهت افزایش اسانس و عملکرد در نعنای فلفلی مناسب دانست و نیز با نتایج نیاکان و همکاران (۱۳۷۸) که کود نیتروژنه به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار را جهت افزایش عملکرد گیاه نعنای فلفلی توصیه نمودند، مطابقت دارد.

تراکم کاشت بر عملکرد ماده خشک (در چین اول، چین دوم و مجموعاً طی دو برداشت) تاثیر معنی-داری نداشت (جدول ۲). نتایج این تحقیق با گزارش درازیک و پاولوویچ (۲۰۰۵) در مورد اثر تراکم کاشت روی عملکرد مطابقت دارد. آن‌ها نشان دادند که عملکرد تحت تاثیر تراکم کاشت قرار نمی‌گیرد، زیرا عملکرد به تعداد گره‌ها در ساقه اصلی بستگی دارد. در گیاه نعنای

## بحث

نتایج نشان داد که با افزایش نیتروژن، عملکرد ماده خشک در واحد سطح (در چین اول، چین دوم و مجموعاً طی دو برداشت) افزایش یافت (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). بر اساس بسیاری از یافته‌های تحقیقات انجام شده و نیز نتایج بدست آمده از این پژوهش، نیتروژن سبب افزایش تعداد شاخه و برگ در گیاه نعنای فلفلی می‌شود و علاوه بر تعداد برگ، سطح برگ نیز تحت تاثیر این کود قرار می‌گیرد (هورنوک، ۲۰۰۶؛ نیاکان و همکاران، ۱۳۷۷). دلایل اثر نیتروژن بر افزایش رشد برگ را به نقش مثبت این عنصر در پدیده فتوسنتز از طریق شرکت در ساختار کلروفیل و در نهایت تولید کربوهیدرات‌های لازم جهت سوخت و ساز و رشد و همین‌طور نقش آن در ساختار ماکرومولکول‌هایی نظیر پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و اسیدهای نوکلئیک نسبت داده‌اند.

نیتروژن با کاهش وزن تر محصول و کاهش اسانس همراه است و بکارگیری نیتروژن در مزرعه باعث افزایش میزان اسانس می‌گردد.

با این که نیتروژن در ساختمان اسانس وجود ندارد، اما کاربرد آن به افزایش غدد ترش‌حی اسانس در برگ نعناع فلفلی منجر می‌شود (نیاکان، ۱۳۷۷). علت افزایش غدد ترش‌حی اسانس، تولید و مصرف قندهای ساده و در نتیجه توسعه بیشتر سطح برگ و تولید ترکیبات اولیه بیشتر جهت تولید اسانس است. همچنین نیتروژن باعث تداوم رشد رویشی، توسعه برگ‌ها و در نتیجه افزایش تولید اسانس می‌شود (براون، ۲۰۰۳).

اثر متقابل نیتروژن و تراکم کاشت بر درصد اسانس کل بوته در چین اول معنی‌دار بود (جدول ۳). افزایش تراکم بوته از ۸ به ۱۶ بوته در متر مربع گرچه با کاهش میزان اسانس کل بوته در تمام سطوح مختلف تیمار نیتروژن همراه بود اما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین درصد اسانس کل بوته در این سه سطح تراکم کاشت مشاهده نشد. تراکم کاشت بر درصد اسانس موجود در برگ در چین اول اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳). در مورد تاثیر تراکم کاشت بر درصد اسانس برگ تاکنون گزارشی ارائه نشده است. چنان که قبلا اشاره شد چون نعناع فلفلی در تراکم کاشت کمتر تولید شاخه‌های جانبی بیشتری داشته و در نتیجه تولید و سطح و دوام سطح برگ در آن افزایش می‌یابد (نلسون، ۲۰۰۰؛ درازیک و پاولویچ، ۲۰۰۵) و نیز تعداد غدد در برگ‌های نعناع فلفلی متفاوت بوده و با افزایش سطح برگ افزایش می‌یابد (مافی و همکاران، ۲۰۰۴)، بیشترین درصد اسانس برگ در تراکم ۸ بوته در متر مربع تولید شده است اما اختلاف درصد اسانس برگ در تراکم‌های ۸ و ۱۶ بوته در متر مربع از نظر آماری معنی‌دار نشده و از طرفی با تراکم بیشتر معمولا ریزش برگ‌های پایینی نیز بیشتر خواهد بود لذا بیشترین درصد اسانس برگ را باید به تراکم ۸ بوته در متر مربع نسبت داد. تراکم کاشت بر درصد اسانس کل بوته و برگ در چین دوم و درصد اسانس موجود در برگ و کل بوته مجموعاً طی دو برداشت اثر معنی‌داری نداشت، احتمالاً دلیل آن پایین بودن دمای هوا می‌باشد که باعث کاهش تعداد شاخه-

فلفلی تعداد گره با تغییر تراکم کاشت تغییر می‌یابد و بیشترین تعداد گره در تراکم کاشت کمتر تشکیل می‌شود. نتایج بدست آمده با گزارش دی‌لالوز و همکاران (۲۰۰۲) که گزارش کرده‌اند در تراکم کاشت کمتر عملکرد ماده خشک افزایش می‌یابد، مطابقت ندارد. گزارش‌ها نشان داده‌اند که در تراکم کمتر با افزایش تولید گره بیشتر در تک بوته و همچنین افزایش شاخص سطح برگ و به ویژه دوام شاخص سطح برگ عملکرد خشک در تراکم بیشتر را جبران کرده و تحت تاثیر آن قرار نمی‌گیرد (نلسون، ۲۰۰۰؛ درازیک و پاولویچ، ۲۰۰۵).

درصد اسانس موجود در برگ و کل بوته نعناع فلفلی طی دو چین و مجموعاً طی دو برداشت به طور معنی‌داری تحت تاثیر نیتروژن قرار گرفت (جدول ۳)، به طوری که در چین اول درصد اسانس موجود در برگ و در چین دوم درصد اسانس در برگ و کل بوته و در مجموع دو چین درصد اسانس موجود در برگ و کل بوته با افزایش مقادیر کود مصرفی افزایش یافت. نتایج این تحقیق با نتایج سینگ و همکاران (۲۰۰۳) در گیاه نعناع فلفلی، آراباسی و بایرام (۲۰۰۵) در ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، کلارک و مناری (۱۹۹۹)، فرناندر (۲۰۰۶)، گردر و همکاران (۱۹۹۳) در گونه *Mentha spicata* L. که اظهار داشتند با مصرف نیتروژن، میزان اسانس افزایش می‌یابد مطابقت دارد.

همچنین گروه پژوهشی کوتاری و همکاران (۲۰۰۰) حداکثر تولید اسانس در گونه *Mentha arvensis* L. را در مقدار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ذکر نمودند. تعداد زیادی از محققان گزارش کردند که عملکرد اسانس بالا در نعناع فلفلی به شرط کاربرد نیتروژن زیاد تحقق می‌یابد، ولی نیتروژن زیاد روی نوع مواد تشکیل دهنده اسانس اثر ندارد (اسلاوو، ۲۰۰۲؛ کلارک و مناری، ۱۹۹۹).

ماروتی و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که کوددهی موجب افزایش میزان منتول اسانس در مقایسه با عدم کوددهی نعناع فلفلی می‌شود. برنات و پازانا (۲۰۰۳) با تحقیق روی نعناع نشان دادند که کمبود

های جانبی، سطح برگ و تعداد برگ کمتر در این چین شده است. در این زمینه تاکنون گزارشی ارائه نشده است.

موسسات تولیدی گیاه دارویی نعنای فلفلی با شرایط مشابه برنامه ریزی تراکم کاشت و مصرف مناسب کود نیتروژن از اهمیت خاصی برخوردار است. در ضمن با توجه به میزان و مدت تابش نور خورشید در شرایط آب و هوایی ایران و نقش بسزای آن در تولید محصول نعنای فلفلی با کیفیت بالا، می‌توان با گسترش سطح زیر کشت این گیاه و سایر گیاهان دارویی در جهت رفع نیاز صنایع داروسازی داخلی و حتی صادرات این گیاهان گام برداشت.

#### نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که در منطقه اکولوژیکی مورد آزمایش تراکم کاشت و مصرف کود نیتروژن بر عملکرد ماده خشک و میزان اسانس در گیاه نعنای فلفلی تاثیر معنی‌داری دارد، لذا در مزارع و

## منابع

- امیدبیگی، ر. ۱۳۸۶. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات آستان قدس رضوی. کوچکی، ع. و زند، ا. ۱۳۷۵. کشاورزی از دیدگاه اکولوژیک. انتشارات جهاد دانشگاهی. میرزا، م. و سفیدکن، ف. ۱۳۷۵. اسانس‌های طبیعی، استخراج، شناسایی کمی و کیفی و کاربرد. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع تهران.
- نیاکان، م.، خاوری نژاد، ر. و رضایی، م. ر. ۱۳۷۷. تأثیر کودهای شیمیایی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.). فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۱، ش ۱۹، ص ۱۴-۱.
- نیاکان، م.، خاوری نژاد، ر. و رضایی، م. ر. ۱۳۷۸. اثر نسبت‌های مختلف سه کود P، K و N بر وزن تر، وزن خشک، سطح برگ و میزان اسانس گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.). فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲، ش ۲۰، ص ۱۴۷-۱۳۱.
- Aflatuni, A. 2005. The yield and essential oil content of mint (*Mentha spp.*) in Ontario. Canada Journal of Essential Oil Research 5(6): 663-666.
- Arabasi, D. and Bayram, E., 2005. The effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of (*Ocimum basilicum* L.). Essential Oil Research 7(1): 203-205.
- Bernath, E. and Praszna, N. 2003. Response mint to varying levels of N application in V. P. Food hills. Indian Journal Science 57(6): 795-800.
- Blumenthal, M., 2000. Response of mint species to nitrogen fertilization. Journal of Agricultural Science 55(5): 119-130.
- Brown, B., 2003. Mint soil fertility research in the PNW. Western Nutrient Management Conf 5(3): 54-60.
- Clark, R.J. and Menary, R. 1999. The effect of irrigation and nitrogen on yield and composition of peppermint oil (*Mentha piperita* L.). Applied Plant Science 62(2): 68-71.
- De La Luz, L., Fiallo, V. and Ferrada, C. R., 2002. Effect of plant density levels and harvesting management on quality of essential oil in peppermint cultivars. Indian Perfumer 33(3): 182-196.
- Drazic, S. and Pavlovic, S., 2005. Effect of vegetation space on productive traits of peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Horticultural Science and Biotechnology 76(1): 52-54.
- Fernander, C.H. 2006. Nitrogen and water management for medicinal and aromatic plants. Acta Horticulture 132(2): 203-215.
- Fleming, B., 2001. Optimum nitrogen fertilizer rate for peppermint (*Mentha piperita* L.) in ontario. Canada Journal of Essential oil Research 9:119-124.
- Gerder, H. V., Vangelder, H. and Mucciarelli, N. 1993. Influence of nitrogen fertilizer application level on oil production and quality in *Mentha spp.* Applied Plant 92(2): 68-71.
- Hornok, L. 2006. Effect of different rate of nitrogen on (*Mentha piperita* L.). Agricultural Research 55(5): 119-130.
- Kasual, S. 1999. The effect of row spacing and nitrogen fertilizer in peppermint. Journal of Essential Oil Research 7: 279-289.
- Kothari, S., Singh, V. P. and Stephens, C. 2000. The effect of row spacing and nitrogen fertilization on Scotch spearmint. Journal of Essential oil Research 7(1): 279-289.
- Maffei, M., Chialva, F. and Sacco, T. 2004. Are leaf area index (LAI) productivity in peppermint? Flavor and Fragrance Journal 9(3): 119-124.
- Marotti, M., Piccaglia, R. and Deans, S. 2004. Effect of planting time and mineral fertilization on peppermint (*Mentha piperita* L.) essential oil composition and its biological activity. Flavor and Fragrance Journal 9(3): 125-129.
- Murray, M. 1999. The healing power of herbs. American Botanical Council, 46(4): 45-63.
- Nelson, C., 2000. Effect of method and time of nitrogen fertilizer on peppermint yield. Plant Science 7: 12-13.

- Singh, V. P. Chatterjee, B.N. and Singh, P., 2003. Response of mint species to nitrogen fertilization. *Journal of Agricultural Science* 113(2): 267-271.
- Slavov, B. 2002. The effect of fertilizer application on peppermint productivity. *Plant Science* 1(3): 61-65.

## Effect of Nitrogen and Plant Density on Dry Matter Yield and Essential Oil in Peppermint (*Mentha piperita* L.)

Izadi<sup>1</sup>, Z., Ahmadvand<sup>2</sup>, G., Esna-Ashari<sup>3</sup>, M. and Piri<sup>4</sup>, Kh.

### Abstract

In order to study the effect of different amounts of nitrogen and plant density on dry matter yield and the rate of essential oil in leaf and whole plant of peppermint (*Mentha piperita* L.), a split plot experiment based on randomized complete block design was conducted with three replications over two cuts. Nitrogen was used as main plot in three levels (100, 150 and 200 kg/ha, two times, half for each cut) and plant density was considered as sub-plot in three levels (8, 12 and 16 plants/m<sup>2</sup>), then dry matter yield and essential oil percentage in leaf and whole plant were measured over two cuts. The results showed that nitrogen treatment were significantly affected the dry matter yield as well as essential oil in leaf and whole plant in both cuts, so that, with the application of 100 kg/ha nitrogen, the highest rate of dry matter yield and leaf essential oil was obtained from the first cut. In the second cut, the highest amount of dry matter yield and essential oil was obtained from leaf and whole plant when 200kg/ha nitrogen was used. The effect of plant density and also its interaction with nitrogen on essential oil percentage in leaf and whole plant was significant in the first cut only, so that, the highest rate of essential oil in whole plant was obtained when 75 kg/ha nitrogen was applied on 8 plants/m<sup>2</sup>. The results of this study were also analyzed for both cuts in total and showed that the effect of nitrogen on dry matter yield and the rate of essential oil in leaf and whole plant was also significant.

**Keywords:** Peppermint, Nitrogen, Plant density, Dry matter, Essential oil

---

1 . Postgraduate Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

2. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3. Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

4. Assistant Professor, Department of Plant Biotechnology, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

-----