

## بررسی اثرات کود نیتروژن و زمان برداشت بر روی صفات زراعی، اسانس و منتول (*Mentha piperita* L.) نعناع فلفلی

حسین زینلی<sup>۱\*</sup>، حسین حسینی<sup>۲</sup> و محمدحسن شیرزادی<sup>۳</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، پست الکترونیک: hoszeinali@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت و محقق شرکت باریج اسانس کاشان

۳- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۱

تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۸۹

### چکیده

نعناع یکی از مهمترین گیاهان خانواده Labiatae است که از نظر دارویی، غذایی و بهداشتی کاربرد گسترده‌ای دارد. اسانس و ترکیب‌های تشکیل‌دهنده آن از اجزای مهم این گیاه بوده و به شدت تحت تأثیر عوامل به‌زراعی قرار می‌گیرد. در این تحقیق اثرات سطوح مختلف کود نیتروژن و زمان برداشت روی عملکرد و اجزای آن، اسانس و منتول نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح اسپلیت پلات با سه تکرار به اجرا درآمد. صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق شامل طول برگ، عرض برگ، ارتفاع گیاه، وزن تر اندام هوایی در هر مترمربع در چین اول و دوم، وزن تر ۱۰۰ برگ، میزان اسانس چین اول و دوم، میزان منتول در چین اول و دوم، عملکرد کل اندام هوایی در هکتار و عملکرد اسانس در هکتار بود. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که سطوح مختلف کود نیتروژن و زمان برداشت روی کلیه صفات بجز طول برگ اثر معنی‌داری داشت. اثرات متقابل ازت و زمان برداشت روی کلیه صفات بجز صفات طول و عرض برگ، تفاوت معنی‌داری را نشان داد. مقایسه میانگین صفات نشان داد که ارتفاع گیاه، وزن تر اندام هوایی در مترمربع، وزن تر ۱۰۰ برگ، اسانس چین اول، منتول چین اول و دوم، عملکرد اندام هوایی در هکتار و عملکرد اسانس با افزایش مصرف ازت افزایش یافتند. مقایسه میانگین زمان‌های مختلف برداشت روی صفات نشان داد که بیشترین عملکرد کل اندام هوایی و عملکرد اسانس در زمان شروع غنچه‌دهی بدست آمده‌است. اثرات متقابل سطوح مختلف کود نیتروژن و زمان برداشت همچنین نشان داد که بیشترین عملکرد اندام هوایی در هکتار در زمان مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و در زمان شروع غنچه‌دهی و بالاترین میزان منتول در سطح مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و در زمان ۵۰ درصد گلدهی بدست آمده‌است. درصد اسانس در چین دوم نسبت به چین اول معنی‌دار و روند کاهشی داشته‌است. به‌طور کلی نتایج نشان داد که بهترین تاریخ برداشت جهت حصول به حداکثر عملکرد تر اندام هوایی و اسانس در گیاه نعناع فلفلی، زمان شروع غنچه‌دهی و میزان مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن بوده‌است.

واژه‌های کلیدی: کود نیتروژن، نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.)، زمان برداشت، منتول، اسانس.

### مقدمه

می‌شود، ولی اگر جویده شود مزه تند و خنک در دهان ایجاد می‌شود. گل‌های آن در ماه‌های تیر و مرداد ظاهر می‌گردد. رنگ ارغوانی مایل به بنفش دارد و به تعداد زیاد در مجاور یکدیگر به نحوی قرار می‌گیرند که در مجموع در قسمت انتهایی ساقه‌ها به‌صورت سنبله‌هایی با شکل ظاهری

نعناع فلفلی (*M. piperita*)، گیاهی علفی، پایا و دارای ساقه‌های خزننده بوده و ارتفاع آن حدود ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد (دوازده امامی و مجنون الحسینی، ۱۳۸۷). از کلیه قسمت‌های هوایی این گیاه بوی معطر و مطبوعی استشمام

زمان برداشت گیاه در مراحل مختلف نمو تأثیر قابل توجهی بر روی صفات زراعی و ترکیبها و محتوای اسانس گیاه نعنای دارد. Maletic و Jevaovic (۱۹۹۸) تغییرات قابل ملاحظه‌ای در برگ‌های خشک، منتوفوران، منتیل‌استات و لیمونن در برداشت اول (زمان گل‌دهی) و برگ‌های خشک، اسانس و منتون در برداشت دوم (زمان رویشی) مشاهده کردند. Marotti و همکاران (۱۹۹۳) نشان دادند که محتوی اسانس گیاهان که در مرحله قبل از گل‌دهی برداشت شدند، پایین بود، ولی گیاهانی که در مرحله گل‌دهی و بعد از گل‌دهی برداشت شدند، به‌طور معنی‌داری دارای محتوی اسانس بالاتری بودند. بالاترین محتوی اسانس در اولین برداشت و در مجموع دو برداشت زمانی بود که بوته‌ها در مرحله گل‌دهی کامل بودند. محتوای منتون با افزایش سن گیاه کاهش یافت، زیرا منتون در برگ‌های جوان ساخته می‌شود و در طی زمان تا مرحله بلوغ گیاه کاهش یافته و به منتول و منتیل‌استات تبدیل می‌شود. افزایش قابل ملاحظه‌ای در مقدار منتوفوران از قبل از گل‌دهی تا گل‌دهی کامل بدست آمد که علت آن را می‌توان به غنی بودن گل‌ها از لحاظ این ترکیب نسبت داد. Court و همکاران (۱۹۹۳) آثار تاریخ برداشت را روی عملکرد گیاه و کیفیت اسانس پیرمینت مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که عملکرد گیاه، عملکرد اسانس و ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس از قبیل منتول، نئومنتول و منتیل‌استات در اسانس با نمو گیاه افزایش یافته‌است. البته مقدار منتون و ایزومنتون در گیاهان نابالغ یا در حال رشد بالاترین بود.

Aflatuni (۲۰۰۵) گزارش نمود که مقدار و ترکیب اسانس به مقدار زیاد به مرحله نمو گیاه و زمان برداشت گیاه نعنای فلفلی بستگی دارد. همچنین بیان کرد که برداشت زود هنگام و دیر هنگام منجر به کاهش عملکرد برگ‌ها و عملکرد اسانس خواهد شد. فقیرترین کیفیت اسانس زمانی بدست می‌آید که گیاه در مرحله پیش از گل‌دهی و از بخش‌های جوان گیاه بدست آید. Zheijako و Vasile (۲۰۰۹) با بررسی اثر نیتروژن، مرحله رشد و چین بر روی گیاه نعنای فلفلی گزارش کردند که عملکرد بیوماس و اسانس در چین اول بالاتر از چین دوم بوده‌است. به‌طور کلی کود نیتروژن باعث افزایش بیوماس و عملکرد اسانس شده‌است. Rohloff و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که

بیضوی نوک تیز جلوه می‌کنند (Davis, 1982). این گونه در واقع یک هیبرید طبیعی از دو گونه *M. aquatica* و *M. spicata var. viridis* می‌باشد (طباطبایی، ۱۳۶۵).

اسانس گیاه نعنای فلفلی شامل ۴/۵٪ تا ۱۰٪ از استرها شامل منتیل‌استات (Menthy acetate) بیش از ۴۴٪ از الکل‌های آزاد نظیر منتول (Menthol) و ۳۲-۱۵٪ از کتون‌ها شامل منتون (Menthone) می‌باشد. به‌طور کلی سزکویی‌ترین‌ها کمتر از ۲٪ و منوترین‌ها بیش از ۹۸٪ از مواد مؤثره اسانس گیاه نعنای فلفلی را تشکیل می‌دهند.

بررسی‌های انجام شده در زمینه تأثیر کودها، حکایت از نقش تعیین‌کننده این مواد در مراحل مختلف فعالیت‌های متابولیکی در گیاهان دارویی دارد (نیاکان، ۱۳۷۹). Court و همکاران (۱۹۹۳) اثر مقادیر مختلف ازت را روی میزان و نوع ترکیب‌های اسانس در نعنای فلفلی بررسی کرده و نشان دادند که افزایش اسانس با کاربرد بیشتر کود ازت همسویی داشته‌است. آنها همچنین گزارش نمودند که ترکیب‌هایی همانند آلفا-تریپنول، منتون، لیمونن، آلفا-پینن، بتا-پینن و ساینن تحت تأثیر کود ازت قرار نگرفته، در حالی که مقدار منتول و ایزومنتول با افزایش کود ازت افزایش یافته‌است. همچنین ترکیب‌هایی همانند پولگون، لینالول و نئومنتول با افزایش کود ازت روند نزولی را در پی داشته‌است.

Ghosh و Chatterjee (۱۹۹۳) تأثیر سه نوع کود شیمیایی نیتروژن، فسفات و پتاس، ۲ دوره نوری ۸ و ۱۶ ساعته و ۲ غلظت از هورمون GA3 را بر روی محتوای اسانس در نعنای فلفلی مورد مطالعه قرار داده و گزارش کردند که با ازدیاد مقادیر NPK مقدار اسانس افزایش یافت. Singh و همکاران (۱۹۸۹) گزارش کردند که عملکرد سرشاخه‌ها و اسانس در گونه‌های *M. arvensis* و *M. piperita* به‌طور معنی‌داری وقتی ازت بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد، افزایش یافت. Munsli (۱۹۹۲) گزارش نمود که افزایش سطح نیتروژن و فسفر باعث افزایش خطی عملکرد اسانس شده‌است که ممکن است ناشی از نقش برجسته این دو عنصر اساسی در فرایندهای متابولیکی باشد. Marotti و همکاران (۱۹۹۳) سطوح مختلف نیتروژن و فسفر را در گیاه نعنای فلفلی مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که کودهای شیمیایی اثرات مثبت و معنی‌داری روی محتوی منتول داشته‌اند.

شامل سه سطح کود نیتروژن شامل ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و فاکتور فرعی شامل سه سطح زمان برداشت شامل شروع غنچه‌دهی (زمانی که ۳ تا ۵ بوته غنچه‌دهی را شروع کردند)، ۱۰٪ گل‌دهی (۱۰٪ بوته‌های هر کرت گل دادند) و ۵۰٪ گل‌دهی (۵۰٪ بوته‌های هر کرت گل دادند) بود. زمین در زمان کشت در وضعیت آیش بود و با گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد. کود دامی پوسیده قبل از کاشت به مقدار ۴۰ تن در هکتار به زمین داده شد. مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسه از منبع سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات از منبع فسفات آمونیوم به زمین داده و با خاک مخلوط و بعد زمین تسطیح شد. براساس نقشه طرح کرت‌بندی انجام شد. ابعاد کرت‌ها ۳ × ۴ و فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک متر و فاصله بین بلوک‌ها نیز یک متر لحاظ شد. ریزوم‌ها از شرکت باریج اسانس تهیه گردیده و به قطعات ۱۰ سانتی‌متری تفکیک شده و در عمق ۱۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک و با فاصله ۴۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف‌ها در ۱۵ فروردین کشت شدند. بلافاصله بعد از کشت آبیاری انجام شد. آبیاری به طور مرتب هر ۷ روز یک‌بار انجام گردید. کود نیتروژن در دو نوبت به زمین داده شد. یک سوم کود نیتروژن (اوره) قبل از کاشت و ۲/۳ کود در زمان رشد سریع به گیاه داده شد. یک نوبت وجین علف‌های هرز و یک نوبت سمپاشی (سم دیازینون) علیه کرم برگ‌خوار در طول دوره داشت انجام شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از شرکت باریج اسانس به صورت جدول ۱ بود.

عملکرد اسانس از مرحله شروع گل‌دهی تا بعد از گل‌دهی در گیاه نعنای فلفلی روند افزایشی داشته و ترکیب‌های معطر از قبیل منتول و منتون در مرحله گل‌دهی کامل به حد بهینه رسیده‌است. از آنجایی که میزان مصرف کود نیتروژن و زمان برداشت به عنوان دو عامل مهم نقش کلیدی در افزایش عملکرد اندام هوایی و اسانس و منتول داشته‌اند، این مطالعه به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف کود نیتروژن و زمان برداشت روی اجزای عملکرد و عملکرد اندام هوایی، اسانس و منتول در شرایط کاشان انجام شد.

### مواد و روشها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی شرکت داروسازی باریج اسانس کاشان در ۲۵ کیلومتری مرکز شهرستان و در بخش مشهد اردهال با عرض جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱ دقیقه شرقی در طی سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ اجرا گردید. ارتفاع متوسط از سطح دریا، ۱۸۰۰ متر و دارای آب و هوای معتدل کوهستانی است. میانگین بارندگی در ده سال گذشته، ۱۵۰ میلی‌متر و میانگین حداکثر درجه حرارت در ۱۰ سال گذشته، ۲۹ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل درجه حرارت در ۱۰ سال گذشته، ۱۲- درجه سانتی‌گراد و متوسط درجه حرارت ۱۴ درجه سانتی‌گراد است.

این آزمایش به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف کود نیتروژن و زمان برداشت بر روی صفات زراعی، اسانس و منتول بر روی گیاه نعنای فلفلی در قالب یک طرح اسپلیت پلات با سه تکرار و دو فاکتور در مزرعه تحقیقاتی باریج اسانس به اجرا درآمد. فاکتور اصلی

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در شرکت باریج اسانس

عمق	رس	شن	سیلت	فسفر قابل جذب (PPM)	پتاس قابل جذب (PPM)	ازت (%)	مواد آلی (%)	هدایت الکتریکی
۰-۱۵	۷	۷۲	۲۱	۱۳/۷۶	۳۶۰	۰/۰۱	۰	۲/۷۹
۱۵-۳۰	۵	۹۲	۳	۴/۶۴	۸۸	۰/۰۱	۰	۱/۰۸

منتول در چین اول و دوم، عملکرد تر اندام هوایی در هکتار طی فصل رشد (تن) و عملکرد اسانس (برابر است با حاصل ضرب عملکرد اندام هوایی در هکتار در درصد

صفات طول برگ (سانتی‌متر)، عرض برگ (سانتی‌متر)، ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)، وزن تر در مترمربع در چین اول و دوم (کیلوگرم)، درصد اسانس در چین اول و دوم، درصد

اسانس و برحسب کیلوگرم در هکتار) با حذف اثرات حاشیه‌ای اندازه‌گیری شدند.

#### روش اندازه‌گیری اسانس

مقدار اسانس از ۱۰۰ گرم از اندام‌های هوایی تر هر تیمار با استفاده از دستگاه تقطیر کلونجر مدل فارماکوپه بریتانیا به مدت سه ساعت تعیین گردید و پس از آگیری حجم اسانس یادداشت گردید (Karousou *et al.*, 1998).

#### روش تعیین درصد منتول

اسانس‌های حاصل در ظروف شیشه‌ای به دور از نور و در یخچال با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و در زمان مناسب به دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) تزریق گردید. دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Yangly 3600 و ستون قطبی TRB-WAX با طول ۶۰ متر و قطر داخلی ۰/۳۲ میلی‌متر و ضخامت ماده جاذب ۰/۵ میکرومتر بود. دتکتور از نوع یونیزاسیون شعله‌ای که دمای آن روی ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شده بود. دمای محفظه تزریق ۲۴۰°C و سرعت جریان گاز حامل یک میلی‌لیتر بر دقیقه بود. گاز حامل در این روش گاز هلیوم با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹۹٪ بود. برنامه دمایی استفاده شده به این ترتیب بود که دمای ستون ابتدا روی ۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و بعد با سرعت ۸ درجه بر دقیقه به دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید و ۲۰ دقیقه در ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد ثابت نگاه داشته شد. میزان نمونه تزریق شده یک میکرولیتر از محلول ۰/۱٪ اسانس در هگزان بود. درصد منتول هر تیمار با استفاده از روش زیر تعیین گردید. ابتدا استاندارد منتول به دستگاه تزریق شده تا با تعیین زمان تأخیر (RT) جای پیک منتول روی طیف کروماتوگرام بدست آید. برای اطمینان یافتن از اینکه جای پیک منتول درست انتخاب شده است مقدار کمی از استاندارد منتول به اسانس نغنا اضافه شده و مجدداً از این اسانس طیفی تهیه می‌شد. افزایش سطح زیر منحنی پیک مربوط به منتول نسبت به طیف اسانس تنها دلیل بر درست بودن جای شناسایی شده‌است. در نهایت به روش نرمال کردن، میزان منتول در اسانس تعیین گردید.

داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شده و صفاتی که معنی‌دار شدند با استفاده از

نرم‌افزار MSTAT-C به روش آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

#### نتایج

نتایج آنالیز واریانس صفات مورد مطالعه (جدول ۱) نشان داد که اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و زمان برداشت روی کلیه صفات مورد مطالعه بجز طول برگ تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. به طوری که اثرات متقابل سطوح مختلف کود نیتروژن و زمان برداشت روی صفات مورد مطالعه نشان داد که اسانس چین اول، عملکرد تر اندام هوایی در هکتار، عملکرد اسانس، ارتفاع گیاه، وزن تر در مترمربع در سطح احتمال ۵٪ و بقیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری داشتند.

مقایسه میانگین ارتفاع گیاه در سطوح مختلف کود نیتروژن (جدول ۳) نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه در سطح کود نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است. البته بین سطح ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف کود نیتروژن از لحاظ ارتفاع گیاه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مقایسه میانگین ارتفاع گیاه در زمان‌های مختلف برداشت در جدول ۴ نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه در زمان ۵۰٪ گل‌دهی بدست آمده‌است. مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژن و زمان‌های مختلف کود نیتروژن در جدول ۴ نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در سطح کود نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و زمان برداشت ۵۰٪ گل‌دهی بدست آمده‌است.

مقایسه میانگین وزن تر اندام هوایی در مترمربع (جدول ۳) نشان داد که دامنه تغییرات این صفت تحت سطوح مختلف کود نیتروژن از ۲/۶۸ کیلوگرم در مترمربع در سطح مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تا ۳/۲۶ کیلوگرم در مترمربع در سطح مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار متفاوت است. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مصرف ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن اثر معنی‌داری روی صفت وزن تر اندام هوایی در مترمربع نداشته است. مقایسه میانگین وزن تر اندام هوایی در مترمربع (جدول ۴) نشان داد که بیشترین و کمترین وزن تر اندام هوایی در مترمربع به ترتیب در زمان ۱۰٪ گل‌دهی و ۵۰٪ گل‌دهی حاصل شده‌است. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها در

مقایسه میانگین سطوح مختلف کود نیتروژن روی میزان منتول در چین دوم (جدول ۳) نشان داد که میزان منتول از ۴۷/۸٪ تا ۵۱/۶٪ متغیر بوده است. مقایسه میانگین سطوح مختلف زمان برداشت روی میزان منتول (جدول ۳) نشان داد که بیشترین میزان منتول در زمان شروع غنچه دهی به مقدار ۵۰/۴٪ بدست آمده است. همچنین نتایج نشان داد که با تأخیر در برداشت در چین دوم از میزان منتول کاسته شده است و در زمان ۵۰٪ گلدهی مقدار منتول به کمترین مقدار خود رسیده است (جدول ۴). اثرات متقابل کود نیتروژن و زمان برداشت روی درصد منتول در جدول ۵ نشان داد که بیشترین درصد منتول در اثر مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و در زمان شروع غنچه دهی به مقدار ۵۲/۵٪ حاصل شده است. همچنین نتایج نشان داد که بین زمان برداشت اوایل گلدهی و شروع غنچه دهی در سطح مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن از لحاظ آماری تفاوت معنی داری از لحاظ میزان منتول بدست نیامد و با تأخیر در برداشت از میزان منتول کاسته شد.

مقایسه میانگین صفت عملکرد تر اندام هوایی در هکتار طی فصل رشد (جدول ۳) نشان داد که عملکرد تر در هکتار در سطح مصرف ۳۰۰-۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن از لحاظ آماری تفاوت معنی داری ندارد. کمترین میزان عملکرد تر اندام هوایی در هکتار در سطح مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شده است. دامنه تغییرات عملکرد تر اندام هوایی در هکتار در زمانهای مختلف برداشت از ۴۷/۳۹ تن تا ۵۱/۳۸ در هکتار متغیر بوده و بیشترین مقدار عملکرد در هکتار در زمان برداشت شروع غنچه دهی بدست آمده است (جدول ۴).

اثر متقابل کود نیتروژن و زمان برداشت روی عملکرد تر اندام هوایی در هکتار در جدول ۵ نشان داد که بیشترین عملکرد تر در هکتار با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن و در زمان شروع غنچه دهی و کمترین مقدار با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن و در زمان ۱۰٪ گلدهی حاصل شده است.

مقایسه میانگین اثرات متقابل عملکرد اسانس (جدول ۵) نشان داد که بیشترین میزان عملکرد اسانس در سطح مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و در زمان شروع غنچه دهی بدست آمده است.

جدول ۵ نشان داد که بیشترین وزن تر اندام هوایی در مترمربع در سطح ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و در زمان ۱۰٪ گلدهی بدست آمده است.

دامنه تغییرات اسانس در چین اول از ۰/۵۲٪ تا ۰/۶۵٪ متغیر بود. بیشترین درصد اسانس با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و کمترین مقدار اسانس با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بدست آمد (جدول ۳). مقایسه میانگین صفت درصد اسانس در چین اول در زمانهای مختلف برداشت در جدول ۴ نشان داد که بیشترین مقدار اسانس در چین اول در مرحله شروع غنچه دهی و کمترین مقدار اسانس در چین اول در مرحله ۵۰٪ گلدهی بدست آمده است. دامنه تغییرات مقدار اسانس در زمانهای مختلف برداشت از ۰/۴۹٪ تا ۰/۶۳٪ متفاوت بوده است. اثرات متقابل کود نیتروژن و زمان برداشت بر روی صفت مقدار اسانس (جدول ۵) نشان داد که بیشترین مقدار اسانس در چین اول در زمان مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و در زمان شروع غنچه دهی بدست آمده است؛ و کمترین میزان اسانس در زمان ۵۰٪ گلدهی و مقدار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بدست آمده است.

مقایسه میانگین صفت منتول در چین اول در جدول ۴ نشان داد که بیشترین میزان منتول در اثر مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به مقدار ۴۴/۴٪ و کمترین مقدار منتول در اثر مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۴۰/۶٪ بدست آمده است. مقایسه میانگین درصد منتول در زمان برداشت مختلف در جدول ۳ نشان داد که درصد منتول در چین اول از ۳۸/۶٪ در زمان شروع غنچه دهی تا ۴۷٪ در زمان ۵۰٪ گلدهی متغیر بوده است. اثرات متقابل کود نیتروژن و زمان برداشت روی صفت منتول در جدول ۵ نشان داد که بیشترین درصد منتول در زمان ۵۰٪ گلدهی و مقدار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن حاصل شده است. نتایج اثرات متقابل نشان داد که در سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن روند تغییرات منتول با مسن تر شدن گیاه افزایش یافته است. بنابراین کمترین مقدار منتول در زمان شروع غنچه دهی حاصل شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه تحت تیمارهای مختلف کود نیتروژن و زمان‌های مختلف برداشت در گیاه نعناع فلفلی

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول برگ	عرض برگ	ارتفاع گیاه	وزن تر در مترمربع در چین اول	وزن تر در مترمربع در چین دوم	وزن تر ۱۰۰ برگ	اسانس چین اول	اسانس چین دوم	منتول چین اول	منتول چین دوم	عملکرد در هکتار (تن)	عملکرد اسانس (هکتار)
تکرار	۲	۰/۰۴	۰/۰۰۲	۱/۷۲	۰/۱۱	۰/۰۹	۲/۵۶	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۴/۵۷	۰/۰۱	۶/۹۸	۳۳۷/۳۹
ازت	۲	۰/۰۶	۰/۰۹۵**	۱۲۲/۱۴*	۱/۱۳**	۰/۹۲**	۹/۲۸**	۰/۰۵*	۰/۰۰۷*	۵۷/۷۴**	۵۴/۳۴**	۳۹۸/۳۴**	۲۴۱۶۲/۵۴**
خطای ازت	۴	۰/۱۹	۰/۰۰۴	۱۱/۳۹	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۶۴	۰/۰۳	۰/۰۰۲	۴/۶۹	۲/۰۹	۰/۶۴	۲۰۹۲/۲۳
زمان برداشت	۲	۰/۰۲	۰/۴۱۰**	۳۷۷/۱۲**	۲/۰۱**	۴/۶۸**	۱۹/۴۸*	۰/۰۶**	۰/۰۶۴**	۱۷۵/۳۶**	۵۵/۶۵**	۵۹/۷۶**	۱۵۱۳۶/۹۹**
زمان برداشت × ازت	۴	۰/۰۵۱	۰/۰۰۸	۶/۸۲*	۰/۱۲*	۰/۰۵*	۰/۳۸**	۰/۰۱	۰/۰۰۳*	۴۳/۹۳**	۱۱/۳۲**	۵/۴۳*	۵۲۳/۷۹*
خطای زمان برداشت	۲۱	۰/۰۶	۰/۰۰۹	۹/۷۵	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۹۴	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۱/۷۷	۰/۳۸	۳/۴۴	۵۳۷/۶۱

ns, \*\*, \* غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف کود نیتروژن در گیاه نعناع فلفلی

کود نیتروژن	طول برگ (سانتی‌متر)	عرض برگ (سانتی‌متر)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	وزن تر در مترمربع در چین اول	وزن تر در مترمربع چین دوم	وزن تر ۱۰۰ برگ (گرم)	اسانس چین اول	اسانس چین دوم (%)	منتول چین اول (%)	منتول چین دوم (%)	عملکرد اندام هوایی در هکتار (تن)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
۱۰۰	۴/۱۵ a	۲/۲۴ a	۶۲/۸۱ b	۲/۶۸ b	۱/۵۷ b	۱۶/۶۳ b	۰/۵۲ b	۰/۲۵ b	۴۰/۶۴ b	۴۷/۹۷ b	۴۲/۵۴ b	۱۶۴/۳۸ b
۲۰۰	۴/۲۹ a	۲/۱۸ a	۶۸/۶۲ a	۳/۱۴ a	۲/۰۸ a	۱۷/۸۲ a	۰/۶ a	۰/۳۰ a	۴۰/۵۱ b	۴۷/۸۴ b	۵۲/۲۷ a	۲۳۶/۵۸ a
۳۰۰	۴/۲۳ a	۲/۰۷ b	۶۸/۰۰ a	۳/۲۶ a	۲/۰۱ a	۱۸/۳۴ a	۰/۶۵ a	۰/۲۸ ab	۴۴/۳۷ a	۵۱/۵۹ a	۵۲/۷۵ a	۲۴۶/۶۵ a

حروف یکسان در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف زمان برداشت در گیاه نعنای فلفلی

زمان برداشت	طول برگ (سانتی متر)	عرض برگ (سانتی متر)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	وزن تر در مترمربع در چین اول	وزن تر در مترمربع چین دوم	وزن تر ۱۰۰ برگ (گرم)	اسانس چین اول (%)	اسانس چین دوم (%)	منتول چین دوم (%)	عملکرد اندام هوایی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
شروع غنچه‌دهی	۴/۲۹ a	۲/۱۹ b	۶۹/۰۷ b	۲/۷۷ b	۲/۳۶ a	۱۹/۳۹ a	۰/۶۳ a	۰/۳۶ a	۳۸/۶۱ c	۵۱/۳۸ a	۲۵۷/۵۶ a
۱۰٪ گلدهی	۴/۲۰ a	۲/۲۸ a	۶۲/۰۸ c	۳/۳۶ a	۱/۳۷ b	۱۶/۹۳ b	۰/۶۲ a	۰/۲۸ b	۴۰/۸۴ b	۵۰/۵۸ a	۲۱۵/۱۷ b
۵۰٪ گلدهی	۴/۲۲ a	۱/۹۲ c	۷۲/۶۸ a	۲/۶۲ b	۲/۴۳ a	۱۷/۱۵ b	۰/۴۹ b	۰/۱۹ c	۴۷/۰۲ a	۴۷/۳۹ b	۱۷۵/۵۷ c

حروف یکسان در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف کود نیتروژن و زمان برداشت در گیاه نعنای فلفلی

کود نیتروژن	زمان برداشت	طول برگ	عرض برگ	ارتفاع گیاه	وزن تر در مترمربع در چین اول	وزن تر ۱۰۰ برگ	وزن تر در مترمربع چین دوم (کیلوگرم)	اسانس چین اول (%)	اسانس چین دوم (%)	منتول چین دوم (%)	عملکرد اندام هوایی (در هکتار تن)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
۱۰۰	شروع غنچه‌دهی	۴/۳۸ a	۲/۰۹ a	۶۳/۶۷ bc	۲/۱۹ d	۱۸/۵۷ be	۲/۱۸ be	۰/۶۰ a	۰/۳۰ c	۴۸/۵ d	۴۳/۸۲ c	۱۹۷/۷۸ bcd
۱۰۰	۱۰٪ گلدهی	۴/۰۸ a	۲/۱۵ a	۵۸/۴۷ c	۳/۱۳ abc	۱۵/۷۹ e	۱/۰۰ e	۰/۵۶ a	۰/۲۷ cd	۵۰/۲ c	۴۱/۳۳ c	۱۷۲/۳۳ d
۱۰۰	۵۰٪ گلدهی	۴/۰۵ a	۱/۸۹ a	۷۰/۶۷ a	۲/۲۶ d	۱۶/۳۷ de	۲/۱۰ c	۰/۳۵ b	۰/۱۸ e	۴۳/۱ f	۴۳/۶۸ c	۱۱۵/۰۸ e
۲۰۰	شروع غنچه‌دهی	۴/۲۴ a	۲/۲۶ a	۷۱/۸۰ a	۳/۱۲ abc	۱۹/۲۳ ab	۲/۵۰ ab	۰/۶۳ a	۰/۳۸ ab	۵۰/۱ c	۵۶/۱۸ a	۲۸۶/۰۸ a
۲۰۰	۱۰٪ گلدهی	۴/۲۸ a	۲/۳۹ a	۶۴/۴۷ b	۳/۳۵ ab	۱۷/۲۷ cde	۱/۶۵ d	۰/۶۳ a	۰/۳۱ be	۴۸/۴ d	۵۰/۰۰ b	۲۳۴/۵۵ b
۲۰۰	۵۰٪ گلدهی	۴/۳۷ a	۱/۹۶ a	۷۳/۷۷ a	۲/۷۵ c	۱۷/۵۴ bcde	۲/۵۳ ab	۰/۵۲ a	۰/۲۰ de	۴۴/۵ e	۵۲/۹۲ ab	۱۹۱/۱۳ cd
۳۰۰	شروع غنچه‌دهی	۴/۲۴ a	۲/۲۱ a	۷۱/۷۳ a	۳/۰۲ bc	۲۰/۳۹ a	۲/۴۰ abc	۰/۶۷ a	۰/۴۰ a	۵۲/۵ a	۵۴/۱۷ a	۲۸۸/۸۳ a
۳۰۰	۱۰٪ گلدهی	۴/۲۴ a	۲/۳۲ a	۶۳/۳۳ bc	۳/۶۰ a	۱۷/۷۳ bcd	۱/۴۸ d	۰/۶۷ a	۰/۲۷ cd	۵۱/۶ ab	۵۰/۸۳ b	۲۳۸/۶۲ b
۳۰۰	۵۰٪ گلدهی	۴/۲۲ a	۱/۹۰ a	۷۳/۶۳ a	۲/۸۵ c	۱۷/۵۳ bcde	۲/۶۷ a	۰/۶۰ a	۰/۲۰ de	۵۰/۷ bc	۵۵/۱۷ a	۲۲۰/۵۰ be

حروف یکسان در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد.

## بحث

کاربرد صحیح و مناسب عناصر و مواد غذایی در طول مراحل کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی، نه تنها نقش عمده‌ای در افزایش عملکرد دارد، بلکه در کمیت و کیفیت مواد مؤثره آنها نیز مؤثر است. نتایج این تحقیق بیان کرد که سطوح مختلف کود نیتروژن نقش ارزنده‌ای روی صفات عرض برگ، ارتفاع گیاه، وزن تر در مترمربع در چین اول، وزن تر ۱۰۰ برگ، اسانس و منتول در چین اول، اسانس و منتول در چین دوم، عملکرد در هر هکتار در طی فصل رشد و عملکرد اسانس داشته‌است (جدول ۲). گزارشهای متعددی در روی گیاهان مختلف و از جمله نعناع نشان داده‌است که ازت به‌طور چشمگیری در رشد رویشی گیاه مؤثر بوده و باعث افزایش اندام سبزینه‌ای گیاه و افزایش رنگ سبز برگ‌ها شده‌است (Jahangir et al., Jeliazkova et al., 1999). در این تحقیق که در مزرعه باریج اسانس انجام شده‌است مقدار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن برای رسیدن به بالاترین عملکرد تولید اندام هوایی و اسانس و عملکرد اسانس مناسب بوده و مصرف بالاتر مقدار کود نیتروژن نتوانسته‌است عملکرد اندام هوایی و اسانس را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد. نتایج این تحقیق همچنین بیان کرده که مصرف بالاتر ازت نقش معنی‌داری در میزان منتول داشته‌است. منتول با افزایش کود نیتروژن تا سطح ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار هم در چین اول و هم در چین دوم افزایش یافته‌است. Marotti و همکاران (۱۹۹۳) با بررسی اثرات کود نیتروژن و فسفره در گیاه نعناع فلفلی گزارش نمودند که کودهای شیمیایی باعث افزایش مقدار منتول نسبت به شاهد شده ولی اثر کاهشی روی میزان منتول و بتا-کاربوفیلین داشته‌است. Jeliazkova و همکاران (۱۹۹۹) با بررسی کودهای نیتروژن، فسفره و پتاسه بر روی گیاه نعناع فلفلی گزارش نمودند که کوددهی بر میزان منتول افزوده و بر دیگر ترکیب‌ها تأثیری نداشته‌است.

زمان برداشت در گیاهان دارویی یکی از مهمترین عوامل مدیریتی است که نقش بسیار ارزنده‌ای در افزایش کمیت و کیفیت تولید و مواد مؤثره گیاهان دارویی دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که بجز صفت طول برگ، کلیه صفات مطالعه شده تحت تأثیر زمان برداشت قرار گرفته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داده که ارتفاع بوته در زمان ۵۰٪ گل‌دهی بالاترین بوده و این نکته بیان می‌کند که این گیاه تا زمان

۵۰٪ گل‌دهی به رشد خود افزوده و همچنین نشان داده که در زمان ظهور غنچه رشد آن متوقف نمی‌شود. نتایج همچنین نشان داده که با افزایش ارتفاع در زمان ۵۰٪ گل‌دهی، روند تغییرات عملکرد تر اندام هوایی در مترمربع روند کاهشی بوده‌است، این نکته مؤید این مطلب بوده که با تأخیر در برداشت اگرچه ارتفاع بوته افزایش یافته‌است ولی با افزایش ارتفاع بوته سایه‌اندازی روی بوته‌ها بیشتر شده و برگ‌ها شروع به ریزش می‌نمایند. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شد که در زمان ۵۰٪ گل‌دهی، وزن تر ۱۰۰ برگ کاهش یافته و این مطلب مؤید این نکته می‌تواند باشد که گیاه در زمان گل‌دهی بیشتر انرژی خود را که در برگ‌ها ساخته شده‌است را به ساقه و گل‌ها منتقل و در نتیجه برگ‌ها سست شده و به راحتی از ساقه جدا می‌شوند. از آنجایی‌که عمده اسانس در برگ‌ها ذخیره شده‌است، بنابراین عملکرد برگ با تأخیر در برداشت کاهش یافته و عملکرد اسانس در زمان ۵۰٪ گل‌دهی کاهش یافته‌است. نتایج همچنین نشان داده که با تأخیر در برداشت و بلوغ بیشتر برگ‌ها، بیوسنتز مواد کامل شده و بر میزان منتول افزوده شده‌است. بالاترین میزان منتول در زمان ۵۰٪ گل‌دهی حاصل شده و با زمان برداشت ۱۰٪ گل‌دهی دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد. نعناع فلفلی یکی از گیاهان عقیم بوده و براساس تحقیقات زینلی (۱۳۸۲) مشخص شده که سیکل زایشی را با تأخیر انجام می‌دهد، یعنی اگر گونه‌های دیگر نعناع در عرض ۱۰ تا ۲۰ روز به گل‌دهی ۱۰۰٪ می‌رسند این گیاه در طی ۳۰ تا ۴۰ روز به این وضعیت خواهد رسید، بنابراین به علت این عمل نعناع فلفلی به نظر می‌رسد که باید در زمان مناسب برداشت شود تا بتوان در مناطق گرم یا با طول فصل رشد بیشتر دو چین از آن برداشت نمود و از هوای گرم در طی چین دوم بیشتر بهره برد که این هوای گرم در چین دوم نقش اساسی در تولید اندام هوایی و بیوسنتز مواد و بالغ شدن برگ‌ها دارد. نتایج این تحقیق همچنین بیان کرده‌است که عملکرد اسانس در چین دوم نسبت به چین اول بشدت کاهش یافته‌است. علت این امر آن است که نعناع فلفلی یک گیاه روز بلند بوده و در طی روزهای بلند و گرم حداکثر اسانس را تولید می‌کند. از آنجایی‌که در چین دوم روزها کوتاه‌تر بوده و هوا رو به سردی می‌رود، بنابراین عملکرد اسانس به شدت کاهش یافته‌است. یک نکته مهم که در این تحقیق مشاهده شده‌است



- نیاکان، م.، ۱۳۷۹. بررسی اثر کودهای ازت، فسفر و پتاس بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه نعناع. پایان نامه دکتری زیست شناسی، علوم گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

- Aflatuni, A. 2005. The Yield and Essential Oil Content of Mint (*Mentha* spp.) In Northern Ostrobothnia. Ph.D Thesis of Faculty of Science, Oulu University, Finland, 50p.
- Court, W.A., Roy, R.C., Pocs, R., More, A.F. and White, P.H., 1993. Optimum nitrogen fertilizer rate for peppermint (*Mentha piperita* L.) in Ontario, Canada. Journal of Essential Oil Research, 5(6): 663-666.
- Davis, P.H., 1982. Flora of Turkey and the East Aegean Island (Vol. 7). Edinburgh University Press, 947p.
- Ghosh, M.L. and Chatterjee, S.K., 1993. Physiological and biochemical indexing of synthesis of essential oil in *Mentha* spp grown in India. Acta Horticulturae, 331: 351-356.
- Jahangir A.A., Nada, K., Begum, F., Hossain, M., Sarker, M.A.M. and Moniruzzaman, M., 2008. Influence of nitrogen-phosphorus fertilization and time of harvest on the growth, yield and oil content of *Mentha spicata* L. Bangladesh Journal of Science and Industrial Research, 43(1): 47-54.
- Jeliaskova, E.A., Zheljaskov, V.D., Craker, L.E., Yankov, B. and Georgieva, T., 1999. NPK fertilizer and yields of peppermint, *Mentha piperita*. Acta Horticulturae, 502: 231-236.
- Karousou, R., Lanaras, T. and Kokkini, S., 1998. Piperitone oxide-rich essential oils from *Mentha longifolia* subsp. petiolata and *M. x villosa-nervata* grown wild on the Island of crete. Journal of Essential Oil Reserch, 10: 375-379.
- Maletic, R. and Jevaovic, R., 1998. Influence of locality and planting and harvesting period on the yield and quality of mint leaves (*Mentha piperita*, Micham) and its essential oil. Review of Research Work at the Faculty of Agricultural Poljoprivredni, 43(2): 75-82.
- Marotti, M., Dellacecca, V., Piccaglia, R. and Giovanelli, E., 1993. Effect of harvesting stage on the yield and essential oil composition of peppermint (*Mentha X piperita* L.). Acta Horticulturae, 344: 370-379.
- Munsu, P.S., 1992. Nitrogen and phosphorus nutrition response in Japanese mint cultivation. Acta Horticulturae, 306: 436-443.
- Rohloff, J., Dragland, S., Mordal, R. and Iversen, T.H., 2005. Effect of harvest time and drying method on biomass production, essential oil yield, and quality of peppermint (*Mentha x piperita* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(10): 4143-4148.
- Singh, V.P., Chatterjee, B.N. and Singh, D.V., 1989. Response of mint species to nitrogen fertilization. Journal of Agricultural Science, 113(2): 267-271.
- Zheijako, V.D. and Vasile, C., 2009. Effect of nitrogen, location, and harvesting stage of peppermint productivity, oil content, and oil composition. Horticultural Science, 44(5): 1267-1270.

اینست که میزان منتول در چین دوم بیشتر از چین اول شده است. دلیل آن می تواند وجود هوای سردتر و بلوغ زودتر برگ ها باشد. براساس تحقیقات مشخص شده که برگ های بالغ و تکامل یافته میزان منتول بالاتری را تولید می کنند. Jeliaskova و همکاران (۱۹۹۹) با بررسی اثرات کود نیتروژن و زمان برداشت در گیاه نعناع فلفلی گزارش کردند که عملکرد بیوماس و عملکرد اسانس در چین اول بیشتر از چین دوم بوده است. همچنین آنها گزارش کردند که با افزایش مصرف ازت تا ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار بیوماس و عملکرد اسانس افزایش یافته است. آنها همچنین بیان کردند که بیشترین میزان منتول در زمان گل دهی بدست آمده است که با نتایج تحقیق بدست آمده در چین اول مطابقت دارد. Rohloff و همکاران (۲۰۰۵) همچنین گزارش نمودند که از مرحله گل دهی تا گل دهی کامل در چین اول بر مقدار منتول در گیاه نعناع فلفلی افزوده شده است که همسویی کامل با تحقیقات انجام شده در شرکت باریج اسانس دارد.

اثر متقابل فاکتورها روی صفت عملکرد کل تولید اندام هوایی در طی فصل رشد نشان داد که برای رسیدن به حداکثر تولید در هکتار باید ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و گیاه را در زمان شروع غنچه دهی برداشت نمود. همچنین نتایج نشان داد که بالاترین عملکرد اسانس در هکتار با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و شروع غنچه دهی بدست آمده است. با توجه به کلیه نتایج بدست آمده به نظر می رسد در شرایط مزرعه باریج اسانس، اگر گیاه در شروع غنچه دهی برداشت شود و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در طی فصل رشد در هر چین مصرف گردد بالاترین میزان تولید و اسانس حاصل خواهد شد.

### منابع مورد استفاده

- دوازده امامی، س. و مجنون حسینی، ن.، ۱۳۸۷. زراعت و تولید برخی گیاهان دارویی و ادویه ای. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۰۰ صفحه.
- زینلی، ح.، ۱۳۸۲. بررسی نعناع ها از نظر صفات مورفولوژیک، فیتوشیمیایی و سیتوژنتیک. پایان نامه دکترای اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی؛ دانشگاه صنعتی اصفهان.
- طباطبایی، م.، ۱۳۶۵. گیاهشناسی کاربردی برای کشاورزی و منابع طبیعی. انتشارات واحد فوق برنامه بخش فرهنگی دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی، ۱۱۸۴ صفحه.

## Effects of nitrogen fertilizer and harvest time on agronomy, essential oil and menthol of *Mentha piperita* L.

H. Zeinali<sup>1\*</sup>, H. Hosseini<sup>2</sup> and M.H. Shirzadi<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>- Corresponding author, Research Center for Agriculture and natural Resources, Isfahan, Iran  
E-mail: hoszeinali@yahoo.com

<sup>2</sup>-Islamic Azad University, Jiroft Branch, Kerman, Iran

Received: March 2011

Revised: November 2012

Accepted: November 2012

### Abstract

Mint (*Mentha piperita* L.), belonging to Labiatae family, is one of the most important plants, which is used widely in terms of pharmaceutical, food and health. Essential oils and compounds are important components of the plant and are severely affected by agricultural agents. In this study, the effects of nitrogen fertilizer and harvesting time on yield and yield components, essential oil and menthol were studied. A split-plot design with three replications was used. The measured traits included leaf length, leaf width, plant height, fresh weight per square meter in the first and second harvest, fresh weight of 100 leaves, essential and oil menthol of the first second harvest, shoot yield and essential oil yield per hectare. Variance analysis results showed that different levels of nitrogen and harvesting time had a significant effect on all traits except for leaf length. The interaction of nitrogen and harvesting time showed a significant difference for all traits except leaf length and width. Mean comparison of traits showed that the plant height, fresh weight per square meter, fresh weight of 100 leaves, essential oil of the first harvest, menthol of the first and second harvest, shoot yield per hectare and essential oil yield increased with increasing of nitrogen intake. Mean comparison of different harvesting times showed that the highest shoot yield and essential oil yield were obtained at budding stage. The interaction between different levels of nitrogen fertilizer and harvesting time also showed that the highest shoot yield per hectare was obtained by the application of 200 kilograms of nitrogen fertilizer per hectare at budding stage. The highest amount of menthol was obtained at consumption level of 300 kg nitrogen fertilizer per hectare and at 50 % flowering. In addition, according to the obtained results, essential oil percentage of the second harvests showed a significant decreasing trend. Overall, results showed that the highest fresh yield per hectare and essential oil were obtained at budding stage and consumption level of 200 kg/ha nitrogen fertilizer.

**Key words:** Nitrogen fertilizer, peppermint (*Mentha piperita* L.), harvest time, menthol, essential oil.