

تأثیر عناصر ریزمغذی و تراکم بوته بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita*)

فاطمه حیدری^{۱*}، سعید زهتاب سلماسی^۲، عزیز جوانشیر^۳، هوشنگ آلیاری^۳ و محمدرضا دادپور^۴

چکیده

برای بررسی اثر عناصر ریزمغذی و تراکم بوته بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژی نعناع فلفلی، آزمایشی در قالب فاکتوریل، بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی در اراضی کرکج دانشگاه تبریز به مرحله اجرا در آمد. در این ترکیب اثر عناصر ریزمغذی در دو سطح (عدم محلول پاشی و محلول پاشی) و تراکم بوته در چهار سطح (۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در مترمربع) تیمارهای آزمایشی را تشکیل می‌دهند، نتایج حاصل از یک سال (دوچین) به صورت اسپلیت پلات در زمان آنالیز شد. بر اساس نتایج چین اول، محلول پاشی با عناصر ریزمغذی باعث افزایش عملکرد تر، عملکرد خشک، عملکرد اسانس، مساحت برگ و درصد پوشش سبز شد. افزایش تراکم بوته نیز باعث افزایش عملکرد تر، عملکرد خشک، درصد پوشش سبز و عملکرد اسانس گردید. در چین دوم نیز همانند چین اول محلول پاشی عناصر ریزمغذی باعث افزایش عملکرد تر، عملکرد خشک، عملکرد اسانس، مساحت برگ و درصد پوشش سبز شد. با افزایش تراکم بوته به ۲۰ بوته در مترمربع بیش‌ترین عملکرد تر، عملکرد خشک و درصد پوشش سبز حاصل شد. نتایج حاصل از دو چین نشان داد که نعناع فلفلی در چین اول نسبت به چین دوم از رشد مناسب‌تری برخوردار بود، به‌طوری‌که این گیاه بیش‌ترین عملکرد تر، عملکرد خشک، درصد پوشش سبز، ارتفاع بوته و بیش‌ترین عملکرد اسانس را در چین اول تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، تراکم بوته، عناصر ریزمغذی، اسانس، نعناع فلفلی

۱، ۲ و ۳. به ترتیب کارشناس ارشدزراعت، دانشیار و استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشکده تبریز
۴. استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*: نویسنده مسوول

مقدمه

با توجه به مصارف متعدد نعنای فلفلی در صنایع داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی و همچنین به لحاظ اهمیت آن در سلامت جامعه بررسی عوامل موثر در رشد و نمو نعنای فلفلی ضروری است. کشورهای ایالات متحده آمریکا و هندوستان بزرگترین تولیدکننده‌های نعنای هستند و میزان صادرات اسانس نعنای در کشور هندوستان در سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۰۳ حدود ۸۵۰۰ تن بوده است (آراباسی و بایرام، ۲۰۰۴). در این مورد آمریکا در سال ۱۹۹۲ حدود ۳۲۰۰ تن اسانس از ۴۳۰۰۰ هکتار زمین زیر کشت برداشت نمود (امیدبگی، ۱۳۷۶). آراباسی و بایرام (۲۰۰۴) با کاشت ریحان در ۳ تراکم مختلف (۲۰، ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع) و در دو حالت کوددهی با نیتروژن و بدون کوددهی گزارش نمودند که بیشترین مقدار عملکرد تر، عملکرد خشک، درصد مواد موثره و عملکرد مواد موثره در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با حالت کوددهی حاصل شده است. در حالی که بیشترین درصد مواد موثره در شرایط بدون کوددهی با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بدست آمد. افلاطونی (۲۰۰۴) با کاشت گونه‌های مختلفی از نعنای به دو روش مختلف (ریز ازدیادی و تکثیر معمولی) در فواصل گیاهی (۵۰×۱۰، ۵۰×۲۰ و ۵۰×۳۰ سانتی‌متر) گزارش نمود که اختلاف معنی‌داری بین الگوهای کاشت مختلف از نظر ترکیب اسانس وجود ندارد. این آزمایش در طی دو سال انجام گرفت و در سال اول، اختلاف‌هایی در وزن خشک برگ بین گیاهان کاشته شده به دو روش مختلف مشاهده نشد. ولی میزان منتول به‌طور معنی‌داری در گیاهانی که به‌طور معمولی تکثیر یافته بودند، بیش‌تر از گیاهانی بوده که به طریقه ریز ازدیادی تکثیر یافته‌اند و در سال دوم تنها وزن خشک برگ گیاهان تکثیر یافته به روش ریز ازدیادی بیش‌تر از گیاهان تکثیر یافته به روش معمولی بود. درزی و همکاران (۱۳۸۰) گزارش کردند با کاشت رازیانه^۱ در الگوی کاشت ۵۰×۲۰ سانتی‌متر بیش‌ترین عملکرد اسانس، عملکرد آنتول و عملکرد بذر در هکتار به‌دست

آمد. رضایی نژاد و همکاران (۱۳۸۰) با کاشت زیره سبز^۲ در فواصل ردیفی مختلف (۲۰-۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر) گزارش نمودند که فاصله ردیف تاثیر بسیار معنی‌داری بر عملکرد دانه دارد و بالاترین عملکرد اسانس و دانه در فاصله ردیفی ۲۰ سانتی‌متری به‌دست می‌آید ولی فاصله ردیفی کم بر درصد اسانس تاثیر معنی‌داری نداشت. دی‌لالوز و همکاران (۲۰۰۲) طی پژوهشی گزارش کردند که با کشت نعنای فلفلی در الگوهای کاشت مختلف (۴۵×۲۰ و ۴۵×۳۰ سانتی‌متری) بیش‌ترین عملکرد شاخ و برگ در الگوی کاشت ۴۵×۳۰ سانتی‌متری به‌دست می‌آید و تراکم کاشت عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد. داگلاس و همکاران (۲۰۰۲) در آزمایشی بر روی سنبل‌الطیب با ۶ تراکم (۶-۳۳ بوته در مترمربع) گزارش کردند که با افزایش تراکم گیاهی، وزن ریشه سنبل‌الطیب کاهش می‌یابد. نتایج آزمایش‌ها (دارلینگ، ۱۹۹۶) نشان داده است که با کاشت سنبل‌الطیب در تراکم‌های ۶ تا ۱۰ بوته در مترمربع در سال اول بیش‌ترین عملکرد ریشه سنبل‌الطیب حاصل می‌شود.

نعنای فلفلی در طول رویش و تولید مواد موثره به مقدار زیادی عناصر غذایی نیاز دارد و تحقیقات نشان می‌دهد که مقادیر مناسب از عناصر ریزمغذی به میزان قابل توجهی سبب افزایش اسانس نعنای می‌شود هم-چنین در طول رویش کمبود عناصری نظیر بر، آهن، مس، منگنز، مولیبدن و کبالت در کاهش عملکرد و همچنین اسانس نعنای تاثیر به‌سزایی دارد. از این رو، هر سال خاک زمین‌هایی را که در آن‌ها نعنای کشت می‌شود مورد تجزیه و آزمایش قرار داده و مقدار میکروالمان‌های مذکور را مورد بررسی قرار می‌دهند تا این مواد در صورت کمبود به خاک اضافه شوند (امیدبگی، ۱۳۷۴). عناصر ریزمغذی در گیاهان به مقدار کم مورد استفاده قرار می‌گیرند ولی اثرات مهمی بر جای می‌گذارند. این عناصر در صورت کمبود گاهی به عنوان محدودکننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد می‌توانند عمل کنند و همین امر لزوم توجه بیش‌تر به کاربرد آن‌ها را مشخص می‌سازد (ملکوتی، ۱۳۷۹). گلین (۲۰۰۲) در طی پژوهشی مشخص کرده است که سطوح متفاوتی از

2. Cuminum cyminum L.

1. Foeniculum vulgare L.

صورت آزمایش فاکتوریل بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار بر روی گیاه دارویی نعنای فلفلی در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی واقع در اراضی کرکج دانشگاه تبریز در سال ۱۳۸۴ مورد بررسی قرار گرفته است. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۳۶۰ متر است و در ۴۶ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۳ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. بافت خاک از نوع لومی شنی و لومی، رسی شنی است و ساختمان خاک، دانه ریز ضعیف و در حالت خشک بسیار سخت است. pH خاک برابر ۸/۱ و قابلیت هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع (EC) ۶۳ درصد، دسی‌زیمنس در متر است. مقدار نیتروژن کل خاک این منطقه در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر، ۰/۰۳ درصد فسفر قابل جذب (P_2O_5 ppm) ۱۵/۵ و مواد آلی ۰/۶ درصد است بر اساس آمار هواشناسی، منطقه کرکج دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم با میانگین بارندگی سالیانه ۲۱۸/۵ میلی‌متر است (جعفرزاده و همکاران، ۱۳۷۷). با توجه به اینکه پژوهش حاضر در سال دوم اجرا شده است، بنابراین نیازی به کاشت مجدد آن وجود نداشت. در ۱۷ و ۲۷ فروردین‌ماه سال ۸۵ با آغاز رشد مجدد بوته‌ها، با استفاده از قیچی باغبانی بوته‌های اضافی حذف شدند و تراکم‌های مورد نظر در مزرعه اعمال گردید و در طول دوره رشد هفته‌ای سه بار آبیاری انجام گرفت. هر واحد آزمایشی شامل ۴ ردیف به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و به طول ۳ متر بود. فاصله واحدها از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بلوک‌ها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. صفات مورد بررسی در طول اجرای پژوهش به شرح زیر بود: ارتفاع گیاه، تعداد و مساحت برگ‌ها، تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد غده‌های مولد اسانس در واحد سطح برگ، عملکرد تر، عملکرد خشک، درصد پوشش سبز، (به وسیله چهارچوبی که به صد قسمت مساوی تقسیم شده بود) درصد اسانس در واحد سطح، عملکرد اسانس در واحد سطح، محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی در مرحله ۵ درصد گلدهی (در هر دو چین) انجام گرفت. نحوه عمل محلول‌پاشی بدین صورت بود که با توجه به مقدار مصرف، میزان محلول لازم برای هر کرت با غلظت مورد نیاز تهیه و صاف شد و با توجه به ابعاد کرت و

میکروالمنت‌ها (Fe, Zn, B و ...) روی وزن خشک ترخون تاثیر گذاشته است در این آزمایش مشخص شده است که میکروالمنت‌ها بیش‌تر روی کیفیت اسانس و میزان مواد موثره مثل آرتمیزین و آرتمیزینیک اسید، تاثیر گذاشته است. رام و همکاران (۲۰۰۰) در آزمایشی مشخص کردند که محلول‌پاشی با دیامونیوم فسفات و اسید بوریک و سولفات روی در نعنای فلفلی باعث افزایش بیوسنتز اسانس منتول به اندازه ۱۸/۷-۱۵/۶٪ شده است. در پژوهشی (دی‌میر و دجگرا، ۲۰۰۰) با کاربرد سطوح غذایی مختلف (Mg, K, Ca و ...) تحت تاثیر دو رژیم نوری مختلف در تاتوره گزارش شد که تحت شرایط انرژی نوری بالا و مصرف کاتیون‌ها بیش‌ترین مقدار آلکالوئید به دست آمد. به طوری که در این پژوهش بیش‌ترین مقدار آلکالوئید در میوه‌ها و دانه‌ها و کم‌ترین مقدار آلکالوئید از برگ‌ها و ساقه‌ها به دست آمد. فاکتورهای زراعی بر روی عملکرد کمی و کیفی نعنای، تعداد و غدد مولد اسانس در واحد برگ، تعداد برگ، تعداد گره و مساحت برگ تاثیر معنی‌داری دارد. در این میان فاکتور تراکم بوته از فاکتورهای مهم زراعی است که روی عملکرد اسانس و عملکرد تر و عملکرد خشک در واحد سطح تاثیر معنی‌داری دارد. مهم‌ترین اهداف این پژوهش عبارت بودند از: تعیین بهترین تراکم کاشت برای تولید ماده خشک و اسانس، بررسی اثر محلول‌پاشی با میکروالمنت‌ها بر رشد، نمو و عملکرد نعنای فلفلی، تعیین رابطه بین تراکم کاشت و میکروالمنت‌ها بر رشد، نمو و عملکرد نعنای فلفلی. به هر حال برای دستیابی به عملکرد کمی و کیفی اسانس نعنای فلفلی بایستی در هر منطقه نسبت به پژوهش‌های به‌زراعی لازم اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تاثیر عناصر ریزمغذی در دو سطح (عدم محلول‌پاشی و محلول‌پاشی) که محلول‌پاشی با ترکیبی از عناصر اسید بوریک (۲۰ کیلوگرم در هکتار)، سولفات روی (۲۵ کیلوگرم در هکتار) و سکوسترین آهن (۱۵ کیلوگرم در هکتار) و تراکم بوته در چهار سطح (۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در مترمربع) به

قرار گرفت، سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین مساحت برگ‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ تعیین شد.

تعیین غدد مولد اسانس در برگ

تصاویر میکروسکوپیک غده‌های مولد اسانس در برگ نعنای فلفلی با استفاده از ابژکتیو 10x و با درشت‌نمایی حد واسط 1/5x تهیه گردید. برای این منظور به ازای هر تیمار سه برگ در اوایل گل‌دهی هر چین (چین اول و دوم) (۱۵ درصد)، انتخاب گردید و در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت. برگ‌ها بعد از شستشو از قسمت رگبرگ وسطی برش داده شد و سطح زیرین برگ بر روی لام میکروسکوپ قرار گرفت. جهت تصویربرداری از دوربین دیجیتال DXM1200 با وضوح تصویر ۱۲ مگاپیکسل و فرمت تصویری TIF استفاده گردید (شکل ۱). وضوح بالای تصاویر میکروسکوپیکی امکان شمارش غدد ترش‌حی را در میدان دید میکروسکوپ فراهم نمود. به ازای هر تصویر میکروسکوپیکی سه بار شمارش غدد صورت گرفته و نتیجه نهایی حاصل از میانگین تکرار شمارش شده گزارش گردید.

جهت تسهیل محلول‌پاشی و همچنین افزایش دقت آن از سمپاش تلمبه‌ای دستی که پاشش محلول را به صورت یکنواخت بر روی کانوپی (آسمانه) گیاه انجام می‌دهد، استفاده شد. برای جذب بهتر عناصر غذایی از طریق برگ از مایع ظرف‌شویی با غلظت دو دهم در هزار به عنوان موید استفاده شد. زمان محلول‌پاشی اوایل صبح و قبل از طلوع آفتاب انتخاب شد تا از اثرات نامطلوب نور خورشید بر روی ترکیبات پاشیده شده تا حد امکان جلوگیری گردد. بعد از اتمام محلول‌پاشی نسبت به آبیاری مزرعه اقدام گردید، تا با افزایش حرکت آب در داخل سیستم گیاه جذب ترکیبات به کار رفته سریع‌تر و بهتر انجام شود. گیاهان کاشته شده در مرحله ۱۵٪ گل‌دهی با دست و توسط قیچی باغبانی چیده شدند. چین اول در نیمه دوم تیرماه برداشت شد و چین دوم در نیمه اول آبان ماه انجام گرفت و سپس در آزمایشگاه به صورت جداگانه اسانس برگ و اسانس بوته (برگ+ساقه) استخراج گردید. برای انجام عمل برداشت یک ردیف از هر طرف کرت و ۰/۵ متر نیز از هر دو طرف کرت به عنوان اثر حاشیه در نظر گرفته شد. نمونه‌ها به صورت تر و خشک توزین گردیدند. پس از توزین وزن تر، نمونه‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت (تا زمانی که وزن خشک گیاه ثابت بماند) در آون



شکل ۱: نمای میکروسکوپی از غدد مولد اسانس موجود در برگ

آمده از هر دو چین به صورت آزمایش فاکتوریل بر مبنای بلوک‌های کامل تصادفی و داده‌های حاصل از یک‌سال به صورت اسپلیت پلات در زمان آنالیز شد. آنالیز آماری

برای استخراج اسانس از روش تقطیر با آب (Water distillation) و دستگاه اسانس‌گیر (Celevenger) (شکل ۲) استفاده شد. داده‌های به‌دست

مورد مطالعه برای تراکم بوته نشان داد که با افزایش تراکم بوته به دلیل قرار گرفتن تعداد بوته زیاد در واحد سطح عملکرد خشک- عملکرد تر- عملکرد اسانس و درصد پوشش سبز افزایش یافت. شکل ۴ میانگین عملکرد تر نعنای فلفلی در تراکم‌های مختلف کاشت را نشان می‌دهد.

چین دوم

نتایج حاصل از چین دوم (جدول ۲) نشان داد محلول پاشی با عناصر ریزمغذی عملکرد تر، عملکرد خشک، عملکرد اسانس، تعداد غدد مولد اسانس، مساحت برگ، تعداد گره در ساقه اصلی و درصد پوشش سبز را تحت تاثیر قرار داد ولی بر ارتفاع بوته تاثیر معنی‌دار نداشت. شکل ۵ تاثیر عناصر ریزمغذی بر عملکرد اسانس نعنای فلفلی را نشان می‌دهد. نتایج چین دوم نشان داد عملکرد تر، عملکرد خشک، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته و درصد پوشش سبز تحت تاثیر تراکم بوته قرار گرفت ولی بر عملکرد اسانس، مساحت برگ و تعداد گره در ساقه اصلی تاثیر نداشت. اثر متقابل عناصر ریزمغذی و تراکم بوته تنها تعداد گره در ساقه اصلی را تحت تاثیر قرار داد و بر روی سایر صفات همانند چین اول معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین نشان داد که در اثر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی و در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع بیش‌ترین تعداد گره در ساقه اصلی (۲۱/۹۳) حاصل شد. افزایش گره در ساقه به علت افزایش تعداد سلول و بیش‌تر بر اثر افزایش اندازه سلول‌ها رخ می‌دهد. بنابراین استفاده از عناصر غذایی با افزایش تعداد سلول، تعداد گره در ساقه اصلی را تحت تاثیر قرار داده است. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه برای تراکم بوته نشان داد که در چین دوم نیز همانند چین اول با افزایش تراکم بوته عملکرد تر، عملکرد خشک و عملکرد اسانس افزایش یافت. دی‌لالوز و همکاران (۲۰۰۲) در پژوهش خود روی نعنای فلفلی گزارش کردند که با افزایش تراکم گیاهی عملکرد خشک افزایش یافت. شکل ۶ میانگین عملکرد خشک نعنای فلفلی در تراکم‌های مختلف کاشت را نشان می‌دهد.

داده‌ها با استفاده از برنامه آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مربوط به چین اول، چین دوم و تجزیه واریانس مرکب (چین اول و دوم) در جدول‌های ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است در مورد برخی از این صفات توضیحاتی به شرح زیر ارائه می‌شود:

چین اول

نتایج حاصل از چین اول (جدول ۱) نشان داد محلول پاشی با عناصر ریزمغذی عملکرد تر، عملکرد خشک، عملکرد اسانس، تعداد غدد مولد اسانس، مساحت برگ و درصد پوشش سبز را تحت تاثیر قرار داد ولی بر ارتفاع بوته- تعداد برگ در بوته و تعداد گره در ساقه اصلی تاثیر معنی‌داری نداشت. همچنین نتایج حاصل از جدول ۱ نشان داد عملکرد تر، عملکرد خشک، عملکرد اسانس و درصد پوشش سبز تحت تاثیر تراکم بوته قرار گرفت ولی بر روی سایر صفات تاثیر معنی‌دار نداشت. بیوماس گیاه در سطح احتمال پنج درصد تحت تاثیر محلول غذایی قرار گرفته به طوری که در اثر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی بیوماس گیاه (عملکرد تر- عملکرد خشک) افزایش یافت بالاترین عملکرد تر گیاه در اثر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی مشاهده گردید. همچنین اثر متقابل این دو فاکتور بر روی هیچ کدام از صفات معنی‌دار نشد. شکل ۳ تاثیر عناصر ریزمغذی بر تعداد غدد مولد اسانس را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۳ مشاهده می‌شود که در اثر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی بیش‌ترین تعداد غدد مولد اسانس تولید می‌شود. در اثر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی مساحت برگ در بوته افزایش یافت. آراباسی و بایرام (۲۰۰۴) در پژوهش خود روی نعنای فلفلی گزارش نمودند که مصرف عناصر غذایی از طریق افزایش سطح برگ و فراهم نمودن زمینه مناسب جهت دریافت انرژی و افزایش کارایی فتوسنتزی باعث افزایش میزان اسانس در گیاه نعنای فلفلی می‌شود. مقایسه میانگین صفات

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر عناصر ریزمغذی و تراکم بوته بر روی صفات مورفولوژیک نعنای فلفلی در چین اول

میانگین مربعات									درجه آزادی	منابع تغییرات
تعداد غدد مولد اسانس	درصد پوشش سبز	مساحت برگ	تعداد گره در ساقه اصلی	تعداد برگ در بوته	ارتفاع	عملکرد اسانس	عملکرد خشک	عملکرد تر		
۵۷۴/۸۷۵ n.s	۲۵۴/۶۲۵ *	۳۵۸۵۷۵/۸۷۵ n.s	۰/۴۵۵ n.s	۲۹۰/۱۶۷ n.s	۵۳/۲۲۱ n.s	۶۰/۴۳۱ n.s	۱۷۲۱۸۰/۱۲۵ n.s	۱۴۷۸۳۷۰۹/۳۷۵ **	۲	تکرار
۴۰۳۰/۰۴۲ **	۴۱۶/۶۶۷ **	۴۵۲۲۲۸/۱۶۷ **	۱۱/۷۶۰ n.s	۱/۵۰۰ n.s	۴۲/۹۳۴ n.s	۴۹۴/۴۰۹ **	۹۱۳۳۸۰/۱۶۷ **	۲۳۱۳۷۸۸۴/۳۷۵ **	۱	عناصر ریزمغذی
۲۸۱/۷۰۸ n.s	۴۲۱/۹۴۴ **	۴۲۵۷۴/۱۱۱ n.s	۶/۴۹۹ n.s	۵۹۷/۹۴۴ n.s	۱۴/۵۳۲ n.s	۹۶/۰۴۸ *	۸۵۶۶۴۵/۸۸۹ **	۲۰۵۹۹۱۵۱۱/۰۴۲ **	۳	تراکم بوته
۲۴/۷۰۸ n.s	۴/۸۸۹ n.s	۸۶۸۶۹/۳۸۹ n.s	۳/۹۱۳ n.s	۲۲۸/۶۱۱ n.s	۵/۶۷۸ n.s	۶/۶۹۱ n.s	۱۵۰۷۳/۶۱۱ n.s	۳۳۲۰۸۴/۳۷۵ n.s	۳	عناصر ریزمغذی × تراکم بوته
۳۴۸/۳۹۹	۲۳/۱۴۹	۱۶۲۰۰/۲۵۶	۹/۸۶۷	۲۵۲/۷۳۸	۳۴/۶۹۲	۲۷/۲۹۰	۱۲۹۹۴۸/۳۶۳	۱۳۸۸۷۵۵/۸۰۴	۱۴	اشتباه آزمایشی
۱۵/۸۰	۶/۲۳	۲۴/۹۲	۱۱/۵۶	۶/۸۵	۱۰/۱۴	۲۶/۱۰	۲۷/۷۸	۲۴/۵۹	(/)	ضریب تغییرات

n.s, * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر عناصر ریزمغذی و تراکم بوته بر روی صفات مورفولوژیک نعنای فلفلی در چین دوم

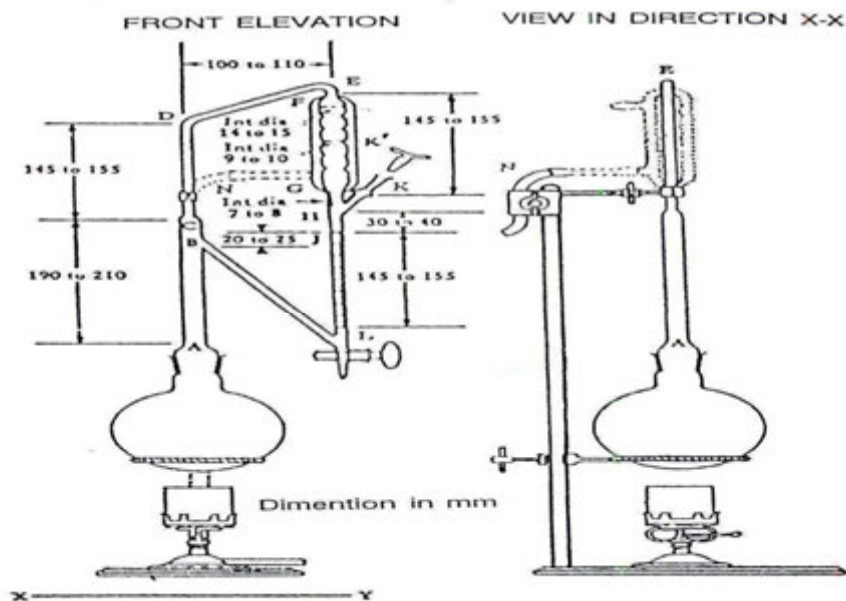
میانگین مربعات									درجه آزادی	منابع تغییرات
تعداد غدد مولد اسانس	درصد پوشش سبز	مساحت برگ	تعداد گره در ساقه اصلی	تعداد برگ در بوته	ارتفاع	عملکرد اسانس	عملکرد خشک	عملکرد تر		
۶۴۰۲/۶۶۷ *	۳۲۶/۶۲۵ **	۵۷۲۴۲/۷۹۲ n.s	۱/۹۸۸ n.s	۱۴۴/۰۴۲ n.s	۲۶/۸۲۸ **	۶۱/۶۱۸ *	۵۱۴۷۹۲/۵۴۳ **	۴۲۳۰۲۹۴/68 **	۲	تکرار
۲۰۷۶۸/۱۶۷ *	۱۵۰/۰ **	۱۰۶۳۴۴۶/۰ *	۴/۰۸۴ *	۲۶۶/۶۶۷ *	۳/۴۵۰ n.s	۲۴۱/۱۱۶ **	۵۸۴۶۸۸/۱۶۷ **	6872610/375 **	۱	عناصر ریزمغذی
۹۷/۸۳۳ n.s	۱۵۰/۵۰ *	۱۳۳۶۱/۹۴۴ n.s	۱/۲۸۸ n.s	۷۵۳/۰۵۶ **	۸/۲۹۸ *	۸/۹۳۱ n.s	۲۸۷۷۷۸/۹۴۴ **	۲۲۷۴۸۶۴/۲۶۴ **	۳	تراکم بوته
۱۱۸۳/۸۳۳ n.s	۰/۴۴۴ n.s	۱۳۵۱۳۳/۵۵۶ n.s	۵/۵۶۴ **	۲۳/۷۷۸ n.s	۱/۶۵۰ n.s	۸/۳۱۹ n.s	۱۹۶۵۰/۵۰ n.s	۱۳۳۰۶۱/۴۸۶ n.s	۳	عناصر ریزمغذی × تراکم بوته
۵۰۴/۵۲۴	۲/۶۷۳	۲۰۰۴۵۷/۴۱۱	۰/۷۷۷	۵۲/۸۸۹	۱/۷۰۰	۱۵/۹۶۰	۴۲۳۵۴/۱۶۱	۳۱۳۸۸۵/۶۶۱	۱۴	اشتباه آزمایشی
۱۰/۳۸	۲/۴۷	۲۵/۳۷	۴/۴۳	۴/۴۵	۳/۵۹	۲۶/۵۱	۲۸/۲۹	۲۶/۵۳	(/)	ضریب تغییرات

n.s, * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

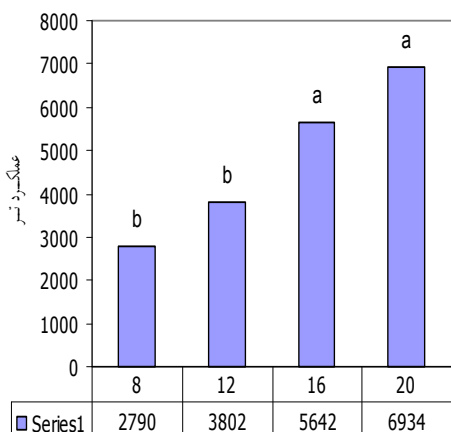
جدول ۳: تجزیه مرکب اثر عناصر ریزمغذی و تراکم بوته بر روی صفات مرفولوژیک و اسانس نعناع فلفلی (چین اول و دوم)

میانگین مربعات									درجه آزادی	منابع تغییرات
تعداد غدد مولد اسانس	درصد پوشش سبز	مساحت برگ	تعدادگره در ساقه اصلی	تعداد برگ در بوته	ارتفاع	عملکرد اسانس	عملکرد خشک	عملکرد تر		
۳۷۷۲/۲۷۱*	۵۴۰/۵۶**	۲۹۳۸۴۸/۳۹n.s	۱/۷۳۵n.s	۷۳/۱۸۸n.s	۷۶/۲۱۳*	۱۰۹/۵۵۸*	۶۳۵۸۷۷/۵۲۱ **	۱۵۲۱۳۲۴۲/۱۴**	۲	تکرار
۲۱۵۴۷/۶۸۸*	۵۳۳/۳۳**	۴۹۸۵۸۵۲/۰۸**	۰/۹۹۲n.s	۱۵۴/۰۸۳n.s	۳۵/۳۶۳n.s	۷۱۳/۲۵**	۱۴۸۰۵۱۸/۷۵ **	۲۷۶۱۵۴۶۸/۰ **	۱	عناصر ریزمغذی
۱۲۱/۷۴۳ n.s	۴۷۳/۴۴**	۴۰۰۹۰/۸۰n.s	۶/۴۳۷n.s	۱۲۴۶/۰**	۲۱/۴۲۷n.s	۸۹/۸۴۰*	۱۰۶۸۶۹۷/۳۸**	۱۸۲۴۸۵۷۵/۵**	۳	تراکم بوته
۶۶۷/۴۶۵ n.s	۱/۳۳۳n.s	۲۰۸۸۱۶/۱۳n.s	۶/۸۷۶n.s	۶۲/۷۵n.s	۴/۲۹۲n.s	۱۲/۷۳۹n.s	۳۰۶۷۳/۲۵ n.s	۱۸۵۶۲۲/۷۲۲ n.s	۳	عناصر ریزمغذی × تراکم بوته
۴۴۸/۵۸۰	۱۱/۲۲۹	۳۳۰۱۶۶/۸۰	۴/۵۰۹	۱۷۴/۵۹۲	۱۹/۲۲۸	۲۴/۷۷۹	۹۴۲۱۸/۷۱۱	۱۰۱۴۵۶۸/۳۳۶	۱۴	خطا
۱۱۵۹۳۵/۰۲۱*	۱۴۵۲/۰**	۲۶۸۵۰۲/۰۸**	۶۳۱/۴۷۵**	۵۶۵۸۱۳/۳**	۵۶۸۱/۱۰**	۲۹۴/۳۷۷**	۳۸۹۶۵۲۰/۳۳ **	۸۶۱۸۳۴۴/۰۸۳**	۱	زمان (چین)
۳۲۰۵/۲۷۱*	۴۰/۶۸۸n.s	۱۲۱۹۷۰/۲۷n.s	۰/۷۰۸n.s	۳۶۱/۰۲۱n.s	۳/۸۳۴ n.s	۱۲/۶۱۱n.s	۵۰۵۴۰/۳۹۶ n.s	۲۵۹۹۹۳۵/۲۷۱ n.s	۲	تکرار × چین
۳۲۵۰/۵۲۱*	۳۳/۳۳۳n.s	۵۹۹۸۷۴/۰۸n.s	۱۴/۸۵۲n.s	۱۱۴/۰۸۳n.s	۱۱/۰۲۱ n.s	۲۲/۴۸۲n.s	۱۸۱۷۴/۰۸۳n.s	۲۳۹۵۰۲۶/۷۵۰n.s	۱	عناصر ریزمغذی × چین
۲۵۷/۷۹۹n.s	۵۴/۰*	۱۶۸۴۵/۲۵n.s	۱/۳۵۰n.s	۱۰۵/۰n.s	۱/۴۰۳ n.s	۲۵/۱۴۹n.s	۷۶۱۳۳/۵۰۰n.s	۴۶۲۵۴۳۹/۸۰۶n.s	۳	تراکم بوته × چین
۵۴۱/۰۷۶ n.s	۴/۰n.s	۱۳۱۸۶/۸۰n.s	۲/۶۰۱n.s	۱۸۹/۶۳n.s	۳/۰۳۷ n.s	۲/۱۹۳n.s	۴۱۶۲/۴۷۲ n.s	۲۷۹۵۲۳/۱۳۹n.s	۳	عناصر ریزمغذی × تراکم بوته × چین
۴۰۴/۳۴۲	۱۴/۵۹۲	۳۲۳۱۰/۸۶	۶/۱۳۶	۱۳۱/۰۴۵	۱۷/۱۶۴	۱۸/۴۷۱	۷۸۰۸۲/۷۷۷	۶۸۸۰۷۳/۱۲۸	۱۴	خطا
۱۲/۰۲	۵/۳۲	۱۰/۶۴	۱۰/۵۲	۵/۷۹	۷/۷۸	۲۴/۵۰	۲۷/۶۰	۲۴/۰۳	(%)	ضریب تغییرات

n.s. * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

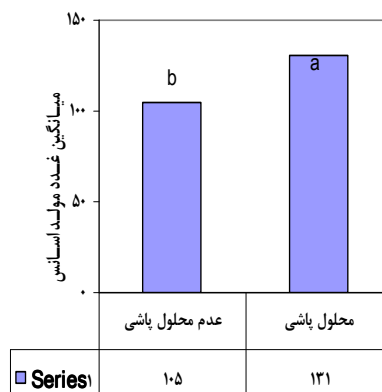


شکل ۲: دستگاه اسانس گیر از دو نمای مختلف



تراکم بوته

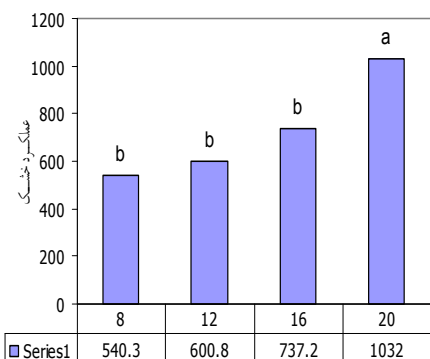
شکل ۴: میانگین عملکرد در نعنای فلفلی در تراکم‌های مختلف کاشت در چین اول



عناصر ریز مغذی

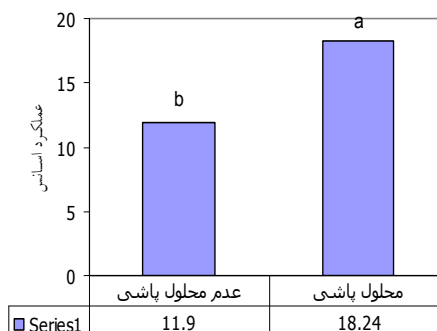
شکل ۳: تاثیر عناصر ریز مغذی بر تعداد غدد مولد اسانس در چین اول

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می باشد.



تراکم بوته

شکل ۶: میانگین عملکرد خشک در تراکم‌های مختلف کاشت در چین دوم



عناصر ریز مغذی

شکل ۵: تاثیر عناصر ریز مغذی بر عملکرد اسانس نعنای فلفلی در چین دوم

تجزیه واریانس مرکب یکساله

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳) عملکرد تر، عملکرد خشک، عملکرد اسانس و درصد پوشش سبز تحت تاثیر تراکم بوته و عناصر ریزمغذی قرار گرفت ولی اثر متقابل این دو فاکتور بر روی هیچ کدام از صفات معنی دار نشد. محلول پاشی با عناصر ریزمغذی به دلیل تغذیه بهتر برگ و ساقه و تشدید فتوسنتز موجب افزایش عملکرد تر و عملکرد خشک شده است (جدول ۴). جدول ۵ مقایسه میانگین برخی صفات نعنای فلفلی را در تراکم‌های مختلف کاشت نشان می‌دهد. طبق این جدول مشاهده شد که بیشترین عملکرد تر، عملکرد خشک، عملکرد اسانس و درصد پوشش سبز در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع حاصل شد و در تراکم ۸ و ۱۲ بوته در مترمربع بیشترین تعداد برگ در بوته حاصل شد. با توجه به اینکه در تراکم‌های پایین‌تر رقابت بین بوته‌ها کم‌تر از تراکم‌های دیگر است و در ضمن فضای بیش‌تری برای رشد تک بوته وجود دارد بنابراین بیشترین تعداد برگ در تراکم‌های پایین‌تر تولید شد. مقایسه میانگین

صفات مورد مطالعه برای تراکم بوته (جدول ۵) نشان داد در تراکم‌های بالاتر به دلیل پوشش سریع کانوپی و دریافت هر چه بیش‌تر نور در ابتدای رشد و هم‌چنین کاسته شدن خسارت علف‌های هرز، موجب افزایش بیوماس گیاه شد. هم‌چنین مقایسه میانگین مربوط به چین (جدول ۶) نشان داد که نعنای فلفلی در چین اول نسبت به چین دوم از رشد مناسب‌تری برخوردار بود که علت آن علاوه بر طول دوره رشد زیاد گیاه می‌تواند روزهای آفتابی با دمای هوای مناسب باشد که سبب فتوسنتز بیش‌تر شده است و بیش‌ترین عملکرد تر، عملکرد خشک، ارتفاع بوته، عملکرد اسانس را در چین اول تولید کرد محلول پاشی با عناصر ریزمغذی موجب افزایش سطح برگ گیاه و بهبود پوشش سبز گیاه شد این امر موجب می‌شود که گیاه از نور خورشید به نحو مطلوب‌تری استفاده کند. در تراکم‌های ۱۶ و ۲۰ بوته در مترمربع؛ بیش‌ترین درصد پوشش سبز حاصل شد. هم‌چنین در چین اول به دلیل مساعد بودن شرایط رشد رویشی گیاه از درصد پوشش سبز بالاتری نسبت به چین دوم برخوردار بود (به ترتیب ۷۷٪ و ۶۶٪).

جدول ۴: مقایسه میانگین برخی صفات نعنای فلفلی در مورد عناصر ریزمغذی

عناصر ریزمغذی	عملکرد تر	عملکرد خشک	عملکرد اسانس	مساحت برگ	درصد پوشش سبز	تعداد غده مولد اسانس
عدم محلول پاشی	۲۶۹۳b	۸۳۷b	۱۳/۶۹b	۱۳۶۸b	۶۸b	۱۴۶/۱ b
محلول پاشی	۴۲۱۰a	۱۱۸۸a	۲۱/۴۰a	۲۰۱۲a	۷۵a	۱۸۸/۵ a

حروف مشابه در هرستون عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ را نشان می‌دهد.

جدول ۵: مقایسه میانگین برخی صفات نعنای فلفلی در تراکم‌های مختلف کاشت

تراکم بوته در مترمربع	عملکرد تر	عملکرد خشک	عملکرد اسانس	تعداد برگ	درصد پوشش سبز
۸	۲۱۵۲c	۷۴۸/۳c	۱۴/۶۱b	۲۰۷/۳a	۶۳/۸۳d
۱۲	۲۷۵۴c	۸۴۲/۳bc	۱۶/۶۵ab	۲۰۵/۴a	۷۰/۳۳c
۱۶	۴۰۱۰b	۱۰۳۷b	۱۷/۷۶ab	۱۹۱/۹b	۷۴/۱۷b
۲۰	۴۸۹۲a	۱۴۲۲a	۲۱/۱۵a	۱۸۶/۴b	۷۸/۶۷a

حروف مشابه در هرستون عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ را نشان می‌دهد.

جدول ۶: مقایسه میانگین صفات مربوط به اسانس نعنای فلفلی در دو چین

چین	عملکرد تر	عملکرد خشک	عملکرد اسانس	تعداد برگ در بوته	مساحت برگ در بوته	ارتفاع	تعداد گره در ساقه اصلی	درصد پوشش سبز	تعداد غده مولد اسانس
اول	۴۷۹۲a	۱۲۹۸a	۲۰/۰۲a	۲۳۲a	۱۶۱۵b	۵۸/۱a	۲۷/۲a	۷۷a	۱۱۸/۱ b
دوم	۲۱۱۲b	۷۲۸b	۱۵/۰۷b	۱۶۳b	۱۷۶۵a	۳۶/۳b	۱۹/۹b	۶۶a	۲۱۶/۴ a

حروف مشابه در هرستون عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ را نشان می‌دهد.

گیاه منجر به افزایش ذخایر مواد فتوسنتزی و نهایتاً افزایش میزان اسانس می‌شود. با افزایش تراکم گیاهی درصد پوشش سبز گیاه افزایش یافت که علت آن افزایش کارایی فتوسنتزی از طریق پوشش سریع کانوبی و دریافت هر چه بیش‌تر نور در ابتدای فصل و همچنین کاسته شدن خسارت علف‌های هرز می‌شود. این نتیجه‌گیری گزارش‌های دیگر پژوهش‌گران (افلاطونی ۲۰۰۵ و دی لالوز ۲۰۰۱) را تایید نمود که در تراکم‌های بالاتر درصد پوشش سبز- عملکرد تر و خشک افزایش یافت. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که در هر دو چین در اثر مصرف عناصر ریزمغذی مساحت برگ افزایش یافت. بورلینا و همکاران (۲۰۰۱) گزارش نمودند نوعی ارتباط بین سطح برگ و میزان اسانس وجود دارد. در نعنای فلفلی تعداد غدد ترشح‌کننده اسانس در برگ ثابت نیست و با گسترش سطح برگ افزایش می‌یابد.

آراباسی و بیایرام (۲۰۰۴) در پژوهش خود روی نعنای فلفلی گزارش نمودند CO_2 و گلوکز به عنوان پیش‌ماده مناسب در سنتز اسانس و به ویژه منوترپین‌ها مطرح است. با توجه به مطالب فوق به نظر می‌رسد که با افزایش سطح برگ، تعداد روزنه (به عنوان کانال‌های ورودی CO_2) و مقدار گلوکز (به عنوان نتیجه فرایند فتوسنتز) ازدیاد حاصل نموده و سوبسترای لازم در جهت تامین انرژی و سنتز ترکیب‌های موثر در اسانس فراهم می‌شود. بورلینا و همکاران (۲۰۰۱) گزارش نمودند که کاربرد محلول غذایی از طریق افزایش سطح برگ و فراهم نمودن زمینه مناسب جهت دریافت انرژی و نیز شرکت در ساختار کلروفیل و آنزیم‌های درگیر در متابولیسم کربن فتوسنتزی، موجب افزایش بازده فتوسنتزی می‌شود.

نتایج این پژوهش نشان داد که گیاه نعنای فلفلی در چین اول نسبت به چین دوم از رشد مطلوب‌تری برخوردار بود. دی لالوز و همکاران (۲۰۰۲) گزارش نمودند که نعنای فلفلی در چین اول نسبت به چین دوم بیش‌ترین بیوماس، درصد پوشش سبز و عملکرد اسانس را تولید نمود. که علت آن علاوه بر طول دوره رشد زیاد گیاه می‌تواند روزهای آفتابی با دمای هوای (۲۵-۲۲ درجه سانتی‌گراد) مناسب باشد که سبب فتوسنتز شده

محلول عناصر ریزمغذی ویژگی‌های رویشی، محتوا و عملکرد مواد موثره گیاهان دارویی و معطر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این پژوهش بیش‌ترین عملکرد اسانس در اثر محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی (۲۱/۴۰ لیتر در هکتار) به‌دست آمد. این مورد نشان می‌دهد که گیاه نعنای فلفلی می‌تواند در اثر استفاده از مواد ریزمغذی به‌دلیل نقش این مواد در کمیت و کیفیت مواد موثره گیاهان دارویی بیش‌ترین عملکرد اسانس را تولید نماید. سو و همکاران (۱۹۹۹) گزارش نمودند که بیش‌ترین عملکرد اسانس گونه‌های مختلف ریحان در اثر مصرف عناصر غذایی حاصل می‌گردد. مصرف عناصر غذایی به‌ویژه میکروالمنت‌ها باعث افزایش فعالیت‌های متابولیکی و بیوشیمیایی داخل گیاه می‌شود که در نتیجه عملکرد اسانس افزایش می‌یابد. در تراکم‌های بالاتر به‌دلیل قرار گرفتن تعداد بوته زیاد در واحد سطح عملکرد تر و خشک افزایش یافت. دی لالوز و همکاران (۲۰۰۲) در پژوهش خود روی نعنای فلفلی گزارش کردند که با افزایش تراکم گیاهی عملکرد خشک افزایش یافت همچنین آن‌ها اذعان داشتند که در چین اول بیش‌ترین عملکرد تر و خشک حاصل شد.

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش تراکم بوته عملکرد اسانس افزایش یافت. لازم به ذکر است که افزایش تراکم بوته عملکرد خشک را نیز تحت تأثیر قراردادده بود بنابراین افزایش عملکرد اسانس می‌تواند تحت تأثیر این عامل باشد.

در تراکم‌های پایین‌تر با افزایش فضای اختصاص یافته به هر بوته به علت افزایش دسترسی به منابع و در دسترس بودن فضای بیش‌تر برای توسعه جانبی، تعداد برگ در بوته افزایش می‌یابد. نتایج این پژوهش نشان داد که رابطه معنی‌داری بین عملکرد اسانس و مصرف عناصر ریزمغذی وجود دارد. رام و همکاران (۲۰۰۰) در پژوهش خود که محلول‌پاشی عناصر غذایی را روی گونه‌های مختلف نعنای انجام دادند گزارش نمودند که فتوسنتز و تولید فراورده‌های فتوسنتزی ارتباط مستقیمی با تولید اسانس دارد. این امر موید این مطلب است که در اثر محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی به‌دلیل تحریک رشد

است و بیشترین بیوماس و عملکرد اسانس را در چین اول تولید کرده است. همچنین نتایج حاصل از این پژوهش و گزارش آراباسی و بایرام (۲۰۰۴) نیز نشان داد که در چین اول ارتفاع گیاه بیش تر از چین دوم بود. هم-چنین در چین اول طول روز بلندتر بوده و میزان تابش نیز بیش تر بوده است. یانلی و همکاران (۱۹۹۷) نیز گزارش کردند که بیشترین میزان اسانس در نور کامل خورشید حاصل می شود. می توان چنین نتیجه گیری کرد که در صورت استفاده از عناصر ریزمغذی و با افزایش تراکم بوته، نعنای فلفلی می تواند بیشترین عملکرد اسانس را تولید نماید.

نتیجه گیری

محلول عناصر ریزمغذی ویژگی های رویشی، محتوا و عملکرد مواد موثره گیاهان دارویی و معطر را تحت تاثیر قرار می دهد. این مورد نشان می دهد که گیاه نعنای فلفلی می تواند در اثر استفاده از مواد ریزمغذی به-دلیل نقش این مواد در کمیت و کیفیت مواد موثره گیاهان دارویی بیشترین عملکرد اسانس را داشته باشد.

سپاسگزاری

از همکاری و مساعدت های جناب آقایان دکتر زهتاب سلماسی و دکتر جوانشیر و از مدیریت محترم گروه زراعت و اصلاح نباتات و از کادر اداری و اجرایی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز که در طول اجرای پژوهش زحمت کشیدند سپاسگزاری می نمایم.

منابع

- امید بیگی، ر. ۱۳۷۴. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد اول، انتشارات فکر روز.
- امیدبیگی، ر. ۱۳۷۶. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات طراحان نشر.
- جعفرزاده، ع.، نیشابوری، م. و اوستان، ش. ۱۳۷۷. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مطالعات تفصیلی ۲۶ هکتار از اراضی و خاک های ایستگاه تحقیقاتی تبریز، دانشگاه تبریز.
- درزی، م.، خدابنده، ن.، حاج سیدهادی، م. و یاسا، ن. ۱۳۸۰. بررسی اثر زمان کاشت و تراکم گیاه بر روی عملکرد بذر و کمیت و کیفیت ماده موثره گیاه دارویی رازیانه. اولین همایش ملی گیاهان دارویی ایران. صفحه ۱۵۱.
- رضایی‌نژاد، ع.، خادمی، ک. و یاری، م. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر دفعات آبیاری و فاصله ردیف بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز در خرم‌آباد. اولین همایش ملی گیاهان دارویی ایران. صفحه ۳۲.
- زرگری، ع. ۱۳۷۶. گیاهان دارویی. جلد چهارم. چاپ ششم. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۱۱.
- ملکوتی، م. ۱۳۷۹. اثرات مصرف متعادل کودها «نقش عناصر ریزمغذی» در بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی و محیط زیست. خلاصه مقالات دومین همایش ملی استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی.
- Aflatuni, A. 2005. The yield and essential oil content of mint (*Mentha* spp.) in Northern Ostrobothnia. Academic dissertation to be presented with the assent of the faculty of science. University of Oulu. pp: 1-50
- Arabaci, O. and Bayram, E. 2004. The effect of nitrogen fertilization a different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of basil (*Ocimum basilicum* L.) *Journal of Agronomy*, 3(4): 255-256.
- Borlina, M. N., Bovi, O. M., Granja, N. P. and Carmello, Q. A. 2001. Essential oil production and quality of *Mentha arvensis* L. grown in nutrient solution. *Acta Horticulturae*, 548: 181-188.
- Delaluz, L. A., Fiallo, V. F., Ferrada, C. R. and Borrego, G. M. 2002. Investigaciones agricolas an especies de uso frecuente enia medicina tradicional) 111. Toronjil de menthe (*Mentha piperita* L.) *Revcub plants Medicinales*, 702: 1-4.
- Demeyer, K. and Dejaegera, R. 2000. The influence of the Ca^{+2}/K^{+} Balance and light energy on alkaloid content and partitioning in (*Datura stramonium* L.). *Australian Journal of Botany*. 45(1): 801.
- Dorling, K. 1996. *The Encyclopedia of medicinal plants*, page 112.
- Douglas, J. A., Follett, J. M. and Heaney, A. J. 2002. The effect of plant density on the production of valerian root. *Acta Horticulturae*. No 426.
- Glyn, M. F. 2002. Mineral nutrition, production and Artemisin content in (*Artemisia annua* L.). *Acta Horticulturae*, No 426.
- Letchamo, W. Xu. and Gosselin, A. 1995. Photosynthetic potential of *Thymus vulgaris* selections under two light regimes and three soil water levels. *Scientia Horticulture*. 62: 89-101.
- GooKang, J. and vanIersel, M. W. 2004. Nutrient solution concentration affects shoot: root ratio, leaf area ratio, and growth of sub irrigated salvia (*Salvia splendens*). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 39(1): 49-54.
- Suh, E. and Park, K. 1999. Effect of different concentrations of nutrient solutions on the growth, yield, and quality of basil. *Acta Horticulturae*, 502: 56-61.
- Ram, M., Singh, R. and sang wan, R. S. 2000. Foliar applications of phosphate increase the yield of essential oil in menthol mint (*Mentha arvensis*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*. Vol. 43(10): 1263- 1268.
- Yonli, Li., Craker, L. E. and Potter, T. 1997. Effect of light level on essential oil production of sage (*saliva officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*) *Hort. Absts*. 67: 797.

Effects of microelements application and plant density on yield and morphological characteristics peppermint (*Mentha piperita*)

Heidari^{1*}, F., Zehtab², S. S., Javanshir³, A., Aliari³, H. and Dadpoor⁴, M. R.

Abstract

In order to study the effects of microelements application and plant density on yield and morphological characteristics. A field experiment was carried out during 2005-2006 at the Research farm of the University of Tabriz. In this research, the effects of four plant densities (8, 12, 16 and 20 plants/m²) and two microelement treatments (none spraying or spraying) on yield and essential oil production of peppermint were evaluated at two cuttings. These treatments were arranged in a factorial experiment on the bases of randomized complete block design (RCBD) with three replications and two-cutting analysis of compound variance (split plot on time). The results of first cutting showed that the foliar application of microelements increased fresh and dry matter, essential oil yield, leaf area and percentage of green cover. Also, in the first cutting fresh and dry matter, green cover percentage and essential oil production increased by increasing plant density. In the second cutting, the foliar application of microelement, fresh and dry matter, leaf area and green cover percentage increased. The highest green cover percentage was observed in 20 plant s/m². The results of two cutting indicated that peppermint plants grown better in first cutting than the second cutting. Plants harvested in first cutting had higher height, green cover percentage; fresh and dry yield and essential oil yield, but had lower bush and leaf essential oil.

Keywords: Essential oil, Microelement, Peppermint, Plant density, Yield

1, 2 And 3. M.Sc.expert, Associate Professor and Assistant Professors respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz

4. Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz

*. *Corresponding Author*
