



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۳
صفحه‌های ۴۳-۵۴

بررسی فاصله کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و برخی صفات مورفولوژی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.)

ایراندخت منصورى*

مری، گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۲۷

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۲/۲۹

چکیده

به منظور بررسی تغییرات عملکرد نعناع فلفلی در برخی شرایط زراعی، آزمایشی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری طی سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ به صورت طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی، فاصله کاشت در سه سطح (۵۰×۱۰، ۵۰×۲۰، ۵۰×۳۰ سانتی‌متر) و فاکتور فرعی، محلول پاشی با کود ریزمغذی گرین مور^۱ در دو سطح (محلول پاشی با غلظت دو در هزار و عدم محلول پاشی) بود. برداشت در دو زمان صورت گرفت. نتایج نشان داد که اثر زمان برداشت بر ارتفاع گیاه، عملکرد اسانس، درصد اسانس و وزن خشک گیاه در سطح یک درصد معنادار بود و نعناع فلفلی در برداشت اول، رشد بهتری داشت، به طوری که بیشترین عملکرد اسانس (۱۹/۱ لیتر در هکتار) و وزن خشک گیاه (۱۱۲۱/۳ کیلوگرم در هکتار) در برداشت اول به دست آمد. محلول پاشی بر وزن تر گیاه (۳۳۲۱/۳ کیلوگرم در هکتار)، وزن خشک گیاه (۹۸۷/۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۱۹/۶۳ لیتر در هکتار) در سطح ۵ درصد معنادار بود. حداکثر وزن خشک (۱۰۱۵/۵ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۲۰/۳۱ لیتر در هکتار) در فاصله کاشت ۵۰×۲۰ سانتی‌متر به دست آمد. برای دستیابی به حداکثر اسانس در نعناع فلفلی، فاصله کاشت ۵۰×۲۰ سانتی‌متر با استفاده از محلول پاشی توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اسانس، عملکرد خشک، عناصر ریزمغذی، فاصله کاشت، نعناع فلفلی.

1. Green more

۱. مقدمه

در دو دهه اخیر، همگام با رشد شیوه‌های درمانی مکمل یا جایگزین، گیاه‌درمانی هم مورد توجه مردم و جوامع پزشکی قرار گرفته و در نتیجه، کاشت این گیاهان به صورت انبوه ضرورت یافته است [۶، ۸]. گیاه نعناع فلفلی از جمله گیاهان دارویی است که به واسطه تأثیرات دارویی متعدد از دیرباز توجه محققان را به خود معطوف داشته [۱] و مصرف این گیاه در اشکال مختلف دارویی، غذایی و بهداشتی، سبب امتیاز این گیاه بر سایر گیاهان دارویی شده است [۳]. به طور کلی در کاشت گیاهان دارویی، استفاده از تکنیک‌های زراعی و عوامل محیطی به منظور افزایش مقدار مواد مؤثر ضرورتی بدیهی است [۲۵، ۳۳].

یکی از روش‌های به زراعی برای به حداقل رساندن رقابت و در نتیجه افزایش عملکرد، نحوه توزیع گیاهان در سطح مزرعه است [۲]. فاصله بین ردیف‌های کاشت و فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف‌های کاشت از عوامل اصلی تعیین‌کننده فضای رشد قابل استفاده هر بوته و مقدار دریافت نور است [۱۷]. هرگاه توزیع بوته‌ها در واحد سطح به گونه‌ای باشد که نور بیشتری به درون جامعه گیاهی نفوذ کند، مقدار فتوسنتز کل تولیدشده و عملکرد بیولوژیک توسط آن جامعه افزایش می‌یابد [۲۴]. تراکم‌های به نسبت زیاد بوته در واحد سطح، سبب افزایش رقابت بین و درون بوته‌ای برای رفع نیازهای محیطی، سایه‌اندازی بیشتر برگ‌ها روی یکدیگر و نفوذ کمتر نور در پوشش گیاهی می‌شود [۱۲]. طی آزمایشی در زمینه تأثیر نوع رقم و فاصله کاشت بر خواص کمی و کیفی نوعی سوسن^۱ بین فواصل ۱۰×۱۰، ۱۵×۱۰، ۲۰×۲۰، ۱۵×۲۰ و ۱۵×۱۵، بهترین شاخص‌های کیفی و کمی برای دو رقم استفاده شده، در فاصله کاشت ۱۵×۲۰ سانتی‌متر مشاهده شد [۳۴].

1. *Lilium longiflorum*

محققان دیگر نشان دادند که فاصله ردیف ۲۵ و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر، سبب افزایش عملکرد وزن خشک کل در واحد سطح در بابونه آلمانی^۲ شد و با افزایش فاصله ردیف‌های کاشت و کاهش تراکم و پوشش گیاهی، فضای بیشتری در اختیار گیاهان قرار گرفت و به دلیل کاهش شرایط رقابتی برای نور، رطوبت و مواد غذایی و در نتیجه تغذیه بهتر، ساقه‌های فرعی بیشتری تولید شد و در نهایت وزن خشک بوته افزایش یافت [۱۵]. فواصل ۳۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۳۰ سانتی‌متر بین بوته-های بابونه روی ردیف، بهترین عملکرد گل و اسانس را به دنبال دارد [۳۶]. اثر سه فاصله کاشت بین ردیف ۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر در گیاه دارویی ماریتیغال (خارمریم)^۳ بررسی شد که بر این اساس، مقدار عملکرد بذر، روغن و سلیمارین (در واحد سطح) در فاصله ۲۰ سانتی‌متر، بیشتر از فواصل ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر بود [۳۱].

تراکم کاشت، عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای به حداکثر رساندن دریافت تشعشع، ایجاد فاصله مناسب بین بوته‌ها مهم و حیاتی محسوب می‌شود [۱۳، ۱۶، ۳۷]. عناصر ریزمغذی در گیاهان به مقدار کم استفاده می‌شوند، اما آثار مهمی بر جا می‌گذارند. این عناصر در صورت کمبود، گاهی محدودکننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد هستند و همین موضوع، لزوم توجه بیشتر به کاربرد آنها را مشخص می‌کند [۱]. طی تحقیقی، تأثیر سطوح متفاوت عناصر ریزمغذی بر وزن خشک ریحان^۴ گزارش شد. در این آزمایش مشخص شد که کاربرد عناصر ریزمغذی بر کیفیت اسانس و مقدار مواد مؤثر مثل آرتیمیزینین^۵ و آرتیمیزیک اسید^۶ تأثیر گذاشت [۲۱]. یون‌های فلزی همچون آهن، روی، مس، منگنز و منیزیم

2. *Matricaria chamomilla*
3. *Silybum marianum* L.
4. *Ocimum basilicum* L.
5. Artemisinin
6. Artemisic acid

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تغییرات عملکرد نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) در برخی شرایط زراعی، آزمایشی در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۳ دقیقه، طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۶ دقیقه و ارتفاع ۴۰ متر از سطح دریا، طی سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد. ابتدا از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری زمین کاشت نمونه خاک تهیه و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک تعیین شد (جدول ۱) و با توجه به آزمایش‌های انجام گرفته، ۷۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر و ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به خاک اضافه شد. آزمایش به صورت طرح اسپلینت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی، فاصله کاشت در سه سطح (فواصل ۵۰×۱۰، ۵۰×۲۰، ۵۰×۳۰ سانتی متر) و فاکتور فرعی، محلول پاشی با عناصر ریزمغذی در دو سطح (محلول پاشی با کود ریزمغذی با غلظت دو در هزار و عدم محلول پاشی) بود. برای محلول پاشی از کود ریزمغذی گرین مور با ترکیب [آهن (پنج درصد)، منگنز (۰/۰۶ درصد)، روی (دو درصد)] دو بار طی رشد رویشی و به فاصله یک ماه استفاده شد. این کود به صورت کلات EDTA (اتیلن دی آمین تترا استیک اسید) است. ابعاد هر کرت آزمایشی ۴ × ۲/۵ متر مربع، فاصله بین کرت‌های هر بلوک ۰/۵ متر و فاصله بین کرت‌های بلوک‌های مجاور دو متر بود. در هر کرت آزمایشی، شش خط کاشت به فاصله نیم متر وجود داشت. کاشت نعناع فلفلی توسط قلمه ساقه (ریشه‌دار) در اول آبان صورت گرفت (نعناع فلفلی را در بهار می‌کارند، اما این گیاه را در مناطق دارای زمستان‌های ملایم، می‌توان در پاییز کاشت) و هر قلمه دارای دست‌کم دو گره بود.

به عنوان کوفاکتور در ساختمان بسیاری از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت دخالت دارند [۲۱]. نتایج مطالعات دیگری حاکی از آن است که تحت شرایط کمبود عناصر ریزمغذی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت کاهش، و در نتیجه حساسیت گیاهان به تنش‌های محیطی افزایش می‌یابد [۲۴]. در آزمایشی، خسارت تنش اکسیداتیو بر بخش‌های مختلف سلول در شرایط کمبود روی در خاک گزارش شده است [۱۱].

نعناع فلفلی در طول رویش و تولید مواد مؤثر به مقدار زیادی از عناصر غذایی نیاز دارد و تحقیقات نشان می‌دهد که مقادیر مناسب از عناصر ریزمغذی به مقدار شایان توجهی سبب افزایش اسانس نعناع می‌شود [۲، ۱۲]. محققان گزارش کردند که محلول پاشی با سولفات روی در نعناع فلفلی سبب افزایش بیوستنز متول به مقدار ۱۵ تا ۱۸ درصد می‌شود [۲۴]. در آزمایشی دیگر، افزایش ۲/۳ در صدی مقدار اسانس برگ نعناع در اثر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی گزارش شد [۱۲]. از جمله عوامل مهم اثرگذار بر مقدار ترکیب‌های مؤثر گیاهان که باید هنگام جمع‌آوری در نظر گرفته شود، زمان برداشت است [۲]. کمیت و کیفیت اسانس در گیاه در زمان‌های مختلف، بسیار متفاوت است و باید در زمان مناسب، اندام دارای بیشترین کمیت و کیفیت اسانس را جمع‌آوری کرد [۱]. در آزمایشی، اثر سه زمان برداشت (قبل، هنگام و بعد از گلدهی) بر مقدار اسانس نعناع فلفلی بررسی و بیشترین مقدار اسانس در زمان گلدهی حاصل شد [۶].

هدف از پژوهش حاضر، بررسی فواصل کاشت، نقش عناصر ریزمغذی و رابطه این دو فاکتور بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ در بوته، تعداد گره در ساقه، عملکرد اسانس و عملکرد پیکر رویشی خشک و تر در نعناع فلفلی بود.

به همراه ۴۰۰ میلی‌گرم آب مقطر در بالن به مدت ۱۲۰ دقیقه جوشانده شد و سپس با توجه به اینکه اسانس نعناع فلفلی سبک‌تر از آب است و به صورت یک لایه روغن بر روی آب قرار می‌گیرد، این اسانس جمع‌آوری و حجم آن براساس میلی‌لیتر [(۱۰۰ × $\frac{\text{وزن اسانس به دست آمده}}{\text{وزن مواد گیاهی اولیه}}$)] = بازده اسانس] محاسبه شد. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از برنامه نرم‌افزاری MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

۳. نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر متقابل فاصله کاشت و عناصر ریزمغذی بر وزن تر، وزن خشک، درصد اسانس برگ و درصد اسانس بوته معنادار بود (جدول ۲). حداکثر مقدار صفات یادشده در فاصله کاشت ۵۰×۲۰ سانتی‌متر با استفاده از عناصر ریزمغذی و کمترین مقدار آن در فاصله کاشت ۵۰×۳۰ سانتی‌متر بدون کاربرد عناصر ریزمغذی به دست آمد (جدول ۳). در فاصله کاشت ۵۰×۱۰ سانتی‌متر با وجود تعداد بیشتر بوته در واحد سطح، عملکرد اسانس کاهش یافت، زیرا رقابت بین گیاهان در واحد سطح سبب کاهش دستیابی آنها به منابع محیطی شد [۲۳] و در نتیجه آن، وزن خشک و عملکرد اسانس در گیاه کاهش یافت. در بین همه عوامل مؤثر در رقابت، نور مهم‌ترین عامل است، زیرا برخلاف سایر منابع، هیچ گونه منبع ذخیره‌ای برای نور وجود ندارد [۴] و رقابت بر سر نور زمانی اتفاق می‌افتد که یک بوته به مدت طولانی بر بوته دیگر سایه‌اندازی کند و مانع نفوذ نور به داخل کانوپی شود [۱]. در زیره سبز^۲ متناسب با افزایش تراکم گیاهی، عملکرد اسانس در هر بوته کاهش می‌یابد [۳].

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم برگردان، دیسک و روتاری بود و قلمه‌ها در عمق پنج سانتی‌متری خاک کاشته شد. آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام گرفت و از طریق حذف بوته‌های اضافی به وسیله قیچی باغبانی، فاصله کاشت دلخواه به دست آمد. محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی در مرحله رشد رویشی انجام گرفت و یک ماه بعد تکرار شد. برای سهولت محلول‌پاشی و افزایش دقت، از سمپاش دستی استفاده شد تا محلول‌پاشی روی گیاه به‌طور یکنواخت صورت گیرد. برای جلوگیری از تأثیر نامطلوب نور خورشید بر خواص محلول، محلول‌پاشی عصرها بعد از غروب آفتاب اجرا شد. مزرعه بعد از محلول‌پاشی آبیاری شد تا گیاه، محلول به‌کاررفته را سریع‌تر و آسان‌تر جذب کند. عملیات وجین بدون استفاده از سموم شیمیایی و به صورت دستی و دو بار طی برداشت اول و دو بار طی برداشت دوم انجام گرفت. برداشت در مرحله ۱۵ درصد گلدهی و توسط قیچی باغبانی در دو مرحله (برداشت اول در اواخر خرداد و برداشت دوم در اواخر مهر) انجام گرفت. برای برداشت، ۰/۵ متر از بالا و پایین هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه حذف شد و از دو ردیف میانی هر کرت ۸ بوته از سطح ۷ سانتی‌متری خاک قطع شد و پس از محاسبه وزن تر پیکر رویشی توسط ترازوی صحرایی برای تعیین وزن خشک پیکر رویشی، از هر کرت آزمایشی، نمونه‌های ۵۰۰ گرمی تهیه و در پاکت کاغذی به آزمایشگاه منتقل گردید و در آن در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد [۳] به مدت ۴۸ ساعت خشک شد و سپس وزن خشک آنها محاسبه شد.

برای استخراج اسانس موجود در برگ و بوته گیاه نعناع فلفلی از دستگاه اسانس‌گیر^۱ استفاده شد، به این صورت که ۱۰۰ گرم از نعناع خشک‌شده از هر تیمار توزین شد و

2. Cuminum cyminum

1. Celevenger

بررسی فاصله کاشت و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و برخی صفات مورفولوژی نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.)

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش

عمق (سانتی متر)	درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع	کربن آلی	ماسه	لای رس	بافت	مگنیز روی			پتاسیم		
								آهن	مگنیز	روی	قابل جذب	قابل جذب	
								(ppm)			(%)		
۰-۳۰	۵۵	۰/۶۸	۷/۷۴	۱/۲۹	۳۹	۳۱	۳۰	Clay loam	۱۰/۱	۸/۵	۱/۶	۲۱۰	۲/۲۲

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده نعنای فلفلی در دو برداشت

میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع ساقه (cm)	عملکرد پیکر رویشی خشک (Kg ha ⁻¹)	درصد اسانس برگ (%)	درصد اسانس بوته (%)	عملکرد اسانس (Lit ha ⁻¹)
تکرار	۳	۳۹/۳۴	۶۵۶۳۵۴/۴**	۰/۳۴۲ns	۱/۴۱ns	۱۲۱/۱۱*
عناصر ریزمغذی	۱	۳۴۱/۴*	۱۲۳۷۶/۵۴**	۶/۵۳۲**	۰/۶۱*	۶۱/۶**
فاصله کاشت	۲	۵۴۳/۶۰**	۲۰۶۵۴/۴۳**	۰/۳۰۲**	۰/۵۷*	۸۹/۷*
عناصر ریزمغذی × فاصله کاشت	۲	۱۹/۵۶ ns	۶۵۴۲/۱۲۷۸*	۰/۰۴۳*	۱۳/۴۳۱*	۱۳/۴۳۱*
خطا	۱۴	۹/۲۱	۸۷۶۵۳/۴۳	۰/۲۱۱	۳۱/۴۱	۳۱/۴۱
برداشت	۱	۲۴۱/۳۱**	۳۲۱۶۷۸/۲۳**	۱/۴۳۳**	۳۲۱/۳۳**	۳۲۱/۳۳**
تکرار × برداشت	۳	۲۶/۹۰ ns	۵۴۳۴۱/۵۱ ns	۰/۰۲۱ ns	۳۱/۵ ns	۳۱/۵ ns
عناصر ریزمغذی × برداشت	۱	۱۸/۴۵ ns	۱۲۴۵۶/۱۲۳ ns	۰/۰۲۳ ns	۲۳/۴۱ ns	۲۳/۴۱ ns
فاصله کاشت × برداشت	۲	۷۱/۳۴ ns	۷۶۴۲۱/۶۷ ns	۰/۱۱۱ ns	۶۵/۹ ns	۶۵/۹ ns
فاصله کاشت × برداشت × عناصر ریزمغذی	۲	۶۸/۶۳ ns	۸۷۴۳۲/۶۵ ns	۰/۰۲۳ ns	۳/۳۳۱ ns	۳/۳۳۱ ns
خطا	۱۴	۳/۴۳	۶۵۴۳۲/۹۷	۰/۱۳۳	۱۷/۸	۱۷/۱۹
ضریب تغییرات		۱۶/۱	۱۳/۱۲	۱۴/۱	۹/۸	۱۲/۱۳

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنادار و اختلاف معنادار در سطوح ۵ و ۱ درصد هستند.

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۳

جدول ۳. بررسی اثر متقابل فاصله کاشت و عناصر ریزمغذی بر برخی صفات مورفولوژیک و اسانس نعناع فلفلی

عدم محلول پاشی				محلول پاشی				فاصله کاشت
میانگین	میانگین	وزن خشک	وزن تر پیکر	میانگین	میانگین	وزن خشک	وزن تر	
اسانس	اسانس	پیکر رویشی (Kg ha ⁻¹)	رویشی (Kg ha ⁻¹)	اسانس	اسانس	پیکر رویشی (Kg ha ⁻¹)	پیکر رویشی (Kg ha ⁻¹)	
(%)	(%)			(%)	(%)			
۱/۲۰ ^b	۱/۴۰ ^b	۸۲۵/۸ ^b	۲۵۵۱/۲۶ ^b	۱/۳۱ ^b	۱/۷۴ ^b	۱۲۵۲/۳۳ ^b	۳۳۱۰/۳۲ ^b	۵۰×۱۰
۱/۴۰ ^a	۱/۶۷ ^a	۱۱۲۳/۹ ^a	۳۲۱۴/۵۶ ^a	۱/۸۰ ^a	۲/۰۳ ^a	۱۵۵۲/۱۲ ^a	۳۶۴۲/۲۴ ^a	۵۰×۲۰
۰/۹۸ ^c	۱/۰۱ ^c	۷۳۱/۶ ^c	۲۰۱۲/۰۴ ^c	۱/۰۳ ^c	۱/۰۶ ^c	۱۰۵۰/۱۰ ^c	۳۲۱۰/۵۱ ^c	۵۰×۳۰

میانگین تیمارهای هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد هستند.

بستگی زیادی به رژیم‌های نوری دارد. در مطالعات درباره جنبه‌های اکولوژیکی جمعیت‌های گیاهی نیز نشان داده شده است که تراکم بوته و رقم با تأثیر بر K (ضریب استهلاک نور)، بر اهمیت نسبی رقابت بین و درون‌گونه‌ای تأثیر می‌گذارند [۱۸، ۲۴]. برای به حداقل رساندن این رقابت‌ها و حصول عملکرد مطلوب، انتخاب حد مناسب تراکم گیاهی و نحوه توزیع بوته‌ها در واحد سطح از طریق تنظیم الگوی کاشت اهمیت زیادی دارد. به‌هرحال، برای به حداکثر رساندن دریافت تشعشع، ایجاد فاصله مناسب بین بوته‌ها مهم و حیاتی است [۳۷، ۳۹]. برخلاف رقابت بر سر سایر منابع همچون آب که می‌توان آن را با آبیاری به حداقل رساند، کاهش رقابت بر سر نور تا حدی مشکل است و چندان کنترل‌شدنی نیست [۳۰] و گیاهان با فراهم بودن نور کافی می‌توانند به حداکثر ظرفیت فتوسنتزی خود دست یابند [۵، ۱۵].

محلول پاشی سبب افزایش وزن خشک پیکر رویشی گیاه و عملکرد اسانس و درصد اسانس در گیاه شد (جدول ۴).

اثر فاصله کاشت، عناصر ریزمغذی و برداشت بر وزن خشک پیکر رویشی گیاه، عملکرد اسانس و درصد اسانس معنادار بود. در فاصله کاشت ۵۰×۳۰ سانتی‌متر، به‌علت وجود فاصله زیاد بین گیاهان، تعداد گیاه موجود در واحد سطح، پوشش گیاهی لازم برای استفاده حداکثری از منابع محیطی را فراهم نکرد، اما در فاصله کاشت ۵۰×۲۰ سانتی‌متر تعداد مناسب گیاهان در واحد سطح سبب شد فضای بیشتری در اختیار هر بوته قرار گیرد؛ در نتیجه رقابت بین بوته‌ها کاهش یافت و گسترش بوته‌ها به اطراف بیشتر شد و فرصت بیشتری برای رشد تک‌بوته به‌وجود آمد که سبب استفاده حداکثری گیاه از شرایط محیطی و افزایش وزن تر و خشک گیاه شد. تعداد برگ در گیاه نیز بیشتر شد و به تبع آن درصد اسانس نیز افزایش یافت [۶، ۲۷]، زیرا نوعی ارتباط بین سطح برگ و مقدار اسانس وجود دارد و در نعناع فلفلی، تعداد غدد ترشح‌کننده در برگ ثابت نیست و با گسترش سطح برگ افزایش می‌یابد [۲۱، ۲۸]. محققان نیز گزارش کردند که بیوسنتز اسانس

جدول ۴. مقایسه میانگین تأثیرات ساده فاصله کاشت، عناصر ریزمغذی و زمان برداشت بر وزن خشک پیکر رویشی (کیلوگرم در هکتار)، درصد اسانس و عملکرد اسانس (لیتر در هکتار) در گیاه نعناع فلفلی

عملکرد اسانس (L/ha)	مقدار اسانس گیاه (%)	عملکرد پیکر رویشی خشک در واحد سطح	عملکرد پیکر رویشی تر در واحد سطح (Kg/ha)	فاصله کاشت
۱۵/۶۰ c	۲/۴۴a	۷۶۲/۷b	۳۰۱۰/۳۰b	۵۰ × ۱۰
۲۰/۳۱ a	۲/۱۴a b	۱۰۱۵/۵a	۳۴۱۲/۰۲a	۵۰ × ۲۰
۱۸/۲۱ b	۱/۵۲ b	۶۲۵/۳۱c	۲۹۹۸/۰۳c	۵۰ × ۳۰
عناصر ریزمغذی				
۱۲/۴۳ b	۱/۶۳b	۷۶۹/۷b	۳۰۱۱/۰۱b	عدم محلول پاشی
۱۹/۶۳a	۱/۹۹a	۹۸۷/۸a	۳۳۲۱/۳۳a	محلول پاشی
برداشت				
۱۹/۱a	۱/۰۷b	۱۱۲۱/۳a	۳۵۱۱/۲۱a	برداشت اول
۱۲/۳b	۱/۲۱a	۱۰۰۹/۲b	۳۱۴۰/۰۸b	برداشت دوم

میانگین تیمارهای هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد هستند.

برداشت اول تولید کرد. افزایش عملکرد اسانس و وزن خشک گیاه در برداشت اول به علت دوره رشد طولانی تر، همراه با روزهای آفتابی با دمای هوای مناسب و طول روز بلندتر، سبب افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش عملکرد اسانس شد [۲۱].

در نعناع فلفلی با افزایش سطح برگ، تعداد غدد ترشح کننده در برگ افزایش می یابد و یکی از راه های افزایش سطح برگ، استفاده کافی از عناصر غذایی مناسب است [۲۹، ۳۸]. با توجه به اینکه برگ ها اصلی ترین اندام های فتوسنتزی هستند، عناصر غذایی سبب افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش فتوسنتز می شوند [۱۹، ۲۷]. در برداشت دوم در مقایسه با برداشت اول، به دلیل افزایش دامنه تغییرات دما، اسانس بیشتری در گیاه نعناع فلفلی تولید شد [۲۱]. همچنین احتمالاً اختلاف بیشتر دمای شب

با استفاده از کود، تولید آسیمیلات ها و همچنین جذب آب در گیاه افزایش یافت، بوته ها رشد و توسعه بیشتری پیدا کردند و در نتیجه وزن خشک گیاه افزایش یافت [۱۰، ۳۶]. وزن خشک بوته به عنوان یکی از نشانه های مهم وضعیت رشدی گیاه مدنظر است. افزایش وزن خشک بوته، نشان دهنده موفقیت بیشتر گیاه در فتوسنتز به دلیل فراهم بودن شرایط رشدی مناسب تر بود. تحقیقات نشان داد که کود از طریق افزایش سطح برگ و فراهم کردن زمینه مناسب برای دریافت انرژی و نیز شرکت در ساختار آنزیم های درگیر در متابولیسم کربن فتوسنتزی، موجب افزایش بازده فتوسنتزی و عملکرد اسانس در نعناع فلفلی شد [۸].

نتایج حاصل از دو برداشت نشان داد که نعناع فلفلی در برداشت اول از رشد مناسب تری برخوردار بود (جدول ۴). این گیاه بیشترین عملکرد خشک و عملکرد اسانس را در

نمی‌گیرد. از طرف دیگر با افزایش تراکم، کیفیت نور دریافتی تغییر می‌کند، به طوری که نور قرمز توسط برگ‌های بالایی جذب می‌شود و مقدار نور مادون قرمز در پایین سایه‌انداز افزایش می‌یابد؛ مجموع این عوامل سبب افزایش طول میانگره و ارتفاع بوته‌ها می‌شود [۳۹]. با آنکه در این برداشت بیشترین تعداد برگ در بوته در فاصله کاشت ۵۰×۲۰ سانتی‌متر بود، تفاوت معناداری با الگوی کاشت ۵۰×۳۰ سانتی‌متر نداشت. کمترین تعداد گره ساقه اصلی در فاصله کاشت ۵۰×۱۰ سانتی‌متر و بیشترین تعداد گره در ساقه اصلی در فاصله کاشت ۵۰×۲۰ سانتی‌متر بود. بیشترین تعداد برگ در بوته نیز در فاصله کاشت ۵۰×۲۰ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۵). دلیل این موضوع فراهم بودن شرایط مناسب رشد در نتیجه کم شدن رقابت بین گیاهان در این فاصله کاشت است که سبب افزایش تعداد گره در ساقه اصلی و افزایش تعداد برگ در بوته شد که با نتیجه محققان دیگر مطابقت دارد [۲۱].

و روز در زمان چین دوم در مقایسه با چین اول به‌عنوان یک تنش از دلایل این وضعیت بود [۲۰]. نتایج نشان داد که در برداشت اول، اثر فاصله کاشت و محلول‌پاشی بر ارتفاع، تعداد برگ در بوته، تعداد گره در ساقه، وزن خشک، مقدار اسانس و عملکرد اسانس معنادار بود (جدول ۵). بیشترین ارتفاع بوته در فاصله کاشت ۵۰×۱۰ سانتی‌متر به‌دست آمد.

افزایش ارتفاع در این فاصله کاشت به دلیل واکنش گیاه برای دریافت نور است، زیرا به‌علت تراکم بیشتر گیاه در این فاصله کاشت، نور کمتر به داخل جامعه گیاهی وارد می‌شود [۲۰، ۳۹]. در آزمایشی، اثر افزایش تراکم گیاهی در کاهش تعداد شاخه و افزایش ارتفاع بوته در گیاه نعنای فلفلی گزارش شد [۳۸]. در تحقیق درباره گیاه ریحان مشاهده شد که با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، به‌علت افزایش فاصله میانگره، ارتفاع افزایش یافت [۷]. با افزایش تراکم بوته، مقدار نوری که به کف سایه‌انداز می‌رسد کمتر می‌شود و تخریب نوری اکسین صورت

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی نعنای فلفلی تحت تأثیر تیمارهای اعمال‌شده در برداشت اول

تیمار	ارتفاع ساقه (cm)	تعداد برگ در بوته	تعداد گره در ساقه اصلی	وزن خشک (Kg ha ⁻¹)	مقدار اسانس (%)	عملکرد اسانس (Lit ha ⁻¹)
فاصله کاشت						
۵۰×۱۰	۶۸/۸۷ a	۴۹۸/۶۷ c	۱۴/۷۸ c	۹۹۸/۷۸ ab	۰/۹۸ b	۱۶/۶۸ c
۵۰×۲۰	۶۵/۵۲ b	۶۵۳/۸۹ a	۱۶/۵۴ a	۱۰۲۱/۸۷ a	۱/۵۵ a	۲۲/۲۱ a
۵۰×۳۰	۵۸/۴۹ c	۵۸۹/۵۴ ab	۱۵/۹۸ b	۸۹۷/۱۹ c	۱/۲۸ c	۱۹/۵ b
عناصر ریز مغذی						
محلول‌پاشی	۶۹/۳۴ a	۶۸۷/۶۹ a	۱۶/۷۶ a	۱۱۱۰/۸۹ a	۱/۵۶ a	۲۱/۱۴ a
عدم محلول‌پاشی	۶۷/۸۶ b	۵۸۷/۹۳ b	۱۵/۱۳ b	۶۹۸/۶۸ b	۰/۹۹ b	۱۳/۳۴ b

میانگین تیمارهای هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد هستند.

جدول ۶. مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی نعناع فلفلی تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده در برداشت دوم

تیمار	ارتفاع ساقه (cm)	تعداد برگ در بوته	تعداد گره در ساقه اصلی	وزن خشک (Kg ha ⁻¹)	مقدار اسانس (%)	عملکرد اسانس (Lit ha ⁻¹)
فاصله کاشت						
۵۰×۱۰	۲۹/۲۷ a	۲۵۵/۶۷ b	۱۱/۱۸ c	۷۱۸/۱۸ b	۲/۳۲ b	۸/۸۸ b c
۵۰×۲۰	۲۸/۶۷ ab	۳۵۳/۳۹ a	۱۴/۵۴ a	۸۲۶/۶۵ a	۲/۴۵ a	۱۱/۲۱ a
۵۰×۳۰	۲۶/۹۲ c	۲۸۹/۵۴ b	۱۳/۹۸ b	۶۸۹/۱۹ b c	۱/۹۸ c	۹/۰۵ b
عناصر ریزمغذی						
محلول پاشی	۲۵/۱۴ a	۲۸۷/۱۶ a	۱۴/۱۶ a	۸۲۴/۸۱ a	۲/۵۹ a	۱۲/۲۴ a
عدم محلول پاشی	۱۹/۴۶ b	۱۹۵/۱۳ b	۱۲/۱۵ b	۶۹۸/۶۸ b	۱/۶۵ b	۹/۱۷ b

میانگین تیمارهای هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد هستند.

حداکثر بهره‌برداری از انرژی خورشید توسط تاج گیاه است؛ به عبارتی اگر از انرژی خورشید حداکثر استفاده شود، جذب نور و کارایی مصرف نور فزونی یافته و با نفوذ نور در سطوح مختلف کانوپی، فتوسنتز، بیوماس تولیدی و عملکرد افزایش می‌یابد.

استفاده از عناصر ریزمغذی نیز سبب بهبود رشد و افزایش اسانس در گیاه شد. عناصر ریزمغذی برای رشد طبیعی گیاهان ضروری هستند و در واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند. فراهم کردن حاصلخیزی مناسب خاک با استفاده متعادل از کودهای شیمیایی و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، از جنبه‌های مهم مدیریت زراعی برای دستیابی به بیشترین عملکرد و کیفیت مطلوب محصولات زراعی و به حداقل رساندن تأثیرات زیانبار آنها بر محیط زیست است.

منابع

۱. امید بیگی ر (۱۳۸۴) رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد اول، انتشارات فکر روز. ۲۱۵ صفحه.

در برداشت دوم نیز اثر فاصله کاشت و محلول پاشی بر ارتفاع، تعداد برگ در بوته و تعداد گره در ساقه معنادار بود (جدول ۶). با آنکه بیشترین ارتفاع گیاه در این برداشت در فاصله کاشت ۵۰×۱۰ سانتی‌متر مشاهده شد، اختلاف آماری معناداری با فاصله کاشت ۵۰×۲۰ سانتی‌متر نداشت. بیشترین تعداد برگ در ساقه اصلی و تعداد گره در ساقه اصلی در این برداشت در فاصله کاشت ۵۰×۲۰ سانتی‌متر مشاهده شد.

۳.۱. نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس نتایج به دست آمده، بهترین فاصله کاشت برای نعناع فلفلی ۵۰×۲۰ سانتی‌متر با استفاده از عناصر ریزمغذی است. از آنجا که در این تراکم فضای بیشتری در اختیار هر بوته قرار می‌گیرد، رقابت بین بوته‌ها کمتر است و از این‌رو گسترش بوته‌ها به اطراف بیشتر می‌شود و فرصت بیشتری برای رشد تک‌بوته وجود دارد. بنابراین تعداد برگ بیشتری در این تراکم تولید می‌شود و به تبع آن مقدار اسانس تولیدی افزایش می‌یابد. تعیین تراکم مطلوب، از اهداف اصلی در مدیریت زراعی به منظور استفاده بهینه از زمین و

- waste compost and vermicompost on yield and yield components of *Plantago Ovata*. Iranian Medicinal and Aromatic Plants. 3(2): 180-18.
10. Awad AE and Kamel AE (2009) Effect of spacing treatments on the growth and oil yield of *Magrana hortensis*, Zagazing. Agricultural Research. 4(3): 109-120.
 11. Brown B (2003) Mint soil fertility research in the PNW. Western Nutrients Management Conference. 5:54-60.
 12. Carlos VF and Kelly S (2004) Nutrition mineral growth and essential oil content of mint in nutrient solution under different phosphorus concentrations. Horticulture Brasilia. 22(3): 573-578.
 13. Cakmak I (2000) Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by eractive oxygen species. New phytologist. 146(2): 85-200.
 14. Clark, RJ and Menary R (2012) The effect of irrigation and nitrogen on the yield and composition of peppermint oil (*Mentha piperita* L.) . Australian Agricultural Research. 31(3): 489-498.
 15. Colquhoun JD, Stoltenberg E, Binning TK and Boer boom CM (2007) Phenology of common Lambesqurter growth parameters. Weed Science. 4: 177-183.
 16. Dedham AR, Kafi M and Rasam GH (2009) The effect of planting date and plant density on growth traits, yield quality and quantity of matricaria (*Matricaria Chamomilla*). Iranian Horticultural. Science. 23 (2): 100-107.
 17. Data PK and Sing A (1964) Effect of different spacing on fresh flower and oil yield of *Matricaria chsmomilla*. Indian Agronomy Journal. 9 (1): 11-20.
 ۲. امید بیگی ر (۱۳۷۶) رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات فکر روز، ۴۳۸ صفحه.
 ۳. رضایی م، خاوری نژاد ر و نیاکان م (۱۳۷۹) تأثیر کودهای شیمیایی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه نعناع فلفلی در مرحله رویشی و زایشی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. (۱): ۱-۱۴.
 ۴. زند آ، کوچکی ع و نصیری محلاتی م (۱۳۸۲) بررسی روند تغییرات ساختمان کانوبی در برخی ارقام اصلاح شده گندم ایرانی در ۵۰ ساله اخیر، دانش کشاورزی. ۲(۴): ۱۱۵-۱۲۳.
 ۵. عمان ع د، حبیبی م اکبربوجار م و خدابنده ن (۱۳۸۴) آنزیمهای آنتی اکسیدانت به‌عنوان شاخصی برای انتخاب ژنوتیپهای مختلف آفتابگردان آجیلی برای تحمل به خشکی. زراعت و اصلاح نباتات ایران. (۱): ۱۸۴-۱۹۶.
 ۶. میرزام، قریشی ب ف، بهاری آ (۱۳۸۹) تأثیر مراحل مختلف برداشت بر کمیت و کیفیت اسانس دو گونه نعناع فلفلی و مریم گلی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. (۴): ۲۶-۵۳۱.
 7. 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 of the University of Oulu for public defense in Op-Sali. 592 p
 8. Arabci O and Bayram E (2004) The effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of basil (*Ocimum basilicum* L.). Agronomy. 3 (4): 255-256.
 9. Astraea A (2006) Effect of municipal solid

18. Day W (1986) A simple model to describe variation between years in the early growth of sugar beet. *Field Crops Research*. 14: 213-220.
19. Dears SG and Ritchie G (2010) Antimicrobial properties of plant essential oils. *International Microbiology*. 5. 165-180.
20. Douglas JA, Follet JM and Heaney AJ (2002) The effect of plant density on the production of valerian root. *Acta Horticulture*. 426:264-272.
21. Drazic S and Pavlovic S (2005) Effects of vegetation space on productive traits of peppermint (*Mentha piperita* L.). Institute for Medicinal Plants Researches Dr Josif Pancic, Tedeua Kosciuska 1, 1100 Belgrade, FR Yugoslavia. 31(1): 1-4.
22. Grill D, Tauze M and Dekok L (2007) The effect of micronutrients on antioxidant enzymes metabolism in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought stress. Boston, MA: Kluwer Academic Publish
23. Ghosh ML, Chatterjee SK, Palevitch JE, Simon E and Mathe A (1993) Physiological and biochemical indexing of synthesis of essential oil in (*Mentha* spp) growth in India. *Acta Horticulture*. 3(31):351-356.
24. Hart JM, Christensen NW, Mellbye ME and Gingrich GA (2003) Nutrient and biomass accumulation of peppermint. *Proceedings, Western Nutrient Management Conference*. 5:63-70.
25. Haverkot AJ, Veround H and Vandevaart M (1991) Relationship between ground cover, infrared reflectance of potato crops. *Acta Horticulture*. 34: 119- 124.
26. Hornok L (2002) Cultivation and processing of medical plants. *Akademia kiado Budapest*.
27. Hornok L (1998) Effect of environmental conditions on the production of essential oil plants. Ph.D. Dissertation, Budapest.
28. Jiang Y and Hauang B (2001) Drought and heat stress injury to two cool-season Turf grasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. *Crop Science*, 41: 436-442.
29. Kokkini S, Karousou R and Vokou D (1994) Pattern of geographic variation of *Oreganum vulgare* trichomes and essential oil content in Greece. *Biochemical System of Ecology*. 22: 517-528.
30. Massinga R A, Currie RS, Horak MJ and Boyer J (2001) Interference of plamer amaranth in corn. *Weed Science*. 49: 202-208.
31. Ozguven M and Kiric S (2012) The effect of row spacing and nitrogen fertilization on scoth spearmint (*Mentha piperita* L.). *Essential Oil Research*. 7:287-297.
32. Ram M, Singh R and Sangwan RS (2000) Foliar applications of phosphate increase the yield of essential oil in menthol mint (*Mentha arvensis*). *Australian Experimental Agriculture*. 43(10): 1263-1268.
33. Saxena A (2004) Effect of nitrogen levels and harvesting management on quality of essential oil in peppermint cultivars. *Indian Perfumer*. 33(3): 182-185.
34. Shalinder S (2000) Effect of method of planting varieties and spacing on plant growth and flower production in liliium *Horticulture science*. 3(2) 100-102.
35. Singh VP and Chatterjee BN (2001) Response of mint species to Nitrogen fertilization. *Agricultural Science*. 113(2): 267-271.
36. Weeden BR (2000) Potential of sugar beet,

- Atherton tableand. Rual in dustries research and development corporation. Publish. No 167.
37. Yadav RL, Mohan R, Ram MA, Naqut A and Singh DV (2000) Response of *Mentha piperita* L. to nitrogen and row spacing in semi-arid central ultra-Pradesh. Indian Agricultural Science. 55 (1): 59-60.
38. Yonli L, Craker LE and Potter T (1997) Effect of light level on essential oil production of sage (*Salvia officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.). Horticulture science, 67: 797-802.