



تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و تاریخ نشاکاری بر خصوصیات رشد، عملکرد و میزان اسانس نعناع فلفلی در کشت مخلوط ردیفی با عدس

سمیرا ابراهیمی^۱، * علی عباسی سورکی^۲ و سینا فلاح^۳

^{۱،۲،۳} به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و استاد آگروکولوژی، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۹

چکیده

سابقه و هدف: نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) از جمله گیاهان دارویی ارزشمند است که در درمان بسیاری از بیماری‌ها و صنایع دیگر کاربرد فراوان دارد و افزایش کمی و کیفی اسانس آن در طی تکنیک‌های زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده زیاد از کودهای شیمیایی به‌ویژه نیتروژن، علاوه بر آلودگی‌های زیست محیطی، برای گیاهان دارویی مخاطرات کیفی نیز به دنبال دارد. از آنجا که کشت مخلوط مصرف نهاده‌های شیمیایی را کاهش و بهره‌وری منابع را افزایش می‌دهد، کشت مخلوط گیاهان دارویی با لگوم‌ها می‌تواند به‌عنوان راهکاری در جهت کاهش مصرف نهاده‌ها به‌ویژه نیتروژن شیمیایی باشد. به‌علاوه ممکن است میل کشاورزان به تولید این گیاه افزایش و عملکرد بالاتری را سبب شود، ضمن این‌که تنوع زیستی و بهره‌وری را نیز به دنبال دارد. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر سطوح کاهش یافته نیتروژن و تاریخ نشاکاری بر خصوصیات‌های رشدی، عملکرد و اسانس نعناع فلفلی در نسبت‌های مختلف مخلوط با عدس انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارها شامل نسبت‌های مختلف مخلوط (۶۶ درصد نعناع فلفلی: ۳۳ درصد عدس، ۵۰ درصد نعناع فلفلی: ۵۰ درصد عدس، ۳۳ درصد نعناع فلفلی: ۶۶ درصد عدس، کشت خالص نعناع فلفلی و عدس)، سه سطح کود نیتروژن (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ درصد نیاز نعناع فلفلی) در دو تاریخ نشاکاری نعناع فلفلی (۱۰ اردیبهشت و ۵ خرداد) به‌ترتیب تحت عنوان عامل اول تا سوم بودند. خصوصیات رشدی مثل ارتفاع، میزان تولید برگ، عملکرد ماده خشک نعناع فلفلی و عملکرد دانه عدس و نیز میزان و عملکرد اسانس نعناع فلفلی مورد مقایسه قرار گرفتند. شاخص نسبت برابری زمین نیز برای توضیح سودمندی مخلوط محاسبه گردید.

یافته‌ها: اثر نسبت‌های مخلوط، نیتروژن و تاریخ نشاکاری بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و اسانس نعناع فلفلی معنی‌دار شد. بیشترین ارتفاع نعناع فلفلی در کشت خالص در تاریخ ۱۰ اردیبهشت و مصرف ۱۰۰ درصد نیتروژن مشاهده شد و بیشترین تعداد برگ در بوته نیز در سطح ۱۰۰ درصد نیتروژن در کشت خالص و ۱۰ اردیبهشت به‌دست آمد، اما با کاهش میزان کود مصرفی نیتروژن به ۷۵ درصد و ۵۰ درصد، بیشترین تعداد برگ در بوته نعناع فلفلی در تیمارهای

*مسئول مکاتبه: aabasi59@yahoo.com

کشت مخلوط به‌ویژه نسبت ۶۶ درصد نعناع: ۳۳ درصد عدس حاصل شد. اجرای کشت مخلوط، افزایش عملکرد ماده خشک، میزان و عملکرد اسانس نعناع فلفلی را نسبت به کشت خالص به همراه داشت. نشاکاری دیر هنگام و کاهش کود مصرفی نیتروژن، موجب کاهش این پارامترها گردید و کشت مخلوط تاحدودی توانست تأخیر نشاکاری و کمبود کود نیتروژن را جبران نماید. در نشاکاری ۱۰ اردیبهشت، عملکرد ماده خشک نعناع فلفلی در نسبت مخلوط ۶۶ درصد نعناع: ۳۳ درصد عدس در تمام سطوح کود نیتروژن بالاتر از کشت خالص بود. بیشترین میزان عملکرد معادل دانه عدس (۲۶۱۴ کیلوگرم در هکتار) در کشت خالص این گیاه به‌دست آمد که بیانگر مغلوب شدن عدس در این سیستم و بهره‌برداری بیشتر نعناع فلفلی است. در سطح ۷۵ درصد کود نیتروژن مقدار نسبت برابری زمین مجموع، در همه نسبت‌های مخلوط بیشتر از یک بود. به‌طوری‌که در این سطح کودی در نشاکاری اول تیمار ۵۰ درصد نعناع: ۵۰ درصد عدس و در نشاکاری دوم تیمار ۶۶ درصد نعناع: ۳۳ درصد عدس بالاترین مقادیر شاخص نسبت برابری زمین (به‌ترتیب ۱/۱۷ و ۱/۱۰) را به خود اختصاص دادند.

نتیجه‌گیری: از آنجا که نشاکاری دیر هنگام (۵ خرداد) نعناع فلفلی موجب کاهش پارامترهای رشدی گیاه گردید، نشاکاری نعناع فلفلی در تاریخ ۱۰ اردیبهشت توصیه می‌گردد. اجرای کشت مخلوط سبب شد تا عملکرد نعناع فلفلی در مقادیر کمتر نیتروژن حفظ شود که می‌تواند مربوط به کارکرد عدس در تأمین نیتروژن گیاه باشد. بنابراین می‌توان به‌منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار، کشت مخلوط این گیاهان را توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد اسانس، عملکرد معادل، کود نیتروژن، ماده خشک، نسبت‌های مخلوط

مقدمه

یکی از روش‌های مدیریت سیستم‌های کشاورزی جهت افزایش عملکرد در واحد سطح، بهره‌برداری از منابع زیست محیطی و کاهش مصرف نهاده‌ها استفاده از تکنیک کشت مخلوط است. این تکنیک یکی از مؤلفه‌های کشاورزی پایدار محسوب می‌شود که در آن دو یا تعداد بیشتری از گونه‌های گیاهی به‌طور همزمان و در یک مکان رشد می‌کنند، به‌طوری‌که در بیشتر دوره رویش در کنار هم باشند (۳). امروزه کشت مخلوط گیاهان دارویی نیز مورد توجه محققان قرار گرفته است (۱، ۱۴ و ۲۰). از آنجا که در رابطه با گیاهان دارویی، تولید در شرایط حداقل مصرف نهاده‌های شیمیایی به‌منظور جلوگیری از اثرات سوء آن‌ها بر سلامت انسان و نیز کاهش کیفیت این محصولات از اهمیت زیادی برخوردار است، کشت

مخلوط گیاهان دارویی با سایر گیاهان به‌ویژه لگومها می‌تواند از طریق کاهش مصرف کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها در این راستا مؤثر باشد (۱۲). نعناع فلفلی متعلق به خانواده نعنایان و از گیاهان مهم دارویی است. برگ و سرشاخه‌های گل‌دار و اسانس آن در صنایع دارویی و غذایی کاربرد دارد (۲۲). اسانس برگ ۲ تا ۲/۷ و در گل‌ها ۴ تا ۶ درصد می‌باشد (۱۹). براساس یافته‌های پژوهشگران در کشت مخلوط نعناع فلفلی با سویا، خصوصیات رشدی نعناع فلفلی از جمله تعداد برگ در هر گره و ارتفاع میانگره‌ها، نسبت به کشت خالص افزایش می‌یابد. کشت مخلوط با سویا عملکرد اسانس نعناع فلفلی را نیز ۵۰ درصد نسبت به کشت خالص افزایش داد (۱۵) و کشت مخلوط آن با لویا چشم‌پللی نشان داد که کشت مخلوط ردیفی و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم

مؤثر باشد. این پژوهش با هدف بررسی اثر کشت مخلوط در کاهش مصرف نیتروژن و اثر آن بر برخی از ویژگی‌های رشدی نعنای فلفلی، عملکرد و اسانس این گیاه در تاریخ‌های نشاکاری مختلف در شرایط آب و هوایی شهرکرد انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۰۵۰ متر از سطح دریا) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نعنای فلفلی و عدس (۶۶ درصد نعنای فلفلی: ۳۳ درصد عدس، ۵۰ درصد نعنای فلفلی: ۵۰ درصد عدس، ۳۳ درصد نعنای فلفلی: ۶۶ درصد عدس و کشت خالص نعنای فلفلی و عدس)، سه سطح کود نیتروژن (۱۰۰ درصد، ۷۵ درصد و ۵۰ درصد نیاز نیتروژنی نعنای فلفلی) و دو تاریخ نشاکاری نعنای فلفلی (ده اردیبهشت و پنج خرداد ماه) به ترتیب تحت عنوان عامل اول تا سوم بودند. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. آماده‌سازی بستر کاشت در اوایل بهار انجام و کاشت گیاه عدس (رقم کیمیا، تهیه شده از مرکز تحقیقات سرارود کرمانشاه) در ۲۰ فروردین در دو طرف پشته‌ها صورت گرفت. نشاء نعنای فلفلی از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد تهیه و نشاکاری به صورت تأخیری در دو تاریخ ۱۰ اردیبهشت و ۵ خرداد انجام شد. نشأها با فاصله ۱۵ سانتی‌متر از یکدیگر روی پشته‌ها کشت شدند و بلافاصله بعد از نشاکاری آبیاری صورت گرفت. نشأها در زمان انتقال از محل کاشت خارج و بلافاصله در زمین موردنظر

نیتروژن در هکتار از نظر ارتفاع ساقه و تولید ماده خشک نعنای فلفلی نسبت به شاهد (کشت خالص و بدون مصرف کود) برتری دارد (۲۱). محققان اظهار داشتند که کشت مخلوط گشنیز و شنبلیله می‌تواند سبب افزایش بهره‌وری از منابع و بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز گردد (۶). بررسی کشت سیاهدانه و نخود نشان داد ویژگی‌های رشدی سیاهدانه در مخلوط افزایش یافت اما عملکرد و اجزای عملکرد هر دو گیاه در کشت خالص بیشتر از مخلوط بود (۸).

عملکرد و ترکیب اسانس نعنای فلفلی مانند گیاهان دارویی دیگر تحت تأثیر ژنتیک، شرایط محیطی، تاریخ کاشت و فصل قرار می‌گیرد (۲۰). پژوهشگران زمان مناسب برای کشت بهار نعنای فلفلی را اواخر اردیبهشت - اوایل خرداد گزارش نموده و بیان داشتند که کاشت دیر هنگام آن موجب کاهش عملکرد تر و خشک و افزایش درصد اسانس این گیاه می‌گردد. افزایش درصد اسانس در تاریخ کاشت دوم (اواسط خرداد) نسبت به تاریخ کاشت اول (اواخر اردیبهشت)، به دلیل بالا رفتن دما در کاشت دیر هنگام نعنای فلفلی بوده است (۱۱). مصرف مقادیر مناسب نیتروژن سبب افزایش اسانس گیاهان دارویی از جمله نعنای فلفلی می‌گردد (۱۸). در این راستا مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار موجب افزایش زیست توده و عملکرد اسانس نعنای فلفلی می‌گردد (۱۰).

خواص دارویی نعنای فلفلی موجب افزایش روز افزون تقاضا برای این گیاه شده و پرورش آن مانند سایر گیاهان دارویی اهمیت زیادی دارد. کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن در تولید گیاهان می‌تواند اثرات مخرب آن بر محیط زیست را کاهش دهد. لذا کشت مخلوط به عنوان یکی از راهکارهای دستیابی به کشاورزی پایدار می‌تواند در این زمینه

جهت محاسبه شاخص نسبت برابری زمین از رابطه زیر استفاده شد (۵).

$$LER = (LER_m + LER_l) = (Y_{ml} \div Y_m) + (Y_{lm} \div Y_l)$$

LER_m و LER_l به ترتیب نسبت برابری زمین نعناع و عدس و Y_{lm} ، Y_{ml} ، Y_m و Y_l به ترتیب عملکرد ماده خشک نعناع و دانه عدس در مخلوط و عملکرد ماده خشک نعناع و دانه عدس در کشت خالص می‌باشند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS.V9.12 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD و به صورت برش‌دهی در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات رشدی: اثر نسبت مخلوط، مقدار کود نیتروژن و تاریخ نشاکاری و نیز اثرات متقابل دوگانه بر ارتفاع ساقه و تعداد برگ در بوته نعناع فلفلی معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل سه‌گانه برای تعداد برگ در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بوته‌های نعناع فلفلی در نشاکاری اول و مصرف ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز نیتروژن گیاه، ارتفاع بیشتری داشتند. نشاکاری دیر هنگام موجب کاهش ارتفاع بوته در سطوح نیتروژن گردید. به طوری که ارتفاع بوته نعناع فلفلی در نشاکاری اول و کاربرد ۷۵ درصد نیتروژن نسبت به نشاکاری دوم، ۶۴/۶ درصد افزایش نشان داد. اگرچه بین دو سطح ۷۵ و ۵۰ درصد نیتروژن در تاریخ نشاکاری دوم از نظر ارتفاع ساقه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱). به نظر می‌رسد استقرار سریع بوته نعناع فلفلی در دهم اردیبهشت ماه و بهره‌مندی از نور و دمای مناسب موجب افزایش زیست توده گیاه گردیده که در نتیجه آن، توان رقابتی گیاه و ارتفاع ساقه

کشت شدند، لذا تعداد نشأهای خشک به حداقل رسید و کمترین میزان واکاری موردنیاز بود. بر اساس شرایط محیطی و نیاز گیاهان در طول فصل رشد، آبیاری به روش غرقابی و وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. کود نیتروژن، بر اساس نیاز نیتروژنی نعناع فلفلی (به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار) بر اساس آزمون خاک و میزان توصیه شده برای تیمارهای آزمایشی محاسبه گردید و طی دو مرحله به کرت‌ها اضافه شد. قبل از گل‌دهی نعناع فلفلی و هنگام رسیدگی کامل عدس (زرد شدن غلاف‌ها و بیشتر برگ‌ها) جهت اندازه‌گیری خصوصیات رشدی از جمله ارتفاع ساقه و میزان تولید برگ نعناع فلفلی به صورت تصادفی ۸ بوته از هر کرت برداشت و اندازه‌گیری گردید. سپس به منظور تعیین عملکرد در واحد سطح نعناع فلفلی و عدس، پس از حذف اثر حاشیه، بوته‌ها برداشت شدند. نمونه‌های عدس جهت تعیین وزن خشک در دستگاه آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از جدا کردن دانه‌ها و توزین به وسیله ترازو، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. همچنین نمونه‌های نعناع در سایه خشک و پس از توزین با استفاده از ترازو، میزان تولید ماده خشک در هکتار محاسبه شد. استخراج اسانس از گیاه نعناع فلفلی با روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر انجام شد اسانس‌گیری از ۱۰ گرم برگ خشک شده گیاه در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر انجام شد (۲۶). میزان اسانس با ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ توزین و بر حسب درصد و عملکرد اسانس بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد (۷).

$$\text{وزن اسانس (گرم)} \times 100 = \frac{\text{وزن ماده خشک اولیه (گرم)}}{\text{میزان اسانس (درصد)}}$$

عملکرد ماده خشک × میزان اسانس = عملکرد اسانس

نیتروژن آهسته‌تر گردد (شکل a-۲). نتایج یک بررسی نشان داد در کشت مخلوط نخود فرنگی و کلزا ارتفاع بوته‌های نخودفرنگی افزایش یافت و بیشترین ارتفاع آن در نسبت مخلوط نخودفرنگی ۶۶ درصد- کلزا ۳۳ درصد از سطح کودی ۷۵ درصد بود (۴). در این مطالعه بالاترین ارتفاع ساقه نعنای فلفلی (۴۰/۱ سانتی‌متر) مربوط به کشت خالص بود و در بین نسبت‌های مخلوط نسبت ۶۶ درصد نعنای ۳۳ درصد عدس، بیشترین ارتفاع ساقه (۳۶/۶ سانتی‌متر) در تاریخ نشاکاری اول را سبب شد که می‌تواند مربوط به کاهش رقابت بین گونه‌ای و رشد رویشی بهتر به دلیل نشاکاری زود هنگام باشد (شکل b-۲). تاریخ‌های مختلف کاشت سبب برخورد مراحل رشد با دما و طول روز متفاوت گشته و بر صفات گیاهی مانند ارتفاع گیاه تأثیر می‌گذارد (۲۷). طول میانگره‌ها در کشت مخلوط نعنای فلفلی و سویا از کشت خالص بیشتر بود (۱۵). ارتفاع خردل سیاه نیز در تاریخ کاشت ۱۰ بهمن نسبت به ۳۰ بهمن و ۲۰ اسفند افزایش یافت (۲).

افزایش یافته‌اند. یافته‌های پژوهشگران نشان داد بیشترین ارتفاع بوته نعنای فلفلی در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (۱۷) و کاشت نعنای فلفلی در ۱۵ ژانویه ارتفاع بوته بیشتری را نسبت به کاشت در ۳۰ ژانویه، ۱۴ فوریه و ۱ مارس سبب شد (۲۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بالاترین ارتفاع در تیمار کشت خالص نعنای فلفلی و کاربرد ۱۰۰ درصد کود نیتروژن حاصل شد. از بین تیمارهای مخلوط، نسبت ۶۶ درصد نعنای ۳۳ درصد عدس با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد. با افزایش تراکم عدس در مخلوط به دلیل افزایش رقابت بین گونه‌ای، ارتفاع ساقه نعنای فلفلی کاهش یافت. با توجه به ضرورت نیتروژن برای رشد رویشی گیاه، در سطوح پایین‌تر نیتروژن میزان این صفت کم شد، ولی باز هم در کشت خالص نعنای فلفلی نسبت به مخلوط بالاتر بود. در مقادیر کمتر نیتروژن اختلاف مخلوط و کشت خالص کمتر شد، لذا کشت مخلوط توانسته در مقادیر کمتر نیتروژن مفیدتر عمل کرده و اثرات منفی نیتروژن بر ارتفاع گیاه را کاهش دهد به طوری که موجب شد روند کاهش ارتفاع نعنای فلفلی با کاهش

جدول ۱- برخی خصوصیت‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده.

Table 1. Some physicochemical characteristics of the used soil.

عمق نمونه برداری (سانتی‌متر) Depth (cm)	اسیدیته کل اشباع pH	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS m ⁻¹)	کربن آلی (درصد) O.C (%)	پتاسیم محلول (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Potassium (mg kg ⁻¹)	نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)	فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Phosphor (mg kg ⁻¹)
0-30	8.02	0.44	0.60	343	0.06	15.10

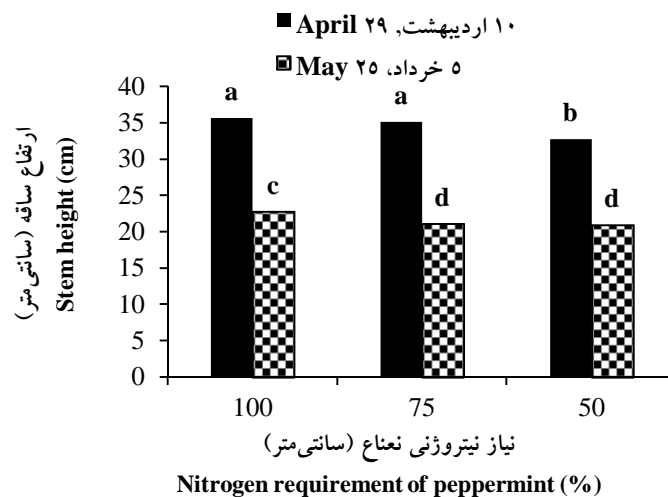
جدول ۲- میانگین مربعات ارتفاع ساقه، تعداد برگ در گیاه (بوته)، میزان اسانس، عملکرد معادل ماده خشک و اسانس نعنای فلفلی و عملکرد معادل دانه عدس تحت تأیید نسبت‌های مخلوط، سطوح کود نیتروژن و تاریخ‌های نشاکاری.

Table 2. Mean squares of stem height, leaf number per plant, essential oil, dry matter equivalent yield and essential oil equivalent yield of peppermint and grain equivalent yield of lentil affected by intercropping ratios, levels of nitrogen fertilizer and transplanting dates.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	ارتفاع ساقه Stem height	تعداد برگ بوته Leaf/Plant	میزان اسانس Essential oil	عملکرد معادل ماده خشک Dry matter equivalent yield	عملکرد معادل اسانس Essential oil equivalent yield	عملکرد معادل دانه عدس Grain equivalent yield of lentil
تکرار Replication	2	0.15 ^{ns}	801.04 ^{ns}	0.05 ^{ns}	15753 ^{ns}	3.10 ^{ns}	1386 ^{ns}
نسبت‌های مخلوط (I)	3	142.23 ^{**}	12523 ^{**}	0.56 ^{**}	1511617 ^{**}	1157 ^{**}	4478331 ^{**}
سطوح نیتروژن (F)	2	33.63 ^{**}	11636 ^{**}	1.08 ^{**}	13568050 ^{**}	811.90 ^{**}	134035 ^{**}
تاریخ نشاکاری (D)	1	2998 ^{**}	337979 ^{**}	2.69 ^{**}	109837566 ^{**}	16130 ^{**}	195 ^{ns}
تاریخ نشاکاری × نسبت‌های مخلوط (I×F)	6	3.59 [*]	5806 ^{**}	0.28 ^{**}	2638775 ^{**}	105.50 ^{**}	22028 ^{**}
نسبت‌های مخلوط × سطوح نیتروژن (F×D)	2	7.18 [*]	2321 ^{**}	0.25 ^{ns}	8489596 ^{**}	5.47 ^{ns}	402.80 ^{ns}
سطوح نیتروژن × تاریخ نشاکاری (D×F)	3	68.34 ^{**}	3578 ^{**}	0.01 ^{ns}	534170 ^{**}	357.60 ^{**}	234 ^{ns}
نسبت‌های مخلوط × سطوح نیتروژن × تاریخ نشاکاری (I×F×D)	6	2.30 ^{ns}	1478 ^{**}	0.23 [*]	900709 ^{**}	131.20 ^{**}	959.90 ^{ns}
خطا Error	46	1.47	380.60	0.08	9981	18.42	1594
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	-	4.32	8.78	10.30	3.09	12.84	2.10

^{ns}، * و ** به ترتیب بیانگر غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

Ns: not significant, *, **: significant at P<0.05 and P<0.001 respectively.

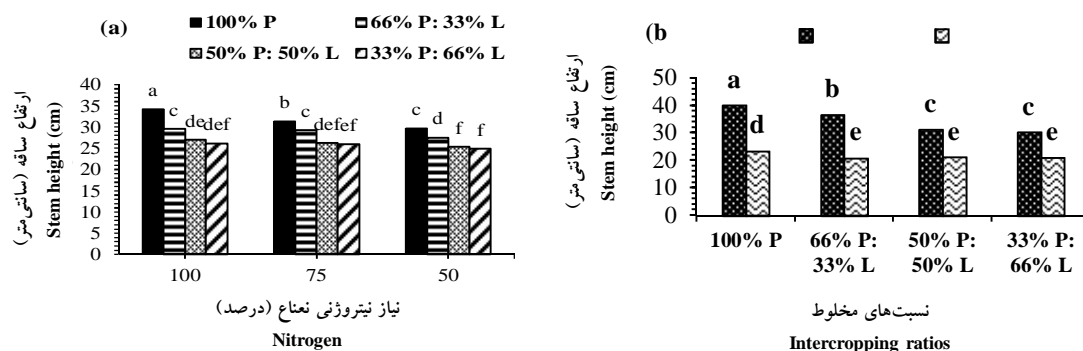


شکل ۱- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه نعنای فلفلی تحت تأثیر تاریخ‌های نشاکاری (۱۰ اردیبهشت، ۵ خرداد) و سطوح مختلف کود نیتروژن. میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Figure 1. Mean comparison of peppermint stem height affected by transplanting dates (29 April, 25 May) and levels of N fertilizer. Means followed by the same letters are not significantly different based on LSD.

خالص عمل نموده و تعداد برگ گیاه را افزایش می‌دهد. این افزایش می‌تواند احتمالاً به دلیل کارایی مصرف مواد غذایی در مخلوط نسبت به کشت خالص باشد. تأخیر در نشاکاری منجر به کاهش تعداد برگ در بوته نعنای فلفلی شد. اگرچه کاهش سطوح نیتروژن در این حالت، تعداد برگ در گیاه را کمتر تحت تأثیر قرار داد. در دیگر مطالعات نیز کاهش مصرف نیتروژن از ۱۰۰ به ۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب کاهش تعداد برگ در بوته نعنای فلفلی گردید (۱۰) و کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیا اثری بر تعداد برگ در گیاه آفتابگردان نداشت (۲۴).

تعداد برگ نعنای فلفلی در تاریخ نشاکاری اول و کشت خالص به دست آمد. با کاهش مصرف نیتروژن شرایط تغییر و بیشترین تعداد برگ در تیمارهای مخلوط و تاریخ نشاکاری اول مشاهده شد. به طوری که تیمار ۶۶ درصد نعنای ۳۳ درصد عدس در کاربرد ۵۰ درصد نیتروژن تعداد برگ بیشتری نسبت به کشت خالص داشت و همچنین در تاریخ نشاکاری دوم همین تیمار نسبت به کشت خالص نعنای فلفلی برتری داشت. لذا گیاه مخلوط شونده با نعنای فلفلی (عدس) بر تعداد برگ نعنای فلفلی در شرایط کمبود نیتروژن اثرات جبرانی داشته (جدول ۳). بنابراین در شرایط نیتروژن کاهش یافته، مخلوط بهتر از کشت



شکل ۲ (a). مقایسه میانگین ارتفاع ساقه نعنای فلفلی تحت تأثیر نسبت‌های مخلوط و سطوح مختلف کود نیتروژن. (b) ارتفاع ساقه نعنای فلفلی تحت تأثیر نسبت‌های مخلوط و تاریخ نشاکاری. میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. P و L به ترتیب: نعنای فلفلی و عدس.

Figure 2 (a). Mean comparison of peppermint stem height affected by intercropping ratios and levels of N fertilizer. (b) Stem height affected by intercropping ratios and transplanting. Means followed by the same letters are not significantly different based on LSD. P and L: peppermint and lentil respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین تعداد برگ در بوته، میزان اسانس، عملکرد معادل ماده خشک و عملکرد معادل اسانس، میزان اسانس، عملکرد معادل ماده خشک و عملکرد معادل اسانس تحت تأثیر نسبت‌های مخلوط، سطح کود نیتروژن و تاریخ نشاکاری.

Table 3. Mean comparison of leaf/ plant, essential oil, dry matter equivalent yield and essential oil equivalent yield of peppermint affected by intercropping ratios, transplanting date and levels of nitrogen fertilizer.

تاریخ نشاکاری Transplanting date	نسبت‌های مخلوط Intercropping ratios	تعداد برگ در بوته Leaf/ Plant				میزان اسانس Essential oil (%)				عملکرد معادل ماده خشک Dry matter equivalent yield (kg h ⁻¹)				عملکرد معادل اسانس Essential oil equivalent yield (kg h ⁻¹)			
		100	75	50	100	75	50	100	75	50	100	75	50	100	75	50	
۱۰ اردیبهشت 1 May	100% P	389.0 ^a	360.0 ^a	238.0 ^b	3.3 ^a	3.1 ^{ab}	3.0 ^{ab}	5823 ^b	3033 ^d	2778 ^e	44.1 ^c	31.0 ^e	28.6 ^e	49.5 ^{bc}	46.1 ^b	54.9 ^a	
	66% P: 33% L	340.0 ^b	306.7 ^b	293.3 ^a	2.9 ^{abc}	2.9 ^{abc}	3.3 ^a	6231 ^a	3888 ^e	3282 ^b	51.7 ^b	40.7 ^b	41.3 ^b	51.7 ^b	40.7 ^b	41.3 ^b	
	50% P: 50% L	323.2 ^b	278.7 ^b	238.0 ^b	3.0 ^{abc}	2.7 ^{bcd}	2.4 ^c	6067 ^a	5013 ^b	2752 ^c	75.2 ^a	70.9 ^a	46.1 ^b	75.2 ^a	70.9 ^a	46.1 ^b	
۵ خرداد 25 May	33% P: 66% L	218.7 ^c	246.0 ^c	254.7 ^b	3.2 ^{ab}	3.4 ^a	2.5 ^c	4784 ^c	6368 ^a	3541 ^a	19.2 ^f	10.5 ^e	11.8 ^e	19.2 ^f	10.5 ^e	11.8 ^e	
	100% P	184.0 ^d	178.3 ^d	132.7 ^d	3.1 ^{abc}	2.6 ^{cde}	2.6 ^{bc}	2215 ^c	1534 ^f	1765 ^e	21.2 ^{ef}	17.2 ^{de}	11.8 ^e	21.2 ^{ef}	17.2 ^{de}	11.8 ^e	
	66% P: 33% L	143.7 ^e	149.3 ^d	172.3 ^c	2.6 ^c	2.7 ^{bcd}	2.5 ^c	2745 ^d	1301 ^g	2664 ^e	27.5 ^{de}	20.5 ^d	11.1 ^e	27.5 ^{de}	20.5 ^d	11.1 ^e	
۵ خرداد 25 May	50% P: 50% L	198.7 ^{cd}	164.6 ^d	123.3 ^d	2.8 ^{bc}	2.4 ^{de}	2.0 ^d	2078 ^e	1694 ^f	1624 ^e	28.8 ^d	21.6 ^d	19.6 ^d	28.8 ^d	21.6 ^d	19.6 ^d	
	33% P: 66% L	118.0 ^e	151.3 ^d	126 ^d	3.2 ^{ab}	2.2 ^e	2.5 ^c	2199 ^e	2340 ^e	2134 ^d	28.8 ^d	21.6 ^d	19.6 ^d	28.8 ^d	21.6 ^d	19.6 ^d	

نیاز نیتروژنی نمناع فلفلی (%) Nitrogen requirement of peppermint (%)

Means followed by the same letters are not significantly different based on LSD sliced for N, P and L; peppermint and lentil respectively.

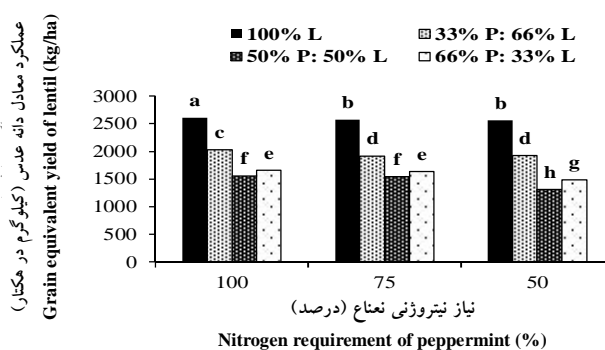
میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. مقایسه به‌صورت برش‌دهی انجام شده است. P و L به‌ترتیب نمناع فلفلی و عدس.

یافت (۱۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تأخیر در نشاکاری منجر به کاهش عملکرد معادل اسانس نعناع در هر دو شرایط کشت خالص و مخلوط گردید. کاربرد مقادیر پایین کود نیتروژن کاهش عملکرد اسانس را در کشت خالص به‌همراه داشت. این روند کاهشی در شرایط کشت مخلوط مشاهده نشد و در شرایط مخلوط حتی با کاهش میزان کود مصرفی، عملکرد اسانس تحت تأثیر قرار نگرفت. در سطح ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیتروژن بیشترین میزان عملکرد اسانس در نسبت مخلوط ۳۳ درصد نعناع: ۶۶ درصد عدس به‌دست آمد و در سطح ۵۰ درصد نیتروژن این عدد به نسبت ۶۶ درصد نعناع: ۳۳ درصد عدس اختصاص یافت. این امر نشان می‌دهد که کشت مخلوط از طریق افزایش عملکرد ماده خشک یا میزان اسانس توانسته عملکرد اسانس را بهبود بخشد و روند کاهشی را تعدیل نماید (جدول ۳). در این راستا افزایش ۵۰ درصدی عملکرد اسانس نعناع فلفلی در کشت مخلوط با سویا گزارش شد (۱۵).

عملکرد معادل دانه عدس: اثر نسبت مخلوط، سطوح نیتروژن و اثر متقابل آنها بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد معادل دانه (۲۶۱۴ کیلوگرم در هکتار) در کشت خالص و کاربرد ۱۰۰ درصد نیتروژن و کمترین میزان این صفت در نسبت ۶۶ درصد نعناع: ۳۳ درصد عدس در سطح کودی ۵۰ درصد به‌دست آمد (شکل ۳). کاهش عملکرد دانه عدس در نسبت‌های مخلوط نشان می‌دهد که در کشت مخلوط دو گیاه، نعناع فلفلی گیاه غالب بوده و نسبت به عدس از منابع به خوبی استفاده کرده است. شبدر ایرانی در مخلوط با مرزه، گیاه غالب بود و مرزه شانس کمتری برای استفاده از منابع داشت و شاخص‌های اندازه‌گیری شده در کشت خالص آن نسبت به مخلوط بیشتر بود (۹).

عملکرد و اسانس: میزان اسانس، عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس نعناع فلفلی تحت تأثیر نسبت‌های مخلوط، تاریخ نشاکاری و سطوح نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت. اثر متقابل سه‌گانه نیز بر این صفات معنی‌دار بود (جدول ۲). تأخیر در نشاکاری و کاهش مصرف کود نیتروژن موجب کاهش میزان اسانس در کشت خالص گردید. در نشاکاری اول (۱۰ اردیبهشت)، با کاهش مصرف کود نیتروژن، میزان اسانس نعناع فلفلی در برخی تیمارهای مخلوط نسبت به کشت خالص افزایش یافت. به‌طوری‌که در تیمار ۷۵ درصد نیتروژن و نسبت ۳۳ درصد نعناع: ۶۶ درصد عدس میزان اسانس نسبت به کشت خالص و نیز کاربرد ۱۰۰ درصد نیتروژن افزایش یافت.

اجرای کشت مخلوط و تأمین ۱۰۰ درصد نیاز نیتروژنی نعناع فلفلی موجب کاهش اثر سوء نشاکاری دیر هنگام گردید به‌طوری‌که در تیمار کشت مخلوط ۵۰ درصد نعناع: ۵۰ درصد عدس در سطح ۱۰۰ درصد نیتروژن میزان اسانس نسبت به کشت خالص افزایش یافت. بالاترین میزان اسانس (۳/۴۲ درصد) در تیمار نسبت ۳۳ درصد نعناع: ۶۶ درصد عدس در سطح ۵۰ درصد نیتروژن در نشاکاری ۱۰ اردیبهشت حاصل شد (جدول ۳). با این‌که نیتروژن در ساختمان اسانس وجود ندارد اما کاربرد آن به افزایش غدد ترشحی اسانس در برگ نعناع فلفلی منجر می‌شود (۱۶). همچنین نیتروژن باعث تداوم رشد رویشی و در نتیجه افزایش تولید اسانس می‌شود (۲۵). بر این اساس میزان رشد و توسعه برگ بر این صفت مؤثر می‌باشد و از آنجا که کاهش رشد در تاریخ نشاکاری دوم نعناع فلفلی در نتایج این بررسی مشاهده شد، کاهش میزان اسانس در نشاکاری دیر هنگام و مقادیر پایین نیتروژن دور از انتظار نبود. نتایج بررسی‌ها حاکی است که در کشت مخلوط نعناع فلفلی و لوبیا درصد اسانس نعناع نسبت به کشت خالص افزایش



شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد معادل دانه عدس تحت تأثیر نسبت‌های مختلف مخلوط و سطوح کود نیتروژن. میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. P و L به ترتیب: نفع فلفلی و عدس.

Figure 3. Mean comparison of equivalent grain yield of lentil affected by intercropping ratios and levels of nitrogen fertilizer. Means followed by the same letters are not significantly different based on LSD. P and L: peppermint and lentil respectively.

تیمارها را نمی‌پسندد و غالب شدن نفع فلفلی به‌ویژه با کاهش مصرف نیتروژن مشهود است (شکل ۴-ا). در مورد نفع فلفلی، بیشترین مقدار LER در نسبت ۶۶ درصد نفع: ۳۳ درصد عدس در سطح ۷۵ درصد کود نیتروژن و تاریخ نشاکاری دوم به‌دست آمد که از مقدار پیش‌بینی شده بالاتر بود و نسبت به تیمار ۵۰ درصد نفع: ۵۰ درصد عدس در نشاکاری اول و سطح ۷۵ درصد کود نیتروژن اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

نسبت برابری زمین (LER): اثر تیمارهای آزمایشی و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر LER نفع فلفلی و مجموع در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. LER عدس تحت تأثیر نسبت مخلوط، نیتروژن و اثر متقابل این دو در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۴). LER جزئی عدس در تیمار ۶۶ درصد عدس: ۳۳ درصد نفع بالاترین مقدار را داشت که با مقدار پیش‌بینی شده (۰/۵) برابر بود. یعنی عدس در این تیمار همانند کشت خالص عمل می‌کند، اما سایر

جدول ۴- میانگین مربعات نسبت برابری زمین نفع فلفلی، عدس و مجموع تحت تأثیر نسبت‌های مخلوط، سطوح کود نیتروژن و تاریخ کاشت.

Table 4. Mean comparison of LER of peppermint, Lentil and total affected by intercropping ratios, transplanting date and levels of N fertilizer.

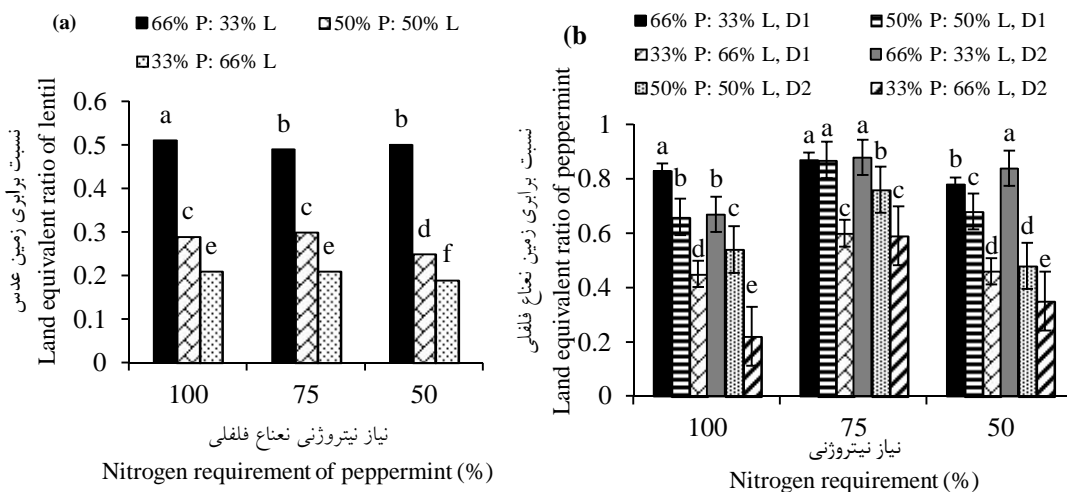
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	نسبت برابری زمین Land equivalent ratio		
		نفع فلفلی Peppermint	عدس Lentil	مجموع Total
تکرار Replication	2	0.0007 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	0.0012 ^{ns}
نسبت‌های مخلوط (I) Intercropping ratios	2	0.6125 ^{**}	0.4367 ^{**}	0.0273 ^{**}
سطوح نیتروژن (F) Nitrogen levels	2	0.2061 ^{**}	0.0031 ^{**}	0.2157 ^{**}
تاریخ نشاکاری (D) Transplanting date	1	0.1241 ^{**}	0.0000 ^{ns}	0.1202 ^{**}
I×F	4	0.0150 ^{**}	0.0009 ^{**}	0.0174 ^{**}
F×D	2	0.0224 ^{**}	0.0000 ^{ns}	0.0240 ^{**}
I×D	2	0.0165 ^{**}	0.0000 ^{ns}	0.0164 ^{**}
I×F×D	4	0.0100 ^{**}	0.0000 ^{ns}	0.0096 ^{**}
خطا Error	34	0.0002	0.0001	0.0004
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	2.5894	3.2897	2.1392

^{ns}، * و ** به ترتیب بیانگر غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

Ns: not significant, *, **: significant at P<0.05 and P<0.001 respectively.

نعناع: ۵۰ درصد عدس و در تاریخ نشاکاری دوم تیمار ۶۶ درصد نعناع: ۳۳ درصد عدس بالاترین مقادیر LER (به ترتیب ۱/۱۷ و ۱/۱) را به خود اختصاص دادند. بالاترین مقادیر این شاخص در سطح ۷۵ درصد کود نیتروژن به دست آمد که بیانگر برتری مخلوط برای نعناع فلفلی می باشد (شکل c و d - ۵). با مصرف ۵۰ درصد کود نیتروژن نیز برخی تیمارها از جمله ۶۶ درصد نعناع: ۳۳ درصد عدس و ۳۳ درصد نعناع: ۶۶ درصد عدس LER بالایی نشان دادند. در این سطح کودی و تاریخ نشاکاری اول، میزان LER در تمامی نسبت های مخلوط کمتر از یک بود. اما در تاریخ نشاکاری دوم مقدار این شاخص در نسبت ۶۶ درصد نعناع: ۳۳ درصد عدس بیشتر از یک به دست آمد (شکل e و f - ۵). نگاه کلی به مقادیر LER جزئی و مجموع نشان می دهد در بیشتر موارد نعناع فلفلی گیاه غالب بوده و توانسته از منابع به نفع خود در مخلوط استفاده کند. در کشت مخلوط نخود- سیاهدانه در تمامی تیمارهای مخلوط نسبت برابری زمین بیشتر از یک گزارش شد (۸).

با کاهش مصرف نیتروژن به ۷۵ درصد، مقدار LER در نشاکاری اول در تیمارهای کشت مخلوط افزایش یافت. به طوری که نسبت های ۶۶ درصد نعناع: ۳۳ درصد عدس و ۵۰ درصد نعناع: ۵۰ درصد عدس و سطح ۷۵ درصد نیتروژن نسبت به ۱۰۰ درصد نیتروژن به ترتیب ۴ و ۳۱ درصد افزایش داشتند. لذا در سطوح پایین نیتروژن در مخلوط، کارایی استفاده از زمین و منابع محیطی برای نعناع فلفلی نسبت به مصرف کامل نیتروژن افزایش می یابد (شکل b - ۴). بیشترین مقدار LER مجموع (۱/۰۴) به نسبت ۶۶ درصد نعناع: ۳۳ درصد عدس در ۱۰۰ درصد نیتروژن و تاریخ نشاکاری اول اختصاص یافت (شکل a - ۵). در نشاکاری دوم و کاربرد ۱۰۰ درصد کود نیتروژن مقدار این شاخص در تمامی تیمارهای مخلوط کمتر از یک بود و بالاترین مقدار آن در نسبت ۶۶ درصد نعناع: ۳۳ درصد عدس (۰/۸۸) به دست آمد (شکل b - ۵). در سطح ۷۵ درصد کود نیتروژن در هر دو تاریخ کاشت (۱۰ اردیبهشت و ۵ خرداد)، LER مجموع همه نسبت های مخلوط بیشتر از یک بود. در این سطح کودی در نشاکاری اول تیمار ۵۰ درصد



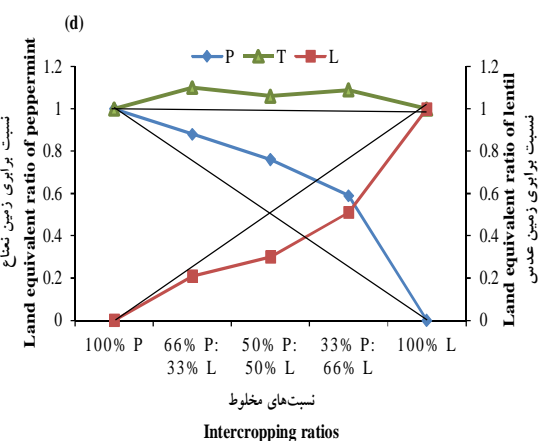
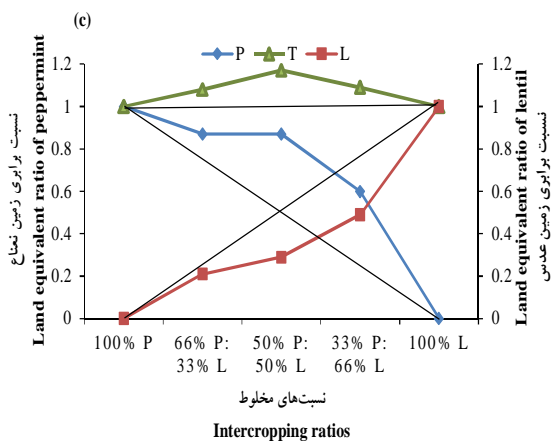
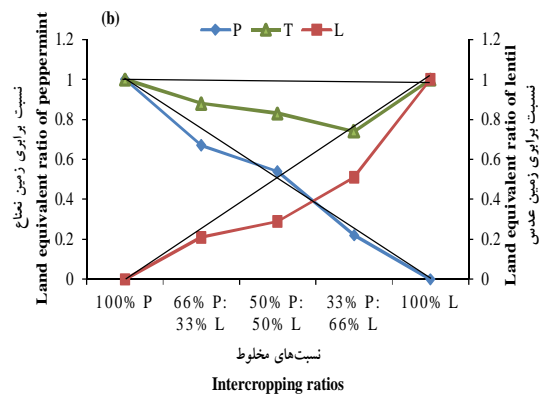
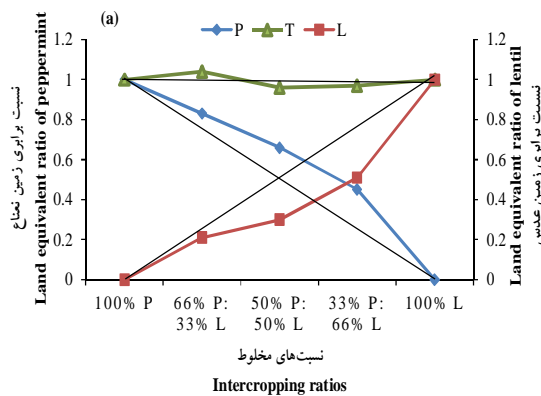
شکل ۴ (a). مقایسه میانگین نسبت برابری زمین عدس تحت تأثیر نسبت های مختلف مخلوط و سطوح کود نیتروژن. (b). نسبت برابری زمین نعناع فلفلی تحت تأثیر نسبت های مختلف مخلوط، سطوح کود نیتروژن و تاریخ نشاکاری (D1: ۲۹ خرداد و D2: ۲۵ اردیبهشت). میانگین های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند. P و L به ترتیب: نعناع فلفلی و عدس.

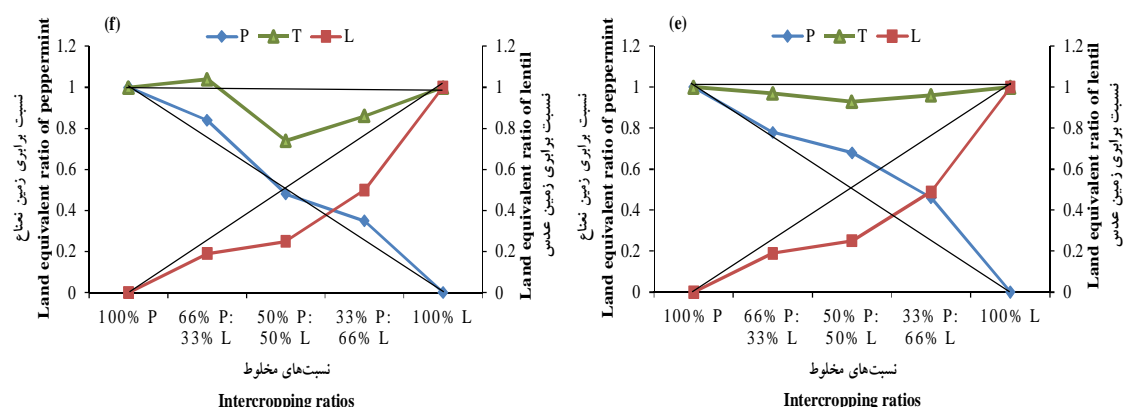
Figure 4 (a). Mean comparison of land equivalent ratio of lentil affected by intercropping ratio and N levels fertilizer. (b). Land equivalent ratio of peppermint affected by different intercropping ratios, levels of nitrogen fertilizer and transplanting date (D1: 29 April, D2: 25 May). Means followed by the same letters are not significantly different based on LSD. P and L: peppermint and lentil respectively.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان می‌دهد که از نظر اکولوژیکی در منطقه مورد بررسی، خصوصیات رشدی، عملکرد و اسانس نعنای فلفلی تحت تأثیر نسبت‌های مخلوط، تاریخ نشاکاری و نیتروژن قرار گرفت. نشاکاری دیر هنگام نعنای فلفلی سبب کاهش خصوصیات رشدی اندازه‌گیری شده، عملکرد و اسانس گردید، بنابراین کاشت نشاء نعنای فلفلی در تاریخ ۱۰ اردیبهشت توصیه می‌گردد. با توجه به افزایش عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس نعنای فلفلی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص این گیاه و حاکم بودن این روند حتی در شرایط کاهش نیتروژن (۷۵ و ۵۰

درصد کود نیتروژن)، می‌توان بیان داشت کاشت نعنای فلفلی به همراه عدس توانست تا حدودی نیازهای نیتروژنی نعنای فلفلی را برطرف و حتی در مواردی در کاربرد مقادیر کم نیتروژن بهتر از کشت خالص عمل کند. مقدار نسبت برابری زمین مجموع در سطح ۷۵ درصد کود نیتروژن، در همه نسبت‌های مخلوط بیشتر از یک بود. بنابراین، می‌توان به‌منظور کاهش مصرف کود نیتروژن و کاهش اثرات سوء زیست محیطی این کود و دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار، کشت مخلوط نعنای فلفلی به همراه عدس را توصیه نمود.





شکل ۵- اثر نسبت مخلوط و تاریخ‌های نشاکاری ۱۰ اردیبهشت (D1) و ۵ خرداد (D2) در سطوح ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد کود نیتروژن (N) بر شاخص نسبت برابری زمین نعنای فلفلی، عدس و مجموع. (a) D1 و ۱۰۰ درصد و (b) D2 و ۱۰۰ درصد و (c) D1 و ۷۵ درصد و (d) D2 و ۷۵ درصد و (e) D1 و ۵۰ درصد و (f) D2 و ۵۰ درصد.

Figure 5. Land equivalent ratio of peppermint, lentil and total affected by intercropping ratios and transplanting date 29 April (D1) and 25 May (D2) at 100, 75 and 50% levels of nitrogen (N) fertilizer. 100% N and D1 (a), 100% N and D2 (b), 75% N and D1 (c), 75% N and D2 (d), 50% N and D1 (e) and 50% N and D2 (f).

منابع

1. Abadian, H., Yarnia, M., Pirdashti, H., Abbasi, R., and Farahvash, F. 2015. Effect of mixed planting and nitrogen fertilization on yield basil (*Ocimum basilicum*) and Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) In competition with weeds. J. Crop Prod., 8: 3.1-18. (In Persian)
2. Asgarnezhad, M.R., Zerai, Gh.R., and Zarezadeh, A. 2015. The effect of planting date and plant density on yield and yield components of black mustard (*Brassica nigra*) the weather conditions Abarkuh. J. Crop Prod., 8: 3-183-198. (In Persian)
3. Awal, M.A., Kothi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Agric. For Meteorol., 139: 1.73-84.
4. Baharlooie, S., and Fallah, S. 2015. Nitrogen consumption optimization for growth and yield of pea and canola intercropping. J. Crop. Prod. Proces., 17: 31-41. (In Persian)
5. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Weath and chickpea intercropping system in an additive series experiment: advantages and weed smothering. Eur. J. Agron., 24: 325-332.
6. Bigonah, R., Rezvani-moghadam, P., and Jahan, M. 2014. Effect intercropping in biological yield, nitrogen present and morphological characteristics coriander (*Coriandrum sativum* L.) and fenugreek (*Trigonella foenum-graseum* L.). Iran J. Agr. Res., 12: 3.369-377. (In Persian)
7. Dastborhan, S., Zehtab-Salmasi, S., Nasrollahzadeh, S., and Tavassoli, A.R. 2011. Effect of biofertilizers and different amounts of nitrogen on yield of flower and essential oil and nitrogen use efficiency of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iran J. Med. Arom. Plants., 27: 2. 290-305. (In Persian)
8. Gholinezhad, E., and Rezaei-chiyaneh, E. 2014. Evaluation of grain yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) in intercropping with chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iran J. Crop Sci., 16: 3.236-249. (In Persian)
9. Hasanzadeh-Aval, F., Koocheki, A., Khazaee, H., and Nassiri-Mahallati, M. 2012. The effect of density on growth physiological parameters of (*Saturereja hortensis* L.) and (*Trifolium resupinatum* L.) intercropping. Iran J. Agr. Res., 10: 1.75-83. (In Persian)
10. Izadi, Z., Ahmadvand, G., Asnaashari, M., and Piri, Kh. 2010. The effect of nitrogen and plant density on some growth characteristics, yield and essential oil of peppermint (*Mentha*

- piperita* L.). Iran J. Agr. Res., 8: 5.824-836. (In Persian)
11. Jabbarpoor, S., Zehtab-Salmasi, S., Aliari, H., Javanshir, A., and Shakiba, M.R. 2013. The effect of planting date and plant density on yield and essential oil content of peppermint (*Mentha piperita* L.). Agroec. J. 5: 4.416-423. (In Persian)
 12. Koocheki, A., Nassiri-mahalati, M., Boroomand-rezazade, Z., Jahani, M., and Jafari, L. 2014. Study yield of medicinal plant Black cumin (*Nigella sativa*) intercropping Pea (*Cicer barietinum* L) and Bean (*Phaseoluse vulgaris*). Iran J. Agr. Res., 12: 1.1-8. (In Persian)
 13. Khodai-Moghadam, B., Mirshekari, B., and Tarinezhad, A. 2012. The effect of peppermint additive intercropping and beans on different dates on the main crop yield and weed biomass. The first national conference on strategies to achieve sustainable development. Ministry of Interior. Iran.
 14. Khoramdel, S., Siahmargoui, A., and Mahmoudi, Gh. 2016. Copticum and bean intercropping ratios replacement and additive effect on yield and yield components. J. Crop Prod., 9: 1.1-24. (In Persian)
 15. Maffei, M., and Mucciarelli, M. 2003. Essential oil yield in peppermint soybean strip intercropping. Field Crop. Res., 84: 229-240.
 16. Marotti, M., Piccaglia, R., Crout, W., Craufutd, K., and Deans, S. 2004. Effect of planting time and mineral fertilization on peppermint (*Mentha piperita* L.) essential oil composition and its biological activity. Flavour. Frag. J., 9: 125-129.
 17. Mehrafarin, A., Naghdibady, H.A., Pourhadi, M., Hadavi, E., Ghavami, N., and Kadkhoda, Z. 2011. Phytochemical and agricultural response peppermint (*Mentha piperita* L.) The use of bio-fertilizers and Urea. J. Med. Plants, 4: 107-118. (In Persian)
 18. Moaveni, P. 2009. Medicinal plants. Ghods Islamic Azad Univ. Publish. 144p. (In Persian)
 19. Omidbeigi, R. 1997. Approaches to production and processing of medicinal plants. Tehran. Public. Designers., 424p. (In Persian)
 20. Ozel, A., and Ozguven, M. 2002. Effect of different planting times on essential oil components of different mint (*Mentha spp.*) varieties. Turk. J. Agric. For., 26: 289-294.
 21. Ram, M., Singh, M., Prajapati, A.K., Ram, D., and Rawata, G. 2012. Towards sustainable production of peppermint (*Mentha piperita* L.) through integrated use of vermicompost and cowpea green manuring with synthetic nitrogen fertilization. Arch. Agron. Soil Sci., 58: 293-301.
 22. Shah, P.P., and D'Mello, P.M.D. 2004. A review of medicinal uses and pharmacological effects of *Mentha piperita*. Nat. Prod. Rad., 3: 4.214-221.
 23. Sharma, P.C., and Kanjilal, P.B. 1999. Effect of planting time and density on yield and quality of peppermint (*Mentha piperita* L.) under Su-tropical condition. Anc. Sci. life., 18: 284-289.
 24. Singh, J.K. 2007. Response of sunflower (*Helianthus annuus*) and French bean (*Phaseolus vulgaris*) Intercropping to different row ratios and nitrogen levels under rain fed conditions of temperate Kashmir. Indian J. Agron., 52: 36-39.
 25. Singh, V.P., Chatterjee, B.N., and Singh, P.V. 1989. Response of mint species to nitrogen fertilization. J. Agr. Sci., 113: 2.267-271.
 26. Telci, I., Kacar, O., Bayram, E., Arabaci, O., Demirtas, I., Yilmaza, G., Ozcan, I., Sonmez, C., and Goksub, E. 2011. The effect of ecological conditions on yield and quality traits of selected peppermint (*Mentha piperita* L.) clones. Ind. Crops Prod., 34: 1193-1197.
 27. Webster, J.E., Benefiel, D., and Davies, F. 1954. Yield and composition of sorghum juice in relation to time of harvest in Oklahoma. Agron. J., 46: 4.157-160.