

ارزیابی عملکرد، صفات کمی و کیفی در کشت مخلوط نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graceum* L.) تحت تاریخ‌های مختلف کشت

زکیه ابراهیم قوچی^۱، غلامرضا محسن‌آبادی^{۲*}، مجید مجیدیان^۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۰۲

^۱ - دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

^۲ - استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

*. مسئول مکاتبه: Email: mohsenabadi@guilan.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تاریخ‌های مختلف کشت بر عملکرد، صفات کمی و کیفی سیستم‌های مخلوط نعناع فلفلی و شنبلیله، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. فاکتور اصلی، تاریخ کاشت در سه سطح ۱۰ مهر، ۱۰ اسفند و ۱۰ اردیبهشت و سیستم کاشت به عنوان فاکتور فرعی در پنج سطح کشت خالص نعناع فلفلی، کشت خالص شنبلیله، کشت مخلوط جایگزینی نعناع - شنبلیله (M/F) با نسبت‌های ۱:۱، ۲:۲ و ۲:۱ (یک ردیف نعناع: دو ردیف شنبلیله) بود. نتایج نشان داد که عملکرد هر دو گیاه در کشت خالص بیشتر از سیستم‌های مخلوط بود. بیشترین نسبت برابری زمین متعلق به کشت مخلوط ۱:۱ بود. عملکرد دانه شنبلیله در تاریخ کاشت‌های ۱۰ اسفند و ۱۰ اردیبهشت به ترتیب ۲۳ و ۴۷ درصد و عملکرد زیست توده ۱۵ و ۳۲ درصد کاهش پیدا کرد. همچنین در این تاریخ کاشت‌ها، وزن خشک برگ نعناع فلفلی ۴۸ و ۵۷ درصد کاهش یافت. بیشترین درصد اسانس هر دو گیاه از برهمکنش تاریخ کاشت ۱۰ اسفند و نسبت مخلوط ۱:۱ حاصل شد. بالاترین عملکرد اسانس هر دو گونه از تاریخ کاشت پاییزه و کشت خالص حاصل شد. بطور کلی، در این مطالعه تاریخ کاشت پاییزه صفات کمی، کیفی و سودمندی مخلوط را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: اسانس، الگوی کشت، عملکرد نسبی، کشت مخلوط، نسبت برابری زمین

Evaluation of Yield, Quantity and Quality Traits in intercropping of Peppermint (*Mentha Piperita* L.) and Fenugreek (*Trigonella foenum - graceum* L.) under Different Planting Dates

Zakieh Ebrahim Ghochi¹, Gholam Reza Mohsenabadi^{2*}, Majid Majidian²

Received: 2 November, 2016 Accepted: 24 July, 2017

1-PhD Student of Agronomy, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran.

2- Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Iran.

*Corresponding Author E-mail: mohsenabadi@guilan.ac.ir

Abstract

In order to investigate the effect of different planting dates on yield, quantity and quality traits in replacement intercropping system of peppermint and fenugreek, a field experiment was conducted as split-plot arrangement based on randomized complete block design with three replications, in University of Guilan, during growing season of 2015 - 2016. The experimental treatments were planting dates in three levels (October 2, February 29 and April 29) assigned to main plots and planting systems in five levels (sole cropping of peppermint, sole cropping of fenugreek and replacement intercropping peppermint- fenugreek with ratios 1:1, 2:2 and 2:1 (two rows of fenugreek: one row of peppermint) as sub plot. The results showed that yield of both crops were higher in sole cropping in comparison intercropping systems. The highest land equivalent ratio (LER) was obtained in 1:1 intercropping ratio. Grain yield of fenugreek in 29 February and 29 April in comparison to autumn planting date 23% and 47% were decreased respectively, and its biological yield 15% and 32% were declined. Also in these planting dates, peppermint leaf dry weight 48% and 57 % was decreased. The highest essential oil percent of both crops was achieved from planting date of February 29 and 1:1 intercropping ratio interaction. The highest essential oil yield of both crops was obtained from autumn planting date and their sole cropping. The planting dates had no significant effect on total chlorophyll of peppermint. In general, in this study, autumn planting date improved quantity and quality traits and intercropping advantages.

Keywords: Essential oil, Intercropping, Planting Pattern, Relative Yield, Land Equivalent Ratio.

مقدمه

و همکاران (۲۰۰۲). همچنین کشت گیاهان دارویی و معطر با ایجاد تنوع و پایداری نیز می‌تواند نقش مهمی در سیستم‌های کشاورزی ایفا کند. یکی از این گیاهان، نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) است که در بین

از اواسط قرن بیستم استفاده از گیاهان دارویی در درمان بیماری‌ها، صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی سبب توجه روزافزون به این گیاهان شده است (کاروبا

با بررسی کشت مخلوط رازیانه با نخود گزارش کردند که عملکرد دانه نخود در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص ۴۸ درصد کاهش نشان داد اما بیشترین مقدار نسبت برابری زمینی از تیمار ۱:۱ حاصل شد. شنبلیل گیاهی است یکساله از تیره بقولات که به دلیل توانایی همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن می‌تواند بخشی از نیتروژن مورد نیاز را تولید کند. تصمیم‌گیری در مورد زمان مطلوب کاشت یک گیاه بسیار مهم بوده و از عوامل مهم جهت کسب حداکثر عملکرد می‌باشد. پیکاگلیا و همکاران (۲۰۰۵) کشت بهاره نعنای را مناسب ندانستند و بیان داشتند که نه تنها رویش گیاه با تاخیر همراه بود و در سال اول فقط یکبار محصول برداشت شد، بلکه در کشت بهاره از اسانس گیاهان نیز کاسته شد. کشت مخلوط گیاهان دارویی و بقولات توسط محققان بسیاری مطالعه شده ولی بررسی‌های صورت گرفته در مورد مخلوط نعنای فلفلی و شنبلیل انجام نشده است. استفاده از لگوم‌ها در کشت مخلوط موجب کاهش مصرف کود نیتروژن می‌شود در نتیجه از آلودگی محیط زیست نیز جلوگیری می‌شود (ایل‌جاه و آخوندآ ۲۰۰۱). بنابراین کشت مخلوط لگوم‌ها با گیاهان دیگر علاوه بر استفاده بهینه از زمینی، موجب حاصلخیزی خاک می‌شود. در این سیستم کاشت، نیتروژن تثبیت شده به وسیله لگوم‌ها، می‌تواند به پایداری عملکرد در کشاورزی کم‌نهاد کمک کند. در مخلوط نعنای فلفلی و شنبلیل شرایط رشد به گونه‌ای است که با برداشت شنبلیل، زمین کاملاً خالی از گیاه نمانده و حضور نعنای مانع از هدروری منابع (نور، باقیمانده‌ی نیتروژن حاصل از تثبیت شنبلیل و نهاده‌های به کار برده شده مثل کود و رطوبت) می‌گردد و بهره‌وری منابع را در زمان افزایش خواهد داد و با توجه به قدرت تولید ریزوم و پراکنش وسیع نعنای، می‌توان از این ویژگی در جهت افزایش بهره‌وری از زمین استفاده نمود. با توجه به مطالب فوق و مزیت‌های کشت مخلوط شنبلیل با سایر گیاهان دارویی و به لحاظ تأثیر

گونه‌های نعنای، بیشترین اسانس را دارد و دومین طعم‌دهنده با ارزش در جهان محسوب می‌شود (کومار و سود ۲۰۱۱). اسانس نعنای فلفلی خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی، ضد میکروبی دارد که از آن برای رفع سرماخوردگی، سرفه، تب، تهوع، سردرد، آماس روده بزرگ (گالیو تیا و همکاران ۲۰۰۲)، ضد اسپاسم، ضدنفخ (سای دنی د سوسا ۲۰۱۰)، ضد شوره سر و رفع سوء هاضمه (لیو و همکاران ۲۰۱۲) استفاده می‌شود. همچنین صنایع دخانیات سالیانه ۴۰ درصد از اسانس نعنای را مصرف می‌کند (سینگ و همکاران ۲۰۱۵). شنبلیل (*Trigonella foenum-graceum* L.) نیز با داشتن تريگونلین در درمان دیابت، کلسترول، یبوست، سوء هاضمه و به عنوان محرک شیر مادر و به عنوان ملین، خلط آور، ضد اسپاسم و ضدنفخ استفاده می‌شود (بیلگتس-هدریچ و همکاران ۲۰۱۳). عملکرد گیاهان دارویی و متابولیت‌های آنها مانند گیاهان زراعی، تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیک و محیط قرار می‌گیرد. لذا، برای افزایش کمی و کیفی این متابولیت‌ها و افزایش کارایی نهاده‌های موجود، به‌کارگیری شیوه‌های به‌زراعی و به‌نژادی ضروری است. کشت مخلوط و تاریخ کشت مناسب از جمله راهکارهایی است که می‌تواند منجر به بهینه‌سازی تولید این گیاهان شود (حسین و همکاران ۲۰۰۸). تک‌کشتی خطرات احتمالی از قبیل کاهش حاصلخیزی خاک، بهره‌وری زمین، ساختمان خاک و فعالیت میکروبی را در بر خواهد داشت (ونی و همکاران ۱۹۹۵). بنابراین می‌توان با کشت مخلوط در راستای کشاورزی پایدار گام برداشت. گزارش شده که کشت مخلوط نعنای با شمع‌دانی معطر (راجیسوارا ۲۰۰۲) و با نیشکر (سینگ و همکاران ۱۹۹۸) باعث افزایش کارایی استفاده از زمین شده است. ورما و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی کشت مخلوط نعنای فلفلی و شمع‌دانی معطر مشاهده نمودند که درصد اسانس دو گیاه، نسبت برابری زمین و نسبت معادل زمان-سطح افزایش یافت. آواستی و همکاران (۲۰۱۱)

اوایل گلدهی (۱۵ درصد گلدهی) و از فاصله هفت سانتی متری زمین برداشت شد و صفاتی شامل تعداد برگ، ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، وزن خشک برگ، عملکرد، میزان کلرفیل، اسانس و عملکرد اسانس اندازه گیری شد. برداشت شنبلیله در زمان قهوه‌ای شدن ۹۰ درصد غلاف‌ها انجام شد و صفات تعداد برگ در بوته، وزن خشک برگ، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، اسانس و عملکرد اسانس اندازه گیری شدند. عملکرد زیست توده نعنای و دانه شنبلیله، با حذف اثر حاشیه‌ای و در سطح باقیمانده، تعیین شد. نمونه‌های برداشت شده به مدت ۴۸ ساعت در آون و دمای ۷۰ درجه سانتی گراد خشک و سپس با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ توزین شدند.

برای تهیه اسانس گیاه از روش تقطیر با آب و دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت استفاده شد و به آن سولفات سدیم به منظور حذف آب اضافه شد و سپس درصد و عملکرد اسانس محاسبه شد. برای محاسبه سودمندی مخلوط از شاخص نسبت برابری زمین^۱ (LER) برای ارزیابی سودمندی عملکرد و نیز عملکرد اسانس استفاده شد. نسبت برابری زمین از مجموع عملکرد نسبی گونه‌ها حاصل می‌شود (مید و وایلی ۱۹۸۰). عملکرد نسبی نسبت عملکرد هر گونه در مخلوط به عملکرد آن در کشت خالص می‌باشد.

$$LER = \frac{Y_{mf}}{Y_{mm}} + \frac{Y_{fm}}{Y_{ff}} \quad [\text{رابطه ۴}]$$

Y_{mf} و Y_{fm} ، به ترتیب عملکرد ماده خشک نعنای فلفلی و عملکرد دانه شنبلیله در مخلوط و Y_{mm} و Y_{ff} ، عملکرد گونه‌ها در تک کشتی می‌باشد. داده‌ها با نرم افزار SAS9.1 تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی مقایسه شدند.

بر استقرار گیاه، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها و کیفیت و کمیت محصول، آزمایش حاضر به منظور بررسی مخلوط نعنای فلفلی و شنبلیله و کشت خالص آنها در پاسخ به تاریخ کاشت‌های مختلف طراحی شد.

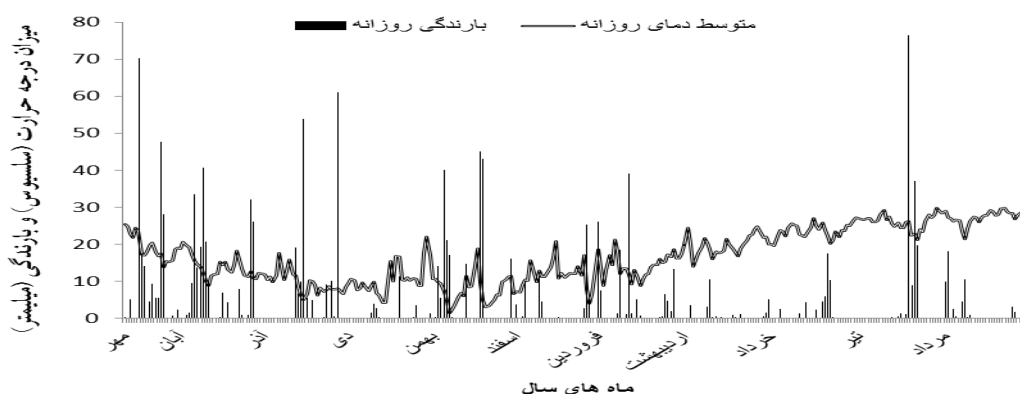
مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه شمالی و ۴۹ درجه شرقی و ارتفاع ۷- متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۴-۹۵ اجرا شد. آزمایش به صورت کرت خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی، تاریخ کاشت در سه سطح ۱۰ مهر، ۱۰ اسفند و ۱۰ اردیبهشت و سیستم کاشت به عنوان فاکتور فرعی در ۵ سطح کشت خالص نعنای و شنبلیله، کشت مخلوط جایگزینی (M/F) با نسبت‌های ۱:۱، ۲:۲ و ۱:۲ (یک ردیف نعنای: دو ردیف شنبلیله) بود. خصوصیات خاک زمین آزمایشی در جدول ۱ آورده شده است. ابعاد کرت‌های آزمایشی در ۴×۳ متر مربع، با فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر بود و بذر شنبلیله و ریزوم نعنای در دو طرف پشته به فاصله های ۱۰ و ۱۵ سانتی متر، کشت شد. تراکم بوته نعنای فلفلی و شنبلیله در کشت خالص به ترتیب ۱۳ و ۲۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. تراکم گیاهان در کشت‌های مخلوط با توجه به نسبت آنها در مخلوط تعیین شد. ریزوم‌های نعنای فلفلی از شهرستان دماوند و بذر شنبلیله، از جهاد کشاورزی استان گیلان و از توده‌های بومی رشت تهیه شد. آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و پس از آن با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه و به صورت قطره ای انجام شد. کود نیتروژن (از منبع اوره)، فسفر (منوفسفات تریپل) و پتاسیم (سولفات پتاسیم) به ترتیب به مقدار ۱۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم به خاک اضافه شدند. یک سوم کود اوره در زمان کاشت گیاهان و دوم سوم باقیمانده به صورت سرک و در زمان رشد سریع گیاه مصرف شد. نعنای فلفلی در در

^۱. Land equivalent ratio

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

هدایت الکتریکی (dS/cm)	pH	نیترژن (%)	پتاسیم (mg/g)	فسفر (mg/g)	کربن آلی (%)	سیلت (%)	رس (%)	شن (%)	بافت خاک
۰/۸۲	۶/۱	۰/۶۰	۱۵۶	۲/۴	۶۸/۰	۴۴	۴۹	۷	سیلتی



شکل ۱- متوسط درجه حرارت و بارندگی روزانه رشت از کاشت تا برداشت نعنای فلفلی و شنبليله

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد نعنای فلفلی

تعداد برگ در بوته

بیشترین تعداد برگ (۳۹۷ برگ در بوته) از تاریخ کاشت ۱۰ مهر و کمترین آن از تاریخ ۱۰ اردیبهشت (۲۱۶) حاصل شد (جدول ۲). در کاشت انتظاری و بهاره ، با افزایش دما در فصل بهار سرعت نمو افزایش و طول دوره‌ی رویشی کاهش یافت و گیاه فرصت کافی برای بهره‌گیری از منابع تولید را نداشته و در نتیجه تعداد برگ در تاریخ کاشت دوم و سوم کاهش پیدا کرد (بولتر و همکاران ۲۰۰۲). سیستم کشت نیز بر تعداد برگ تاثیر داشت. بیشترین تعداد برگ متعلق به کشت خالص نعنای فلفلی (۳۶۰) بود (جدول ۲). شاید فضای اشغال شده بیشتر توسط بوته‌های نعنای در کشت خالص باعث رقابت کمتر بوته‌های نعنای شده و در نتیجه هر بوته ریزوم و استولن بیشتری ایجاد نموده در

نتیجه‌ی گسترش بوته‌ها به اطراف تعداد برگ بیشتری تولید شده است.

وزن خشک برگ

وزن خشک برگ نعنای در تاریخ ۱۰ مهر نسبت به سایر تاریخ کاشت‌ها بطور معنی‌داری بالاتر بود و نسبت به تاریخ کاشت ۱۰ اسفند و ۱۰ اردیبهشت به ترتیب حدود ۴۸ و ۵۷ درصد افزایش مشاهده شد (جدول ۲). به نظر می‌رسد که در کشت پاییزه نعنای فلفلی، مدت زمان استفاده از منابع محیطی نسبت به سایر تاریخ کاشت‌ها بیشتر بوده و باعث بهبود این صفت شده است. پیکالگیا و همکاران (۲۰۰۵) در کشت بهاره نعنای تنها یک چین برداشت کردند و کشت بهاره را مناسب ندانستند. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، وزن خشک برگ تحت تاثیر سیستم کشت بود. به طوری‌که بیشترین وزن خشک برگ از کشت خالص (معادل ۴۴۸ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد و پس از آن نسبت‌های کشت مخلوط ۱:۱ و ۲:۲ قرار داشتند. وزن

ارتفاع بوته

بیشترین ارتفاع بوته نعناع فلفلی (۵۰ سانتی‌متر) در برهمکنش تاریخ کاشت ۱۰ مهر و نسبت کاشت مخلوط دو ردیف شنبلیله و یک ردیف نعناع فلفلی بدست آمد (شکل ۲). بی‌گناه و همکاران (۲۰۱۴) بیان داشتند هر جا از رقابت درون گونه‌ای و یا برون گونه‌ای در جهت کسب نور کاسته می‌شود، ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد. چنین به نظر می‌رسد که از یک طرف، در نسبت بالای شنبلیله با افزایش رقابت بین گونه‌ای شرایطی مشابه کمبود نور برای نعناع فلفلی ایجاد و طول میانگره‌ها زیاد و به تبع آن ارتفاع آن افزایش یافته است. از طرف دیگر، کاشت پاییزه نعناع فلفلی باعث رشد بیشتر آن را در اول بهار شده و باعث افزایش توانایی رشد رویشی و در نتیجه افزایش ارتفاع آن شده است که این افزایش ارتفاع به بهای کاهش رشد جوانه‌های جانبی انجام شده است. همچنین به نظر می‌رسد که بوته‌های شنبلیله به دلیل داشتن ارتفاع بلندتر و سایه اندازی روی نعناع باعث کاهش نسبت نور قرمز به مادون قرمز شده و در نتیجه این امر ارتفاع بوته نعناع در نسبت کاشت ۲:۱ افزایش یافت. بیگناه و همکاران (۲۰۱۴) با کاشت مخلوط گشنیز و شنبلیله گزارش کردند که بیشترین ارتفاع گیاه گشنیز از تیمار ۲۵ درصد گشنیز و ۷۵ درصد شنبلیله حاصل شد.

عملکرد تر

بیشترین عملکرد تر از برهمکنش کاشت پاییزه و کاشت خالص معادل ۲۴۶۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل ۳). به نظر می‌رسد که این تیمار به علت استفاده بهتر از منابع محیطی و نیچ مطلوب مکانی و زمانی، شرایط مناسب رشدی را برای افزایش تعداد برگ و تعداد شاخه جانبی نعناع (جدول ۲) فراهم کرده باشد که این امر سبب افزایش عملکرد تر نسبت به سایر تیمارها شده است. اوزل و اوزگون (۲۰۰۲) در شمال ترکیه (اقلیم مدیترانه‌ای، ۴۱ درجه شمالی و ۳۰ درجه

خشک بالاتر برگ در تیمار کشت خالص را می‌توان به وجود فضای بیشتر در کشت خالص نعناع در مقایسه با مخلوط نسبت داد که امکان رشد بیشتر شاخه‌های جانبی را در فضاهای موجود برای نعناع فراهم نموده و در نتیجه، تعداد برگ و نهایتاً تولید ماده خشک بیشتر بوده است. آکمل و جانسن (۲۰۰۴) با بررسی کشت مخلوط ریحان و لوییا گزارش کردند که وزن خشک و تعداد برگ ریحان در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود.

شاخه جانبی

مقایسه میانگین تعداد شاخه جانبی نعناع در تاریخ‌های کشت نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب از تاریخ کاشت ۱۰ مهر (۵۴ شاخه در بوته) و ۱۰ اردیبهشت (۲۹) بدست آمد (جدول ۲). کاشت پاییزه به علت تامین شرایط مناسب رطوبتی و دوره رویشی بیشتر تعداد شاخه فرعی نعناع را افزایش داد. زیل‌جاسکو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که کشت نعناع فلفلی در اواسط خرداد به علت دمای بالا در اوایل دوره رشد و کوتاه‌تر شدن دوره رشد رویشی، عملکرد رویشی کمتری نسبت به تاریخ کاشت اوایل فروردین داشت. در بین سیستم‌های کشت، کشت خالص نعناع بالاترین تعداد شاخه فرعی را داشت. همانطور که در بالا اشاره شد در کشت خالص، عدم رقابت بین گونه‌ای، وجود شرایط نوری و فضای مناسب‌تر برای رشد جوانه‌های جانبی، گسترش و تشکیل شاخه‌های فرعی، باعث کاهش غالبیت جوانه انتهایی و افزایش تعداد شاخه‌های فرعی شد. ورما و همکاران (۲۰۱۳) در هندوستان با بررسی کشت مخلوط نعناع فلفلی و شمعدانی معطر مشاهده نمودند که تعداد برگ و تعداد شاخه جانبی نعناع فلفلی در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود.

شرایط مناسب رشد برای شنبلیله فراهم شده و این امر باعث افزایش وزن خشک برگ شنبلیله شد.

تعداد شاخه جانبی

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در بین تاریخ‌های کشت، بیشترین تعداد شاخه جانبی شنبلیله از تاریخ کشت ۱۰ مهر (۱۵/۶۱) حاصل شد. افزایش تعداد شاخه جانبی در تاریخ کاشت ۱۰ مهر را می‌توان ناشی از فرصت کافی برای رشد رویشی و تشکیل تعداد شاخه‌های فرعی بیشتر در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۰ اسفند و ۱۰ اردیبهشت دانست. احتمالاً تأخیر در کاشت باعث شد گیاه قبل از آنکه فرصت کافی برای رشد رویشی داشته باشد به دلیل دمای بالا وارد دوره زایشی شود و نتواند از عوامل محیطی به نحو مناسبی استفاده نماید و تعداد شاخه فرعی کاهش یابد. مقایسه میانگین‌های سیستم‌های مختلف کشت نشان داد که بیشترین تعداد شاخه جانبی در کشت خالص (۱۲/۱۴) مشاهده شد.

ارتفاع بوته

بیشترین ارتفاع بوته شنبلیله از برهمکنش تاریخ کاشت ۱۰ مهر و کشت خالص (۷۴/۳۱ سانتی متر) و کمترین آن از برهمکنش تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت و نسبت‌های مخلوط ۲:۲ و ۱:۱ (به ترتیب ۳۷/۱۸ و ۳۷/۱۶ سانتی متر) حاصل شد (شکل ۴). در کل چنین به نظر می‌رسد که در کشت خالص شنبلیله با افزایش رقابت درون گونه‌ای طول میانگره‌ها زیاد و به تبع آن ارتفاع گیاه در کشت خالص در مقایسه با سیستم‌های مخلوط افزایش پیدا کرد. از طرف دیگر کاشت دیر هنگام سبب کاهش ارتفاع بوته شد، زیرا دوره رویش گیاه در تاریخ کاشت اول از عوامل مساعد مثل شرایط مطلوب تشعشع، دما و رطوبت برخوردار بوده، ولی در کشت دیر هنگام، به علت افزایش دما و تنش رطوبت در آخر فصل رویش، گیاه از رشد نامطلوبی برخوردار بوده، به طوری که باعث کاهش ارتفاع بوته و کوتاه شدن طول

با کاشت نعنای فلفلی در تاریخ‌های مختلف (اواخر مهر، اواخر آبان، اواخر فروردین و اواخر اردیبهشت ماه) نشان دادند که عملکرد نعنای فلفلی تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گرفته و بیشترین مقدار عملکرد در تاریخ کاشت پاییز بدست آمد.

عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله

تعداد برگ

نتایج مقایسه میانگین‌های تعداد برگ شنبلیله نشان داد که تاریخ کاشت ۱۰ مهر با تعداد برگ (۹۹/۲۹) به ترتیب باعث افزایش ۹/۱۸ و ۴۳/۳۹ درصد نسبت به تاریخ ۱۰ اسفند و ۱۰ اردیبهشت شد (جدول ۲). افزایش تعداد برگ در کشت پاییزه را می‌توان به استقرار بهتر گیاه در پاییز، شروع زودتر رشد بهاره، افزایش طول دوره رشد گیاه و افزایش تعداد شاخه جانبی و در نهایت تعداد برگ نسبت داد که با نتایج دادخواه و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت. اما تعداد برگ شنبلیله در سیستم‌های مختلف کشت اختلاف معنی داری با هم نداشتند (جدول ۲).

وزن خشک برگ

تاخیر در کاشت باعث کاهش وزن خشک برگ شنبلیله شد به طوری که تاریخ کاشت ۱۰ مهر با وزن خشک ۲۳/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین وزن خشک را به خود اختصاص داد (جدول ۲). به نظر می‌رسد کاشت دیر هنگام با کاهش طول دوره مراحل رشدی، کاهش تعداد برگ و تعداد شاخه جانبی تولید شده باعث کاهش وزن خشک برگ شنبلیله شد. در بین سیستم‌های کشت، بالاترین وزن خشک برگ از کشت خالص شنبلیله (۲۱/۸۳ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد که اختلاف معنی داری با نسبت مخلوط ۲:۱ (یک ردیف نعنای دو ردیف شنبلیله) نداشت (جدول ۲). می‌توان بیان نمود که به علت رقابت برون گونه‌ای کمتر در این دو سیستم کشت،

اینکه تاریخ کاشت اول به جهت قرار گرفتن مراحل رشد در شرایط محیطی مناسب امکان فتوسنتز بیشتر را فراهم نموده بود، اما به دلیل افزایش تعداد غلاف و در نتیجه افزایش رقابت درون بوته‌ای بین غلاف‌ها که مقصد فتوسنتزی فعالی هستند، تعداد دانه در غلاف کاهش پیدا کرد. اصغری پورچمن (۲۰۰۲) گزارش کرد با تأخیر در کاشت تعداد دانه در اسفرزه کاهش پیدا کرد. در مقایسه سیستم‌های کشت، بیشترین تعداد دانه در غلاف از سیستم کشت ۲:۱ حاصل شد. به نظر می‌رسد در کشت خالص به علت تولید تعداد بیشتر غلاف در بوته، رقابت درون بوته‌ای بر سر فتوآسیمیلات‌ها افزایش پیدا کرده و این امر باعث تولید غلاف کوچکتر و در نتیجه کاهش تعداد دانه در غلاف نسبت به سایر سیستم‌های کشت مخلوط شد. در آزمایش معافی و موسیاری (۲۰۰۳) نیز تعداد دانه در بوته سویا در کشت مخلوط سویا و نعنای بالاتر از کشت خالص بود.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه در تک کشتی بیشتر از نسبت‌های مخلوط بود به طوری که در مخلوط با افزایش تعداد دانه در بوته از وزن هزار دانه کاسته شد و به دلیل کمتر بودن تعداد دانه در کشت خالص، سهم هر دانه از مواد فتوسنتزی موجود افزایش و در نتیجه وزن دانه‌ها بیشتر شد (باکیوال و همکاران ۲۰۰۶). وزن هزار دانه شنبلیله در تاریخ کاشت ۱۰ مهر بیشتر از سایر تاریخ‌ها بود (جدول ۳). وزن دانه تابع توانایی گیاه در تامین مواد پرورده برای مخزن‌ها و همچنین شرایط محیطی از قبیل رطوبت و دما در هنگام پر شدن دانه‌ها می‌باشد. لذا هر چه شرایط مساعدتر باشد، دانه‌ها درشت‌تر و وزن آن‌ها افزایش می‌یابد.

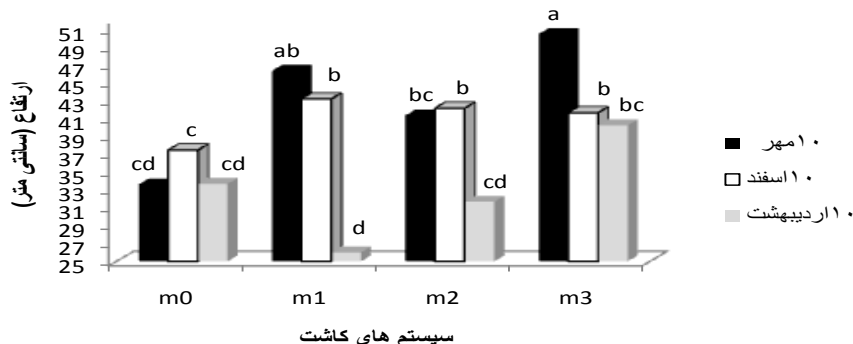
ساقه شد. سینک و همکاران (۲۰۰۵) نیز کاهش ارتفاع بوته شنبلیله را با تأخیر در کاشت از ۸ آبان تا ۹ آذر گزارش کردند.

تعداد غلاف در بوته

نتایج نشان داد (جدول ۳) که بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته را تاریخ کاشت ۱۰ مهر و ۱۰ اردیبهشت (به ترتیب برابر با ۶۸ و ۳۷ عدد در بوته) داشتند. احتمالاً در کاشت بهاره، مراحل نمو حساس از جمله گله‌ی با دمای بالاتری روبرو شده و این امر سبب تسریع مرحله زایشی، عدم باروری کامل گل، کاهش تعداد گل و تعداد غلاف در بوته شده است. کورلا و سینی (۲۰۰۳) افزایش تعداد غلاف در بوته شنبلیله را با تأخیر در کاشت از ۱۵ شهریور به ۱۴ مهر را گزارش کرده‌اند. مقایسه میانگین‌های سیستم‌های کشت نشان داد که کشت خالص شنبلیله بیشترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۳). می‌توان استنباط نمود از یک طرف کشت خالص به دلیل عدم وجود رقابت بین گونه‌ای فضای بیشتری را در اختیار گیاه برای گسترش تعداد شاخه جانبی قرار داده است و از طرف دیگر از آنجائی که شنبلیله از نظر رشد زایشی رشد نامحدود است، تک کشتی با تولید شاخه جانبی بیشتر، تعداد غلاف در بوته بیشتری را نسبت به کشت مخلوط نیز به تولید کرده است.

تعداد دانه در غلاف

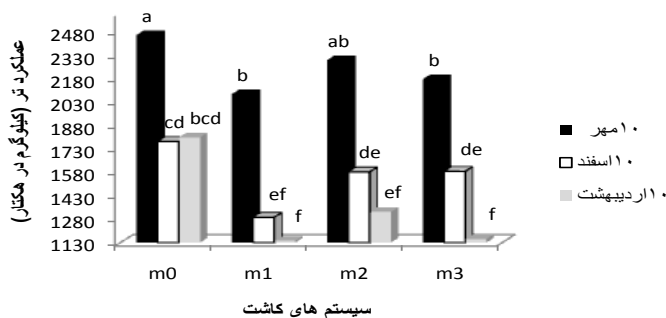
تعداد دانه در غلاف شنبلیله در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند نسبت به سایر تاریخ‌ها تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). به طوری که تاریخ کاشت‌های ۱۰ اسفند و ۱۰ اردیبهشت، بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف (به ترتیب برابر با ۱۶ و ۱۳ عدد) را داشتند. با وجود



شکل ۲- مقایسه میانگین های ارتفاع نعنای فلفلی تحت تاثیر تاریخ و سیستم های کاشت

m0, m1, m2 و m3 به ترتیب: کشت خالص نعنای فلفلی، نسبت مخلوط ۱:۱، ۲:۲ و ۲:۱

حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد برطبق آزمون توکی می باشد.



شکل ۳- مقایسه میانگین های عملکرد تر نعنای فلفلی تحت تاثیر تاریخ و سیستم های کاشت

m0, m1, m2 و m3 به ترتیب: کشت خالص نعنای فلفلی، نسبت مخلوط ۱:۱، ۲:۲ و ۲:۱

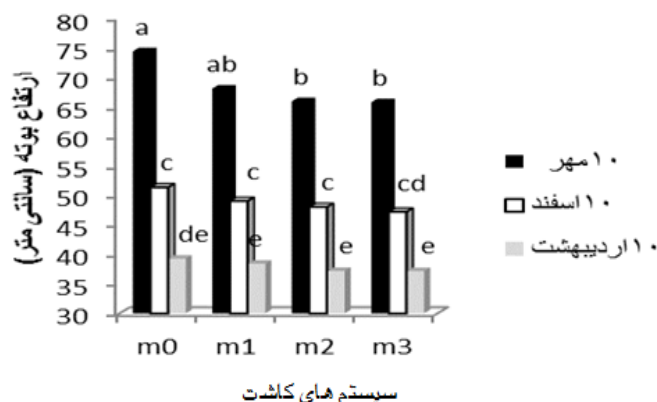
حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد برطبق آزمون توکی می باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین های تعداد برگ در بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن خشک برگ و عملکرد اسانس نعنای فلفلی تحت

تاثیر تاریخ و سیستم های کاشت

تیمارهای آزمایشی	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه جانبی	وزن خشک برگ (kg.ha ⁻¹)	عملکرد اسانس (kg.ha ⁻¹)
مهر	۳۹۷/۱۱ ^a	۵۴/۷۷ ^a	۶۱۲/۷۷ ^a	۱۶/۱۰ ^a
اسفند	۳۰۶/۹۸ ^b	۳۶/۵۲ ^b	۳۲۰/۰۵ ^b	۱۷/۳۸ ^a
اردیبهشت	۲۱۶/۷۱ ^c	۲۹/۶۵ ^c	۲۶۴/۸۷ ^c	۱۲/۱۳ ^b
M0	۳۶۰/۱۴ ^a	۴۳/۰۱ ^a	۴۴۸/۹۲ ^a	۲۴/۱۰ ^a
M1	۳۱۰/۳۳ ^b	۳۹/۷۳ ^b	۳۹۸/۹۵ ^b	۱۳/۵۴ ^b
M2	۲۸۶/۱۸ ^{bc}	۳۷/۴۳ ^c	۳۵۸/۵۸ ^c	۱۲/۸۷ ^b
M3	۲۷۱/۰۸ ^c	۴۱/۰۷ ^b	۳۹۰/۴۷ ^{bc}	۱۰/۳۱ ^c

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد برطبق آزمون توکی می باشد.



شکل ۴- مقایسه میانگین های ارتفاع بوته شنبلیله تحت تاثیر تاریخ و سیستم های کاشت

m0, m1, m2 و m3 به ترتیب: کشت خالص نعنای فلفلی، نسبت مخلوط ۱:۱، ۲:۲ و ۲:۱

حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد برطبق آزمون توکی می باشد.

تاریخ کاشت ۱۰ اسفند نسبت به تاریخ کاشت پاییزه شده است. از آنجا که عملکرد اسانس تابع درصد اسانس و عملکرد اقتصادی گیاه است، افزایش هر یک از این دو سبب افزایش عملکرد اسانس گیاه می شود. تغییر در عملکرد اسانس مشابه تغییر عملکرد بوده است و کشت خالص و کشت پاییزه به علت عملکرد بیشتر دارای عملکرد اسانس بالاتری برای هر دو گیاه بودند. در کشت مخلوط نعنای و سویا نیز بیان شد که در نسبت های مختلف کشت عملکرد اسانس نعنای به دلیل کاهش عملکرد بیوماس در مقایسه با کشت خالص کاهش یافت (معافی و موسیاری ۲۰۰۳).

نسبت برابری زمین

بالاترین عملکرد نسبی شنبلیله در نسبت کاشت ۱:۱ (۳۷٪) و کشت پاییزه (۰/۳۶) حاصل شد. (جدول ۴). اما در مورد نعنای فلفلی، بیشترین عملکرد نسبی از تاریخ کاشت ۱۰ اردیبهشت بدست آمد. در بین سیستم های مخلوط، نعنای فلفلی در نسبت مخلوط ۱:۱ عملکرد نسبی بالاتری نسبت به سایر سیستم ها دارا بود (جدول ۴). نسبت برابری زمین که حاصل مجموع عملکرد نسبی گونه ها است در تاریخ های کشت اختلاف معنی داری نداشتند. در بین سیستم های مخلوط، بیشترین نسبت برابری زمین متعلق به نسبت ۱:۱ (۱/۰۲) بود که نشان

عملکرد دانه و زیست توده

شنبلیله در تاریخ کاشت پاییزه نسبت به تاریخ های دیگر عملکرد دانه و زیست توده بالاتری داشت (جدول ۳). افزایش دما در مرحله زایشی در تاریخ کاشت بهاره باعث تسریع در روند گلدهی و کوتاه شدن دوره پرشدن دانه شده و این امر سبب افت ۲۳ و ۴۷ درصدی عملکرد دانه و ۱۵ و ۳۲ درصدی عملکرد زیست توده در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند و ۱۰ اردیبهشت شد. در این آزمایش عملکرد شنبلیله در نسبت های مختلف مخلوط کاهش نشان داد (جدول ۳). بالاتر بودن اجزای عملکرد شنبلیله (تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه) در کشت خالص نسبت به مخلوط منجر به عملکرد بالاتر در کشت خالص شد. علیزاده و همکاران (۲۰۱۰) به عملکرد بالاتر تک کشتی لوبیا در مخلوط لوبیا و ریحان اشاره داشتند.

درصد و عملکرد اسانس

بیشترین درصد اسانس نعنای فلفلی (۲/۸۵ درصد) و شنبلیله (۰/۸۱ درصد) از برهمکنش تاریخ کاشت ۱۰ اسفند و نسبت کاشت ۱:۱ حاصل شد (شکل ۵ و ۶). از آنجائی که اسانس ها جزئی از متابولیت ثانویه هستند و متابولیت ها نیز در هنگام تنش های محیطی افزایش می یابند، به نظر می رسد که مواجهه گیاهان با تنش گرمایی باعث افزایش درصد اسانس در

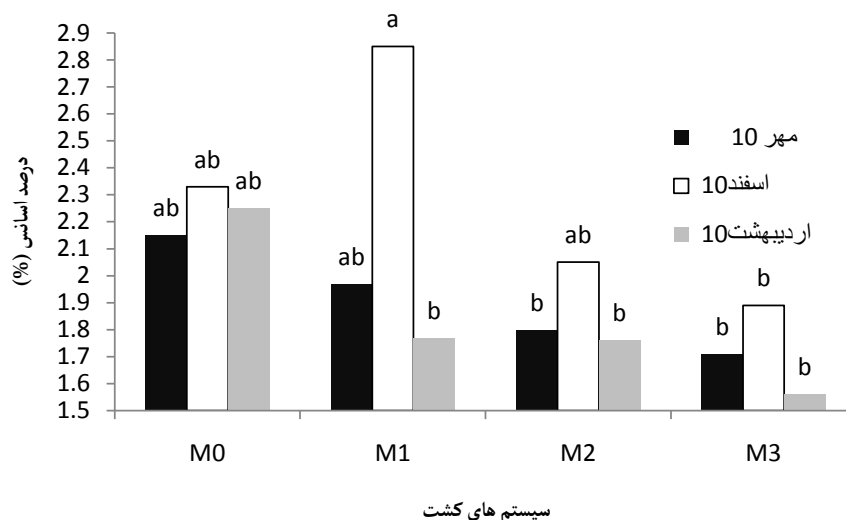
در مقایسه با تاج پوشش مسطح تشعشع خورشیدی بیشتری را جذب کند (تقی زاده و کوچکی ۱۹۹۷) در نتیجه سطح دریافت کننده نور، افزایش پیدا می‌کند. همچنین عوامل دیگری از جمله تفاوت در تیپ رشدی دو گیاه (رونده و ایستاده) و اختلاف ارتفاع می‌تواند در سودمندی کشت مخلوط موثر باشد. در بسیاری از تحقیقات نیز نسبت برابری زمین بالاتر از واحد در کشت مخلوط، به همین عوامل نسبت داده شده است. از آن جمله می‌توان به مخلوط لوبیا و ریحان (علیزاده و همکاران ۲۰۱۰) و مخلوط شنبلیله و گشنیز (بیگناه و همکاران ۲۰۱۴) اشاره کرد که در نتیجه بهره‌برداری بهتر از زمین و منابع محیطی در جهت رشد گیاهان حادث شده است. همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود تیمارهای مورد بررسی تاثیر معنی داری بر نسبت برابری زمین عملکرد اسانس نداشتند.

دهنده آن است که در کشت خالص برای تولید عملکردی معادل با کشت مخلوط، ۲ درصد زمین بیشتر مورد نیاز می‌باشد. نسبت برابری زمین بالاتر در کشت مخلوط ۱:۱ می‌تواند به علت حضور گیاهان متفاوت در ردیف‌های مجاور باشد زیرا در این حالت رقابت درون گونه‌ای بین ردیف‌ها حذف شده و باعث افزایش عملکرد نسبی شنبلیله و نعنای فلفلی شده و این امر به نوبه خود موجب افزایش نسبت برابری زمین در مخلوط ۱:۱ نسبت به سایر سیستم‌ها شد. نسبت برابری زمین بیشتر از واحد در کشت مخلوط نشان دهنده‌ی استفاده بهتر از منابع محیطی (آب، نور و مواد غذایی)، استفاده مناسب از زمان و فضا می‌باشد. بعلاوه، گیاهانی که برای مخلوط انتخاب می‌شوند، در بیشتر موارد ارتفاع یکسانی ندارند، این تفاوت ارتفاع، سبب می‌شود تا سطح تاج پوشش در کشت مخلوط از حالت مسطح خارج و به صورت موج درآید. احتمال دارد که تاج پوشش موج

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ در بوته، وزن خشک برگ، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، عملکرد اسانس شنبلیله تحت تاثیر تاریخ و سیستم‌های کاشت

تیمارهای آزمایشی	تعداد شاخه جانبی	تعداد برگ	وزن خشک برگ (kg.ha ⁻¹)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	عملکرد زیست توده (kg.ha ⁻¹)	عملکرد اسانس (kg.ha ⁻¹)
مهر	۱۵/۶۱ ^a	۹۹/۲۹ ^a	۲۳/۷۵ ^a	۶۸/۴۷ ^a	۱۶/۰۰ ^a	۱۵/۶۱ ^a	۱۳۹۵/۱ ^a	۲۴۴۹/۳۹ ^a	۵/۴۹ ^a
تاریخ کاشت اسفند	۸/۳۸ ^b	۸۹/۵۴ ^b	۱۸/۶۰ ^b	۴۶/۰۷ ^b	۱۳/۹۵ ^b	۸/۷۰ ^b	۱۰۷۵/۷۲ ^b	۲۰۹۳/۱۱ ^b	۵/۳۶ ^a
اردیبهشت	۸/۸۵ ^b	۵۶/۲۰ ^c	۱۵/۰۱ ^c	۳۷/۸۶ ^c	۱۳/۴۳ ^c	۷/۸۳ ^c	۷۴۴/۳۷ ^c	۱۶۷۹/۸۳ ^c	۲/۶۴ ^b
M ₀	۱۲/۱۴ ^b	۸۴/۵۲ ^a	۲۱/۸۳ ^a	۵۴/۷۳ ^a	۱۴/۹۷ ^b	۱۱/۶۳ ^a	۱۵۴۲/۳ ^a	۲۲۱۱/۰۴ ^a	۹/۹۷ ^a
M ₁ سیستم‌های کاشت	۱۰/۹۸ ^b	۸۲/۸۹ ^a	۱۸/۹۹ ^b	۴۹/۷۱ ^b	۱۳/۸۶ ^c	۱۰/۳۷ ^b	۸۹۸/۰۸ ^c	۲۰۱۹/۴۱ ^c	۳/۳۰ ^b
M ₂	۱۰/۹۷ ^b	۸۰/۶۱ ^a	۱۵/۵۰ ^c	۴۸/۱۵ ^c	۱۳/۹۲ ^c	۱۰/۴۴ ^b	۸۳۵/۴۹ ^d	۱۹۶۷/۳۳ ^c	۲/۶۱ ^c
M ₃	۱۱/۰۴ ^b	۷۸/۶۹ ^a	۲۰/۱۵ ^{ab}	۵۰/۶۲ ^b	۱۵/۶۲ ^a	۱۰/۴۱ ^b	۱۰۱۱/۱۶ ^b	۲۰۹۸/۶۷ ^b	۲/۱۰ ^d

حروف غیرمشابه نشان دهنده در هر ستون تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد برطبق آزمون توکی می باشد



شکل ۵- مقایسه میانگین‌های درصد اسانس نعنای فلفلی تحت تاثیر تاریخ و سیستم کاشت

m0, m1, m2 و m3 به ترتیب: کشت خالص، نسبت مخلوط ۱:۱، ۲:۲ و ۲:۱

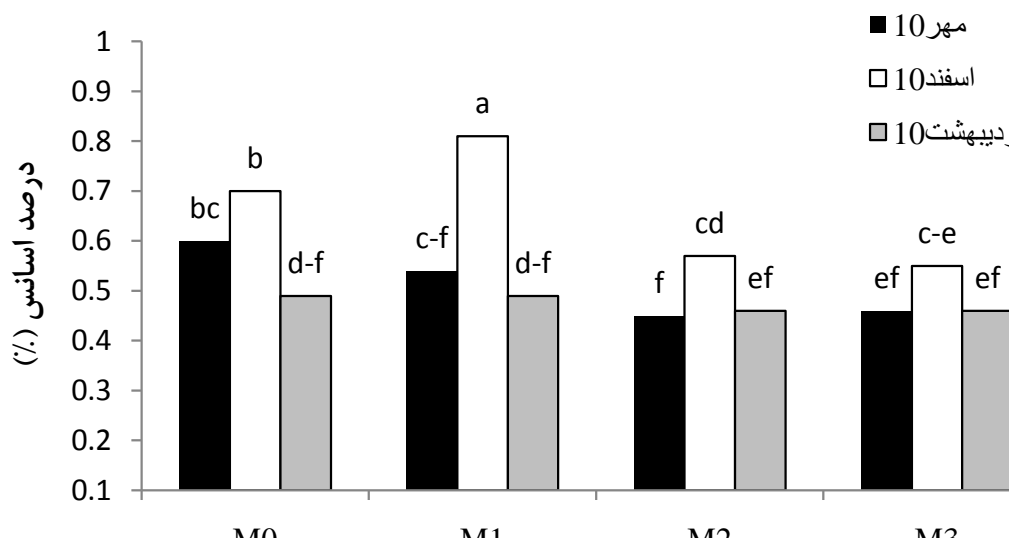
حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد برطبق آزمون توکی می باشد

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های عملکرد نسبی نعنای فلفلی، عملکرد نسبی شنبليله و نسبت برابری زمین تحت تاثیر تاریخ و سیستم‌های کاشت

تیمارهای آزمایشی	عملکرد نسبی نعنای فلفلی	عملکرد نسبی شنبليله	LER عملکرد	LER عملکرد اسانس
مهر	۰/۵۷ ^c	۰/۳۷ ^a	۰/۹۴ ^a	۱/۰۰۲ ^a
اسفند	۰/۶۴ ^b	۰/۳۳ ^a	۰/۹۸ ^a	۰/۹۳ ^a
اردیبهشت	۰/۷۰ ^a	۰/۲۷ ^b	۰/۹۸ ^a	۱/۰۰۴ ^a
m1	۰/۶۶ ^a	۰/۳۶ ^a	۱/۰۲ ^a	۱/۰۲ ^a
m2	۰/۶۸ ^b	۰/۲۶ ^b	۰/۹۴ ^b	۰/۹۴ ^a
m3	۰/۵۹ ^b	۰/۲۸ ^b	۰/۸۷ ^b	۰/۹۶ ^a

m1, m2 و m3 به ترتیب: نسبت مخلوط ۱:۱، ۲:۲ و ۲:۱

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد برطبق آزمون توکی می باشد.



شکل ۶- مقایسه میانگین‌های درصد اسانس شنبلیله تحت تاثیر تاریخ و سیستم‌های کاشت

m0 ، m1 ، m2 و m3 به ترتیب: کشت خالص، نسبت مخلوط ۱:۱، ۲:۲ و ۲:۱

حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد برطبق آزمون توکی می باشد

نتیجه گیری کلی

و بهاره بالاتر بود. در بین سیستم های کشت، کشت مخلوط ۱:۱ بالاترین نسبت برابری زمین را دارا بود که نشان دهنده برتری این نسبت در مقایسه با سایر نسبت‌ها و کشت خالص این دو گیاه بود.

به طور کلی نتایج نشان داد که عملکرد کمی و صفات کیفی هر دو گیاه در تاریخ کاشت پاییزه در شرایط اقلیمی منطقه نسبت به دو تاریخ کاشت انتظاری

منابع مورد استفاده

- Akmal M and Janssens MJJ, 2004. Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water and nitrogen supplies. *Field Crops Research*, 88: 143-155.
- Alizadeh Y, Koocheki A and Nassiri Mahallati M, 2010. Evaluation of radiation use efficiency of intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and herb sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agroecology*, 2(1): 94-104. (In Persian).
- Asghari pourchaman MR, 2002. Effects of sowing date and seed quantity in area unit on morphological characteristics and quality of *Plantago ovata* L. MSc Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian).
- Awasthi UD, Tripathi AK, Dubey SD and Kumar S, 2011. Effect of row ratio and fertility levels on growth, productivity, competition and economics in chickpea + fennel intercropping system under scarce moisture condition. *Food Legumes*, 24(3): 211-214.
- Baqual MF and Das PK, 2006. Influence of biofertilizers on macronutrient uptake by the mulberry plant and its impact on silkworm bioassay. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 4: 98-102.
- Belguith-Hadriche O, Jamoussi M, Simmonds K, El-Feki MS and Makni-Ayedi F, 2013. Comparative study on hypocholesterolemic and antioxidant activities of various extracts of fenugreek seeds. *Food Chemistry*, 2: 1448-1453.

- Bigonah R, Rezvani Moghadam P and Jahan M, 2014. Effect of intercropping on biological yield, nitrogen percentage and morphological characteristics of *Coriandrum sativum* and *Trigonella foenum-graecum*. Iranian Journal of Field Crops Research, 12(3): 369-377. (In Persian).
- Carruba A, La Torre R and Matranga A, 2002. Cultivation trials of aromatic and medicinal plants in semiarid Mediterranean environment. Proceeding of International Conference on MAP. Acta Horticulture (ISHS), 576: 207-216.
- Cohen S, Raveh E, Li Y, A Grava and Goldschmidt EE, 2005. Physiological responses of leaves, tree growth and fruit yield of grape-fruit trees under reflective shade screens. Scientia Horticulture 107(1): 25-35.
- Dadkhah A, Kafi M and Rasam GA, 2009. The effect of planting date and plant density on growth traits, yield quality and quantity of Matricaria (*Matricaria chamomilla*). Journal of Horticultural Sciences, 23 (2): 100-107.
- Elijah M and Akunda W, 2001. Improving food production by understanding the effect of intercropping and plant population on soybean nitrogen fixing attributes. Journal of Food Technology in African, 6: 110-115.
- Galeottia N, Mannellia L, Mazzantib G, Bartolinia A and Ghelardini C, 2002. Menthol: a natural analgesic compound. Neuroscience Letters, 322: 8-145.
- Hussain AI, Anwar F, Hussain Sherazi ST and Przybylski R, 2008. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. Food Chemistry, 108: 986-995.
- Koochi SS, Nasrollahzadeh S and Raei Y. 2014. Evaluation of chlorophyll value, protein content and yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.)/ mungbean (*Vigna radiata* L.) intercropping. International Journal of Biosciences, 8:136-143.
- Korla BN and Saini A, 2003. Effect of dates of sowing and cutting on seed yield of fenugreek. Haryana Journal of Horticultural Sciences, 32(1/2): 120-122.
- Kumar V and Sood M, 2011. Effect of transplanting time, spacing and fertilizers on herbage and oil yield of *Mentha piperita* L. International Journal of Farm Sciences, 1(2): 68-74.
- Lichtenthaler HK and Buschmann C, 2001. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. Current protocols in food analytical chemistry, pp. F4.3.1-F4.3.8. Wiley, New York.
- Lithourgidis AS, Dordas CA, Damalas CA and Vlachostergios DN, 2011. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. Australian Journal of Crop Science, 5: 396-410.
- Lv J, Huang H, Yua L, Whent M, Niu Y and Shi H, 2012. Phenolic composition and nutraceutical properties of organic and conventional cinnamon and peppermint. Food Chemistry, 132: 1442-1450.
- Maffei M and Mucciarelli M, 2003. Essential oil yield in peppermint/ soybean strip intercropping. Field Crops Research, 84(3): 229-240.
- Mead R and Willey RW, 1980. The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields for intercropping. Experimental Agriculture, 16: 217-228
- Mirhashemi SM, Koocheiki A, Parsa M and Nassiri Mahallati M, 2009. Evaluating the benefit of ajwain and fenugreek intercropping in different levels of manure and planting pattern. Iranian Journal of Field Crops Research, 7(1): 269-279. (In Persian).
- Ozel A and Ozguven M, 2002. Effect of different planting times on essential oil components of different mint (*Mentha* spp.) varieties. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 26: 289-294.
- Piccaglia R, Dellacecca V, Marotti M and Giovanelli E, 2005. Agronomic factors affecting the yields and essential oil composition of peppermint (*Mentha piperita* L.). Acta Horticulturae, 344: 29-40.

- Rajsawara RBR, 2002. Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium species*) as influenced by row Spacing and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L.f. piperascens Malin. ex Holmes). Industrial Crop Products, 16: 133-144.
- Shobeiri SS, Habibi D, Kashani A, Paknejad F and Jafari H, 2015. Study of physiological traits of grass pea with barely in pure and mixed cropping under dry land and irrigated conditions. Agronomy Journal, 107: 91-98. (In Persian).
- Singh A, Singh M, Singh K and Tajuddin R, 1998. Intercropping menthol mint (*Mentha arvensis*) for higher returns. Journal Medicinal and Aromatic Plants, 20: 757-758.
- Singh R, Shushni AM and Belkheir A, 2015. Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. Arabian Journal of Chemistry, 8: 322-328.
- Singh S, Buttar GS, Singh SP and Brar DS. 2005. Effect of different dates of sowing and row spacings on yield of fenugreek (*Trigonella foenum graceum*). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 27(4): 629-630.
- Sydney De Sousa A, Soares PMG, Saldanha AN, De Almeida A, Rufino Maia E, Prata De Souza B and Sampaio AN, 2010. Assreuy antispasmodic effect of *Mentha piperita* essential oil on tracheal smooth muscle of rats. Journal of Ethnopharmacol, 130: 428-433.
- Taghizadeh MS and Koocheki A, 1997. Uptake of radiation in intercropping and sole cropping of soybean cultivars. Journal of Pajouhesh-va-sazandegi, 35: 64-65. (In Persian).
- Verma R, Chauhan A, Verma RS, Rahmanand LU and Bish A, 2013. Improving production potential and resources use efficiency of peppermint (*Mentha piperita* L.) intercropped with geranium (*Pelargonium graveolens* L. Herit ex Ait) under different plant density. Industrial Crops and Products, 44: 577-582.
- Wani SP, Rupela OP and Lee KK, 1995. Sustainable agriculture in the semi-arid tropics through biological nitrogen fixation in grain legumes. Plant and Soil, 174: 29-49.
- Zheljzakov V, Cantrell CL, Astatkie T and Wayne M, 2010. Peppermint productivity and oil composition as a function of nitrogen, growth stage, and harvest time. Agronomy Journal, 102 (1): 124- 128.