

اثر تراکم بر خصوصیات زراعی و عملکرد مرزه (*Satureja hortensis* L.) و شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) در کشت مخلوط

فاطمه حسن زاده اول^۱ - علیرضا کوچکی^{۲*} - حمیدرضا خزاعی^۲ - مهدی نصیری محلاتی^۴

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۵

تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۲۳

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم بر خصوصیات زراعی و عملکرد مرزه و شبدر ایرانی در کشت مخلوط، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار (تراکم ثابت شبدر) و ۴ تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: کشت خالص شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع، کشت خالص مرزه با تراکم‌های ۲۷، ۴۰ و ۸۰ بوته در متر مربع و کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم‌های ۲۷، ۴۰ و ۸۰ بوته در متر مربع. در کرت‌های کشت مخلوط ۸ خط کشت به صورت دو ردیف شبدر ایرانی و دو ردیف مرزه و در کرت‌های کشت خالص ۸ خط کشت از گیاه مورد نظر، در نظر گرفته شد. نتایج در مورد گیاه مرزه نشان داد که وزن خشک اندام رویشی و عملکرد اسانس در تیمارهای کشت خالص به طور معنی داری بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط بود. وزن خشک مرزه با افزایش تراکم در تیمارهای کشت خالص کاهش، اما در تیمارهای کشت مخلوط، افزایش یافت. بررسی توزیع ماده خشک در مرزه نشان داد درصد ساقه، به طور معنی داری در تیمارهای کشت خالص بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط بود. درصد برگ و نسبت برگ و گل به ساقه، در تیمارهای کشت خالص، به طور معنی داری کمتر از تیمارهای کشت مخلوط بود. تأثیر تیمارهای مختلف تراکم بر درصد اسانس معنی دار نبود. نتایج در مورد گیاه شبدر ایرانی نشان داد وزن خشک اندام رویشی این گیاه در زمان چین اول، در تیمار کشت خالص شبدر نسبت به تیمارهای کشت مخلوط با مرزه به طور معنی داری کمترین مقدار به دست آمد. در تیمارهای کشت مخلوط مرزه و شبدر، هر چه تراکم مرزه کمتر بود، وزن خشک شبدر ایرانی افزایش یافت. چین‌های دوم و سوم روند معکوسی را نشان دادند. بررسی توزیع ماده خشک در شبدر نشان داد درصد ساقه در زمان برداشت اول، به طور معنی داری در تیمار کشت خالص شبدر کمتر از تیمارهای کشت مخلوط با مرزه بود. درصد برگ در زمان برداشت اول، در تیمار کشت خالص شبدر بالاترین مقدار بود. ارزیابی نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان نشان داد کشت مخلوط مرزه و شبدر بر کشت خالص آنها برتری داشت به طوری که تراکم ۲۷ بوته در مترمربع مرزه در مخلوط با شبدر، بیشترین نسبت برابری سطح و زمان را به خود اختصاص داد.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط، تراکم، مرزه، شبدر ایرانی، درصد اسانس مرزه، نسبت برابری سطح و زمان

مقدمه

صرف از اهمیت خاصی برخوردار باشد (۲). یکی از این گونه‌های دارویی معطر گیاه مرزه (*Satureja hortensis*) است که متعلق به تیره نعناع (Lamiaceae) می‌باشد. گیاه مرزه به عنوان یکی از مطبوعترین ادویه‌ها معرفی شده است. این گیاه سرشار از روغن‌های فرار است که ماده اصلی آن کارواکرول بوده و دارای اثرات درمانی ضد تشنجی و ضدنفخ است (۶، ۷). علاوه بر مصارف دارویی فراوان، به واسطه مواد معطر موجود در گیاه جهت مصارف غذایی، تهیه نوشیدنی‌ها، مصارف صنعتی در تولید لوازم بهداشتی و نیز به واسطه خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی همواره مورد توجه قرار گرفته است (۱۷).

یک کشاورزی موفق با تلفیقی از روش‌های نوین و سنتی

افزایش جمعیت و نیاز مبرم صنایع داروسازی به گیاهان دارویی به عنوان مواد اولیه تولید دارو، ناتوانی در تولید مصنوعی پاره‌ای از داروهای حیاتی توسط صنایع داروسازی و همچنین اهمیت مواد موثر گیاهان دارویی در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی باعث شده که توجه و تحقیق پیرامون این دسته گیاهان از نقطه نظر کشت، تولید و

۱، ۲، ۳ و ۴ - به ترتیب کارشناس ارشد زراعت، استاد، دانشیار و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

* - نویسنده مسئول: (Email: akooch@ferdowsi.um.ac.ir)

مخلوط با سورگوم، عملکرد سورگوم به دلیل کاهش جذب نور و محدودیت مواد فتوسنتزی کاهش یافت. الکساندر و جنتر (۱۵) در مطالعه ای که بر روی کشت مخلوط سویا و ذرت به صورت دو ردیف در میان انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که عملکرد ذرت در مخلوط با سویا ۳ درصد افزایش یافت.

باتوجه به لزوم تولید سالم گیاهان دارویی و عاری بودن آنها از بقایای مواد شیمیایی، قابلیت تثبیت نیتروژن در گیاه شبدر ایرانی و عدم اطلاعات کافی در خصوص کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی و انتخاب تراکم مناسب، تحقیقات بیشتر روی این گیاهان احساس می‌شود.

هدف از این تحقیق، ارزیابی کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی بر اساس شاخص های زراعی و بررسی اثر تراکم مرزه در مخلوط بر عملکرد اجزاء مخلوط می باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۴-۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد، با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۹۹/۲ متر از سطح دریا، انجام شد. خاک محل آزمایش دارای بافت رسی لومی بود. طرح آزمایشی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی و با چهار تکرار اجرا گردید. داخل هر بلوک ۷ کرت به طول ۳ متر و عرض ۲ متر مشخص گردید. فاصله بین خطوط کشت ۲۵ سانتی متر (کشت در دو طرف پشته) منظور گردید.

تراکم مرزه در سه سطح مورد بررسی قرار گرفت. ۷ تیمار آزمایش عبارت بودند از: کشت خالص شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع، کشت خالص مرزه با تراکم های ۴۰، ۲۷ و ۸۰ بوته در متر مربع و کشت مخلوط شبدر با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و مرزه با تراکم های ۴۰، ۲۷ و ۸۰ بوته در متر مربع. تراکم شبدر ایرانی با فاصله روی ردیف ۵ سانتیمتر و تراکم مرزه با فاصله روی ردیف ۵، ۱۰ و ۱۵ تنظیم شد. در کرت های کشت مخلوط ۸ خط کشت به صورت دو ردیف شبدر ایرانی و دو ردیف مرزه و در کرت‌های کشت خالص ۸ خط کشت از گیاه مورد نظر، در نظر گرفته شد.

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک و به منظور افزودن و در دسترس قرار دادن بسیاری از عناصر غذایی که باعث افزایش عملکرد و بهبود کیفیت گیاهان دارویی می شود (۱۲)، در فصل پاییز کود گاوی کاملاً پوسیده به مقدار ۲۰ تن در هکتار به خاک اضافه و توسط رتیواتور تا عمق ۳۰ سانتیمتری مخلوط شد. کاشت شبدر در تاریخ ۲۰ اسفند ماه ۱۳۸۳ و مرزه در تاریخ ۲۵ فروردین ۱۳۸۴ انجام گرفت.

می‌تواند از عوامل تولید حداکثر استفاده را نموده و نیازهای غذایی جمعیت در حال رشد را مرتفع سازد (۲۵). کشت مخلوط در جلوه های متنوع خود، پاسخی است به معدودی از مسائل و مشکلات کشاورزی. کشت مخلوط را می توان نوعی کشاورزی فشرده، در زمان و مکان به حساب آورد (۱۹) که باعث افزایش عملکرد در واحد سطح (۲۵)، افزایش میزان بهره وری منابع مورد استفاده (۱۳ و ۲۵)، افزایش کارایی مصرف آب (۳ و ۴)، کاهش مصرف سموم و آفت کشها، رقابت با علف‌های هرز، افزایش نسبت برابری زمین، افزایش راندمان تولید (۱۳) و افزایش تنوع و ثبات زیستی در درازمدت (۱۱) می شود. کشت مخلوط زمانی موفقیت آمیز است که مجموع رقابت بین گونه ای برای کسب منابع از مجموع رقابت درون گونه ای کمتر باشد (۲۷). گیاهان در سیستم مخلوط را می توان طوری انتخاب کرد که یک گونه مستقیماً از تغییرات محیطی، که به وسیله دیگر گونه ها در کشت مخلوط پدید می آید، سود ببرد (۴)، به عنوان مثال کشت مخلوط گیاهان خانواده بقولات که نیتروژن هوا را تثبیت می کنند، با غیر بقولات (۲۰). مافی و ماکسیارلی (۲۲) گزارش دادند که در کشت مخلوط سویا و نعنای عملکرد و کیفیت اسانس نعنای در مقایسه با کشت خالص بیشتر بود. میرهاشمی و همکاران (۱۲) در بررسی مزیت کشت مخلوط زینان و شنبلله به این نتیجه رسیدند که شاخص برداشت و وزن خشک زینان در کلیه تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص زینان بیشتر بود.

شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum*) گیاه علوفه ای با ارزشی است که بومی ایران بوده و می تواند سبب تثبیت نیتروژن گردد (۲۶). همچنین این گیاه برای احداث چراگاه، کود سبز و حاصلخیزی خاک کاشته می شود و علوفه آن را می توان سیلو کرد (۲۶). شبدر ایرانی علوفه ای خوشخوراک و مغذی برای دام و پرندگان می باشد (۸) که قابلیت هضم بالا و پروتئین خام فراوان از ویژگیهای آن است (۲۶). ویتنر و جنسن (۲۹) اظهار داشتند که مقدار تثبیت بیولوژیک نیتروژن در کشت مخلوط علف چمنی شبدر بیشتر از ۳۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. انتخاب گیاه شبدر ایرانی به عنوان گیاه همراه (علاوه بر تولید علوفه)، به لحاظ تفاوت‌های رشدی، مورفولوژیکی و نیازهای متفاوت اکولوژیکی آن با مرزه انجام گرفت.

جهت استفاده مطلوبتر از عوامل محیطی نظیر نور، آب و مواد غذایی و نیز جلوگیری از بروز رقابت شدید، تعداد بوته در واحد سطح می بایست در حد مطلوب باشد. در انتخاب تراکم مناسب جهت کاشت، عوامل متعدد محیطی و گیاهی دخالت دارند (۹). میزان تراکم هر گیاه تشکیل دهنده مخلوط را تراکم اجزاء مخلوط نامند. تأثیر تراکم اجزاء مخلوط بر روی کل محصول کاملاً قابل پیش بینی نیست زیرا این امر بستگی زیادی به رقابت گیاهان و عواملی که بر روی رقابت اثر می گذارند دارد (۱۱). حصول حداکثر عملکرد ممکن، مستلزم بهره گیری کامل گیاه از شرایط مطلوب محیطی است. گراهان و همکاران (۲۱) عنوان کردند با افزایش تراکم تاج خروس در

عملکرد و اجزاء عملکرد در نرم افزار Mstat-C آنالیز شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. لازم به ذکر است آنالیز داده‌ها در هر چین شبدر جداگانه انجام شد. رسم اشکال با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

وزن خشک اندام رویشی مرزه

تیمارهای مختلف از نظر وزن خشک اندام رویشی اختلاف معنی داری داشتند ($P < 0.05$). بیشترین وزن خشک اندام رویشی مرزه مربوط به تیمار کشت خالص مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع (۴۴۳۳) کیلوگرم بر هکتار) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع (۱۲۳۵) کیلوگرم بر هکتار) و شبدر به دست آمد (شکل ۱).

به طور کلی وزن خشک اندام رویشی مرزه در تیمارهای کشت خالص بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط بود. به نظر می‌رسد چون گیاه مرزه در کشت مخلوط همراه با گیاهی قرار گرفت که از پتانسیل بیشتری در اشغال فضای کانوپی برخوردار بود، باعث شد جذب نور و در نهایت رشد این محصول تحت تأثیر قرار گیرد. تقی زاده (۳) در تحقیق خود نشان داد که عملکرد کشت مخلوط ارقام سویا در مقایسه با کشت خالص کمتر است.

در کشت خالص مرزه، با افزایش تراکم، وزن خشک اندام رویشی کاهش پیدا کرد. علت این کاهش را می‌توان کم بودن فضای قابل دسترس برای رشد و نمو ذکر کرد. اما در کشت مخلوط مرزه با شبدر ایرانی برعکس اتفاق افتاد یعنی وزن خشک اندام رویشی مرزه با افزایش تراکم مرزه در مخلوط، افزایش یافت. این مطلب را می‌توان اینگونه توجیه کرد که چون در این مخلوط شبدر سریعتر کانوپی را پر کرد، مرزه شانس کمتری برای بهره‌گیری از منابع داشت و بنابراین وزن خشک اندام رویشی مرزه در تیمارهای کشت مخلوط به طور چشمگیری کاهش یافت، بنابراین افزایش تراکم مرزه در مخلوط توانست کم شدن وزن خشک ناشی از کشت مخلوط این گیاه با شبدر را تا حدودی جبران نماید. دینگرا و همکاران (۱۸) در کشت مخلوط ماش و ذرت به این نتیجه رسیدند که بیشترین عملکرد ماش در الگوهایی به دست آمد که فضای کافی در اختیار ماش قرار داشت و موجب افزایش تعداد غلاف هر بوته شد.

توزیع ماده خشک در مرزه

درصد ساقه: تأثیر تیمارهای مختلف تراکم مرزه بر درصد ساقه معنی دار شد ($P < 0.05$). به طوریکه بیشترین درصد ساقه در تیمار کشت خالص مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و کمترین مقدار آن در تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع و شبدر به دست آمد (جدول ۱).

از آنجا که یکی از اهداف این طرح، عدم استفاده از نهاده‌های شیمیایی از جمله انواع سموم و علف کشها بود و همچنین به دلیل تأثیر احتمالی این مواد بر روی ترکیبات دارویی مرزه، کنترل علف‌های هرز از طریق وجین دستی صورت گرفت و آفت یا بیماری خاصی که احتیاج به کنترل داشته باشد، مشاهده نشد و به جز کود دامی که قبل از کشت به زمین اضافه شد، از هیچ گونه کود شیمیایی استفاده نگردید.

با توجه به اینکه شبدر دارای رشد نامحدود بوده و دارای چند چین می‌باشد، لذا عملیات برداشت آن که مصادف با زمان گلدهی در همه چین‌ها بود در تاریخ‌های ۱۳ تیر، ۲۷ تیر و ۸ مرداد (۳ چین) انجام گرفت. عملیات برداشت گیاه مرزه نیز در ابتدای گلدهی و همزمان با چین سوم شبدر در تاریخ ۸ مرداد انجام شد. به منظور تعیین عملکرد و اجزاء عملکرد، برداشت از ۱/۵ متر ابتدایی هر کرت با حذف دو ردیف کناری و نیز ۳۰ سانتی متر از بالای هر کرت به عنوان حاشیه، صورت گرفت. نمونه‌های برداشت شده بلافاصله در داخل کیسه‌های سر بسته قرار گرفته و سریعاً برای تعیین وزن مرطوب به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس برای تعیین وزن خشک و اجزاء عملکرد مرزه و شبدر، از هر کیسه دو نمونه در حدود ۱ کیلوگرم برداشت شد. نمونه‌ای که جهت تعیین وزن خشک برداشت شده بود، در آن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۴۸ ساعت خشک شد و سپس توزین گردید. برای تعیین اجزاء عملکرد در نمونه دوم ساقه، برگ و گل نمونه‌ها جدا گردید و سپس در آن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۴۸ ساعت جهت تعیین وزن خشک قرار گرفتند. اسانس نمونه‌ها به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر از ۵۰ گرم سرشاخه هوایی استخراج و اندازه‌گیری شد و زمان لازم برای استخراج اسانس ۱ ساعت بود (۷). سپس درصد و عملکرد اسانس در واحد سطح محاسبه گردید.

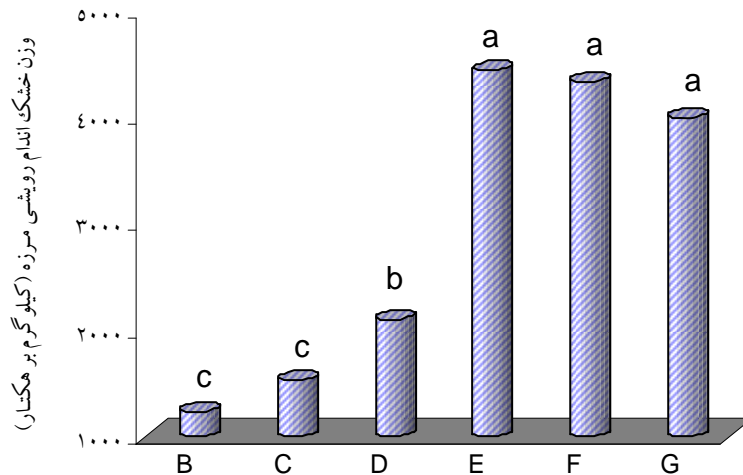
با توجه به اینکه کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی زمین را در زمان بیشتری نسبت به کشت خالص مرزه اشغال نمود، به منظور ارزیابی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص شاخص نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان^۱ طبق معادله ۱ محاسبه گردید:

$$ATER = \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{t_i^M}{t_i^I} \right) \times \left(\frac{Y_i^I}{Y_i^M} \right) \right\} \quad (1)$$

که در آن t_i^M طول دوره رشد گونه i در کشت خالص، t_i^I مجموع طول دوره کشت مخلوط، Y_i^I عملکرد گونه i در کشت مخلوط، Y_i^M عملکرد گونه i در کشت خالص و n تعداد گونه‌های ارزیابی در کشت مخلوط می‌باشد (۱۱).

داده‌های آزمایش، برای ارزیابی تأثیر تیمارهای آزمایش بر

1- Area Time Equivalent Ratio (ATER)



تیمارهای مختلف تراکم مرزه در کشت مخلوط با شبدر ایرانی

شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف تراکم مرزه در کشت خالص و کشت مخلوط با شبدر ایرانی بر وزن خشک اندام رویشی مرزه

(B): کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و شبدر، C: کشت مخلوط مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع و شبدر، D: کشت مخلوط مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و شبدر، E: کشت خالص مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع، F: کشت خالص مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع، G: کشت خالص مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع. میانگین های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

شاید بتوان دلیل این امر را اینگونه ذکر کرد که چون برگها نسبت به ساقه در موقعیت بهتری برای جذب نور قرار داشتند، کمبود نور ناشی از کشت مخلوط، بیشتر بر روی ساقه اثر کرده و نسبت ساقه را در گیاه کاهش داد، کاهش درصدساقه در گیاه باعث شد نسبت برگ به کل گیاه افزایش یابد. با مقایسه درصد برگ و درصد ساقه مشاهده می کنیم تیمارهایی که درصد ساقه در آنها بیشتر بود دارای درصد برگ کمتری بودند و برعکس تیمارهایی که درصد ساقه کمتری داشتند، درصد برگ در آنها بیشتر بود. رضوانی مقدم (۵) در تحقیق خود بر روی خصوصیات رشد سورگوم علوفه ای عنوان کرد یک ارتباط منفی بین درصد برگ و عملکرد ماده خشک وجود دارد. بدین معنی که با افزایش عملکرد ماده خشک، درصد برگ کاهش پیدا کرد. **درصد گل:** اثر تیمارهای مختلف تراکم مرزه بر درصد گل این گیاه نیز معنی دار شد ($P < 0.05$). تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و شبدر با ۲/۰۳٪ و تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع و شبدر با ۰/۸۲٪ به ترتیب بیشترین و کمترین درصد گل را به خود اختصاص دادند (جدول ۱).

نسبت برگ و گل به ساقه: چون در گیاه مرزه گل ها و برگ ها معطرو حاوی اسانس می باشند، بنابراین نسبت برگ و گل به ساقه مهم به نظر می رسد. تاثیر تیمارهای مختلف بر این نسبت معنی دار نبود ($P > 0.05$). به طور کلی در تیمارهای کشت خالص این نسبت

درصد ساقه در تیمارهای کشت خالص بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط بود. به نظر می رسد چون در کشت مخلوط، گیاه شبدر از طریق سایه اندازی بر روی مرزه باعث شد نور کمتری به قسمتهای پایین کانوپی برسد، در نتیجه ساقه های مرزه نور کمتری جذب کرده و رشد آنها محدود شد. اما در تیمارهای کشت خالص ساقه ها نور بیشتری دریافت کردند. الاسانتان و همکاران (۲۴) در کشت مخلوط ذرت و کاساوا گزارش دادند که تعداد انشعابات ساقه در کاساوا در کشت مخلوط نسبت به خالص کاهش یافته است. درصد ساقه با افزایش تراکم مرزه، در تیمارهای کشت خالص آن، کاهش پیدا کرد اما در تیمارهای کشت مخلوط افزایش یافت.

با مقایسه شکل ۱ و جدول ۱ می توان نتیجه گرفت تیمارهایی که دارای درصد ساقه بیشتری بودند وزن خشک اندام رویشی در آنها نیز بیشتر بود. در آزمایشی مشاهده شد ارقامی از جو که دارای درصد ساقه بیشتری بودند، درصد ماده خشک نیز در آنها بیشتر بود. همچنین تراکم بذری بر درصد برگ و درصد ساقه نداشت (۱۰).

درصد برگ: درصد برگ در تیمارهای کشت مخلوط به طور معنی داری بیشتر از تیمارهای کشت خالص بود ($P < 0.05$). به طوریکه بیشترین درصد برگ مرزه در تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع و شبدر و کمترین مقدار آن در تیمار کشت خالص مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع مشاهده شد (جدول ۱).

کمتر از تیمارهای کشت مخلوط بود. در تیمارهای کشت خالص با افزایش تراکم مرزه این نسبت نیز افزایش یافت. اما در تیمارهای کشت مخلوط، برعکس با افزایش تراکم مرزه در مخلوط این نسبت کاهش یافت. ولی تاثیر تیمارهای مختلف بر این نسبت از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۱).

میزان اسانس مرزه

تأثیر تیمارهای مختلف بر درصد اسانس معنی دار نبود ($P > 0.05$). درصد اسانس در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از تیمارهای کشت خالص به دست آمد (جدول ۱). آمارجیت و همکاران (۱۶) تأثیر فاصله ردیف را بر درصد اسانس گیاه شویید مطالعه کرده و گزارش نمودند که فاصله ردیف اثر معنی داری بر درصد اسانس بذر نداشت؛ اما با کاهش فاصله ردیف درصد اسانس بذر روند افزایشی از خود نشان داد.

عملکرد اسانس مرزه

عملکرد اسانس در تیمارهای کشت خالص به طور معنی داری بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط به دست آمد ($P < 0.05$). بیشترین مقدار عملکرد اسانس در تیمار کشت خالص مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع و کمترین مقدار آن در تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و شبدر به دست آمد (شکل ۲).

نور یکی از مهمترین عوامل برای فتوسنتز می باشد که تأثیر زیادی بر عملکرد دارد و چنانچه گیاهی از فضای کمتری در کانوپی برخوردار باشد باید حتما در نسبت های بیشتری در ترکیب کاشت قرار

گیرد، تا بتواند عملکرد بیشتری را تولید نماید (۹) در این تحقیق نیز روند به همین گونه بود. در تیمارهای کشت مخلوط با افزایش تراکم مرزه از ۲۷ به ۸۰ بوته در متر مربع و در نتیجه افزایش تراکم کل مخلوط، با وجود کاهش درصد اسانس، عملکرد اسانس افزایش یافت. علت این افزایش بالا بودن وزن خشک اندام رویشی ناشی از افزایش جذب نور در فاصله بین چین های شبدر در تراکم های بالاتر بود که توانست کاهش درصد اسانس را جبران نماید. اما در میان تیمارهای کشت خالص، عملکرد اسانس در تیمار کشت خالص مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع، ۴۰ بوته در متر مربع و ۸۰ بوته در متر مربع به ترتیب ۵۵، ۵۹/۷ و ۵۸/۲ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. به طوری که عملکرد اسانس در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع بیشتر از تراکم ۲۷ بوته در متر مربع شد.

میزان نفوذ نور به درون کانوپی در تراکم های کم، بیشتر است (۲۷). در این آزمایش اینگونه به نظر می رسد که در تیمار کشت خالص مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع، نور بیشتری به درون کانوپی نفوذ نموده و درصد ساقه در این تراکم افزایش و نسبت برگ و گل به ساقه کاهش پیدا کرد، در نتیجه عملکرد اسانس کاهش یافت.

وزن خشک اندام رویشی شبدر ایرانی

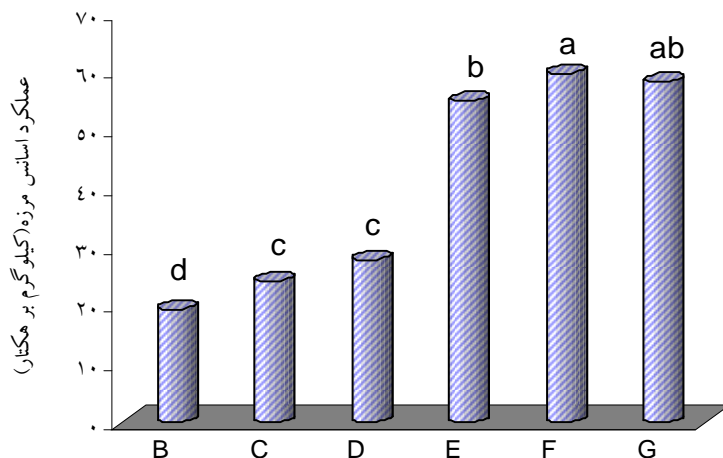
بیشترین وزن خشک اندام رویشی شبدر در چین اول مربوط به تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و شبدر (۷۳۳۱) کیلوگرم بر هکتار) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار کشت خالص شبدر (۳۹۸۱) کیلوگرم بر هکتار) بود (شکل ۳).

جدول ۱- اثر تیمارهای مختلف تراکم مرزه در کشت خالص و کشت مخلوط با شبدر ایرانی بر درصد ساقه، برگ و گل در ماده خشک کل، نسبت برگ و گل به ساقه و درصد اسانس مرزه

تیمار	درصد ساقه در ماده خشک کل	درصد برگ در ماده خشک کل	درصد گل در ماده خشک کل	نسبت برگ و گل به ساقه	درصد اسانس
B	۴۷/۶۶ bc	۵۰/۹۱ a	۱/۴۳ ab	۱/۰۹۸ a	۱/۵۷ a
C	۴۷/۴۰ c	۵۱/۰۲ a	۱/۵۸ ab	۱/۱۱۰ a	۱/۵۹ a
D	۵۰/۶۹ bc	۴۷/۲۸ abc	۲/۰۳ a	۰/۹۷۳ a	۱/۳۲ a
E	۵۵/۷۵ a	۴۳/۴۳ c	۰/۸۲ b	۰/۷۹۴ a	۱/۲۴ a
F	۵۲/۵۱ ab	۴۵/۵۴ bc	۱/۹۶ a	۰/۹۰۴ a	۱/۳۸ a
G	۴۹/۱۷ bc	۴۸/۸۹ ab	۱/۹۴ a	۱/۰۳۴ a	۱/۴۶ a

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

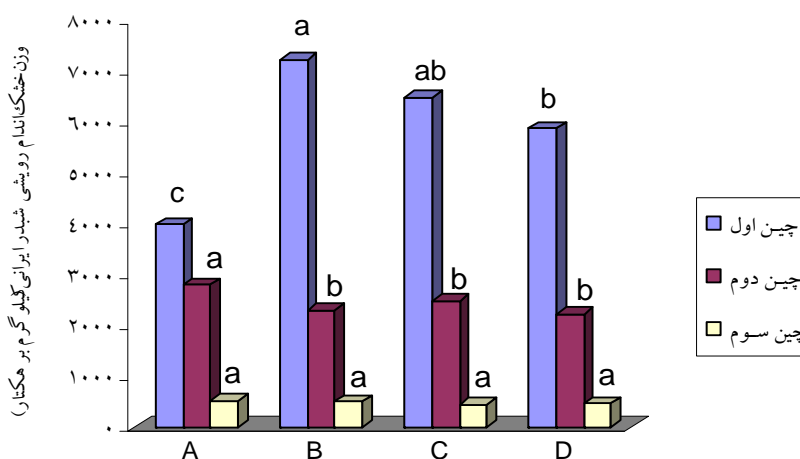
B: کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و شبدر
 C: کشت مخلوط مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع و شبدر
 D: کشت مخلوط مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و شبدر
 E: کشت خالص مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع
 F: کشت خالص مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع
 G: کشت خالص مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع



تیمارهای مختلف تراکم مرزه در کشت مخلوط با شبدر ایرانی

شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف تراکم مرزه در کشت خالص و یا مخلوط با شبدر ایرانی بر عملکرد اسانس مرزه

(B): کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و شبدر، C: کشت مخلوط مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع و شبدر، D: کشت مخلوط مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و شبدر، E: کشت خالص مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع، F: کشت خالص مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع، G: کشت خالص مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع). میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.



تیمارهای مختلف تراکم مرزه در کشت مخلوط با شبدر ایرانی

شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف تراکم مرزه در کشت مخلوط با شبدر ایرانی بر وزن خشک اندام رویشی شبدر ایرانی

(A): کشت خالص شبدر، B: کشت مخلوط شبدر و مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع، C: کشت مخلوط شبدر و مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع، D: کشت مخلوط شبدر و مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع). در هر چین میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

وجود نیامد. نوربخشیان و روشندل (۱۴) در بررسی اثر کشت مخلوط شبدر قرمز و یونجه بر عملکرد کمی و درصد پروتئین علوفه بیان کردند که در تیمارهای کشت مخلوط مقدار علوفه بیشتری نسبت به کشت خالص یونجه و شبدر قرمز تولید شد.

توزیع ماده خشک در شبدر ایرانی

درصد ساقه: تأثیر تیمارهای مختلف تراکم مرزه بر درصد ساقه

دلیل کاهش وزن خشک اندام رویشی در کشت خالص شبدر را شاید بتوان رقابت درون گونه ای شدید ذکر کرد. اما در کشت مخلوط مرزه و شبدر، هر چه تراکم مرزه کمتر در نظر گرفته شد، وزن خشک شبدر افزایش یافت. در چین های دوم و سوم، تیمار کشت خالص شبدر نسبت به تیمارهای کشت مخلوط بیشترین وزن خشک اندام رویشی را به خود اختصاص داد. چون بعد از برداشت اول شبدر در کشت خالص، مرزه وجود نداشت، در نتیجه رقابت بین گونه ای به

برگ به ساقه در تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و شیدر و کمترین نسبت در تیمار کشت خالص شیدر به دست آمد (جدول ۲).

نسبت برگ به ساقه در چین سوم بیشتر از چین دوم و چین اول بود. چون فاصله زمانی بین کاشت تا گلدهی در چین اول بسیار بیشتر از چین‌های بعدی بود، و به طور کلی گیاهان در چین اول ارتفاع بیشتری داشتند و کانوبی وسیعتری را اشغال کردند که باعث افزایش ارتفاع و قطر ساقه‌ها شد، بنابراین نسبت برگ به ساقه در این چین کاهش یافت. با افزایش چین در شیدر، این گیاهان در مرحله گلدهی کوچکتر شده و حجم کمتری از فضا را اشغال کردند، سهم ساقه‌ها در ماده خشک کل کاهش یافت بنابراین نسبت برگ به ساقه افزایش یافت.

نسبت برابری سطح و زمان (ATER)

نسبت برابری سطح و زمان در تمامی کشتهای مخلوط بیشتر از یک بود (شکل ۵). اگرچه تیمارهای مختلف تراکم مرزه، اختلاف معنی داری نداشت ولی تراکم ۲۷ بوته در متر مربع مرزه، بیشترین نسبت برابری سطح و زمان را به خود اختصاص داد. محققین اظهار داشتند، برتری عملکرد در کشت مخلوط ممکن است در اثر تلفیقی از عوامل مختلف همچون استفاده بهتر از رطوبت خاک، نور و عناصر غذایی بوده باشد. آنها وجود اختلاف در ساختار ریشه، توزیع کانوبی و احتیاجات غذایی گیاهان در کشت مخلوط را علت این کارآمدی تشخیص دادند (۱۱، ۱۳ و ۲۵).

عملکرد نسبی در شیدر در همه تیمارهای کشت مخلوط، بالاتر از مرزه بود. می‌توان چنین استنباط نمود که در تیمارهای کشت مخلوط، شیدر گیاه غالب بوده و از کشت مخلوط با مرزه اثر مثبت پذیرفته است. تسوبو (۲۸) طی آزمایشی که بر روی کشت مخلوط ذرت و لوبیا انجام داد اظهار داشت که در کلیه تیمارهای کشت مخلوط عملکرد نسبی در ذرت بیشتر از لوبیا بود که نشان دهنده غالبیت این گیاه در کشت مخلوط بود.

همانگونه که در شکل ۵ مشاهده می‌شود عملکرد نسبی شیدر در تمامی تیمارها بالاتر از یک و بیشتر از مرزه بود. دلیل تفاوت در نتایج این طور به نظر می‌رسد که چون شیدر زودتر از مرزه و با تراکم بالا کاشته شده، به عنوان گیاه غالب عمل کرده، سریعتر کانوبی را اشغال نمود و در مقایسه با کشت خالص شیدر که رقابت درون گونه‌ای زیاد بود، منابع بیشتری را در اختیار گرفت پس در نتیجه عملکرد نسبی در این گیاه بالا رفت. عملکرد نسبی مرزه بر عکس شیدر، در تیمارهای کشت مخلوط کمتر از یک بود.

شیدر ایرانی در چین‌های اول و سوم معنی دار شد ($P < 0.05$). در چین اول بیشترین درصد ساقه در تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و شیدر به دست آمد و با افزایش تراکم مرزه درصد ساقه در گیاه شیدر ایرانی کاهش یافت و کمترین درصد ساقه در تیمار کشت خالص شیدر به دست آمد (جدول ۲).

به نظر می‌رسد چون در کشت خالص رقابت درون گونه‌ای شدید بود و باعث کاهش نفوذ نور به درون کانوبی شد و در نتیجه درصد ساقه کاهش یافت. در چین‌های دوم و سوم بیشترین درصد ساقه در تیمار کشت خالص شیدر به دست آمد. به طوریکه در چین سوم درصد ساقه در تیمار کشت خالص شیدر و کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و شیدر به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر به دست آمد. به طور کلی درصد ساقه در چین اول بیشتر بود و با افزایش تعداد چین‌ها از درصد ساقه کاسته شد. علت این امر این است که شیدر بعد از برداشت اول به سرعت رشد کرده و بلافاصله وارد مرحله گلدهی شد بنابراین از درصد ساقه این گیاه کاسته شد.

درصد برگ: در چین‌های اول و سوم تأثیر تیمارهای مختلف بر درصد برگ معنی دار شد ($P < 0.05$). در چین اول بیشترین درصد برگ در تیمار کشت خالص شیدر و کمترین درصد برگ در تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و شیدر به دست آمد. در تیمارهای کشت مخلوط با افزایش تراکم مرزه درصد برگ شیدر افزایش یافت. در چین‌های دوم و سوم بر عکس چین اول اتفاق افتاد. در چین سوم بیشترین درصد برگ مربوط به تیمار کشت مخلوط مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع و شیدر و کمترین درصد برگ مربوط به تیمار کشت خالص شیدر بود (جدول ۲).

در تیمارهای کشت مخلوط با افزایش تراکم مرزه درصد برگ شیدر در چین دوم و سوم کاهش یافت به نظر می‌رسد چون مرزه در فاصله بین چین‌های شیدر رشد کرده و تا حدودی رشد شیدر‌های دوباره سبز شده را محدود کرد در نتیجه درصد برگ در گیاه شیدر کاهش یافت.

همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود درصد برگ در ماده خشک کل با افزایش چین‌ها، افزایش یافت. با توجه به اینکه درصد برگ بر کیفیت علوفه موثر است (۵)؛ لذا انتظار می‌رود علوفه تولیدی از چین‌های دوم و سوم از کیفیت بالاتری در مقایسه با چین اول برخوردار باشد.

درصد گل: اثر تیمارهای مختلف تراکم مرزه بر درصد گل گیاه شیدر در هیچکدام از چین‌ها معنی دار نبود ($P > 0.05$).

نسبت برگ به ساقه: به منظور تهیه علوفه برگ‌ها نسبت به ساقه خوشخوارتر می‌باشند. بنابراین برای مقایسه تیمارها، نسبت برگ به ساقه مهم به نظر رسید. اثر تیمارهای مختلف بر این نسبت، در چین سوم معنی دار شد ($P < 0.05$). به طوری که بیشترین نسبت

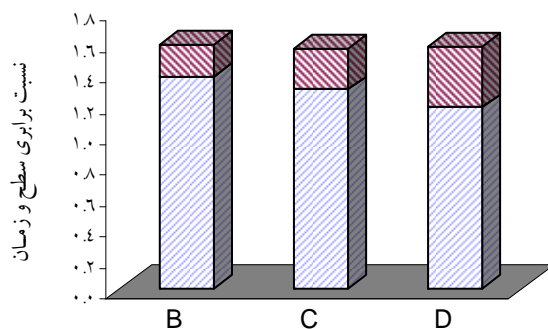
جدول ۲- اثر تیمارهای مختلف تراکم مرزه در کشت مخلوط با شبدر ایرانی بر درصد ساقه، برگ و گل در ماده خشک کل و نسبت برگ به ساقه
شبدر ایرانی

تیمار	درصد ساقه در ماده خشک کل	درصد برگ در ماده خشک کل	درصد گل در ماده خشک کل	نسبت برگ به ساقه
A	۵۵/۴۱ c	۴۱/۳۲ a	۳/۲۷ a	۰/۷۵ a
B	۶۵/۶۴ a	۲۸/۴۶ b	۵/۹۰ a	۰/۴۳ a
C	۶۰/۸۷ b	۳۵/۳۳ a	۳/۸۱ a	۰/۵۸ a
D	۵۸/۷۶ bc	۳۶/۰۴ a	۵/۲۰ a	۰/۶۱ a
تیمار	درصد ساقه در ماده خشک کل	درصد برگ در ماده خشک کل	درصد گل در ماده خشک کل	نسبت برگ به ساقه
A	۵۳/۷۷ a	۳۸/۹۷ a	۷/۲۶ a	۰/۷۲ a
B	۵۲/۴۲ a	۴۰/۶۸ a	۶/۹۰ a	۰/۷۸ a
C	۵۱/۱۳ a	۴۲/۵۰ a	۶/۳۷ a	۰/۸۳ a
D	۵۲/۹۸ a	۴۰/۶۲ a	۶/۴۱ a	۰/۷۷ a
تیمار	درصد ساقه در ماده خشک کل	درصد برگ در ماده خشک کل	درصد گل در ماده خشک کل	نسبت برگ به ساقه
A	۴۹/۹۰ a	۴۴/۷۱ c	۵/۳۹ a	۰/۹۰ c
B	۳۷/۹۹ b	۵۶/۵۵ a	۵/۴۶ a	۱/۴۹ a
C	۴۳/۶۵ ab	۵۰/۲۶ b	۶/۰۹ a	۱/۱۵ b
D	۴۷/۲۰ a	۴۸/۵۲ bc	۴/۲۸ a	۱/۰۳ bc

در هر چین میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

A: کشت خالص شبدر
B: کشت مخلوط شبدر و مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع
C: کشت مخلوط شبدر و مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع
D: کشت مخلوط شبدر و مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع

عملکرد نسبی مرزه عملکرد نسبی شبدر



تیمارهای مختلف تراکم مرزه در کشت مخلوط با

شبدر ایرانی

شکل ۵- مقادیر نسبت برابری سطح و زمان در تیمارهای مختلف تراکم مرزه در کشت مخلوط با شبدر ایرانی

(B: کشت مخلوط شبدر و مرزه با تراکم ۲۷ بوته در متر مربع، C: کشت مخلوط شبدر و مرزه با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع، D: کشت مخلوط شبدر و مرزه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع)

قابل قبولی داشته باشد.

بنابراین می توان نتیجه گرفت، چون مرزه در کشت مخلوط همراه با گیاهی قرار گرفته که از پتانسیل فراوانی در اشغال فضای کانوپی برخوردار بود، باید تراکم شبدر کمتر شود تا مرزه بتواند عملکرد

نتیجه گیری کلی

تا حدودی باعث جبران کاهش عملکرد این گیاه شد. اما در کشت خالص این گیاه، با افزایش تراکم رقابت درون گونه ای افزایش یافت، بنابراین تراکم ۲۷ بوته در متر مربع بیشترین وزن خشک اندام رویشی و تراکم ۴۰ بوته در متر مربع بیشترین عملکرد اسانس را به خود اختصاص داد.

در کشت مخلوط شبدر و مرزه، چون مرزه در ابتدای فصل رویش از پتانسیل کمتری در اشغال فضای کانوپی برخوردار بود، باعث شد شبدر به سرعت رشد کرده و فضا را پر نماید در نتیجه عملکرد مرزه نسبت به کشت خالص کاهش یافت. بالا بردن تراکم مرزه در مخلوط

منابع

- ۱- امید بیگی، ر. ۱۳۷۶. تولید و فراوری گیاهان دارویی. جلد دوم. موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۳۸ صفحه.
- ۲- باقری، ا.، ص. خلیلیان و ح.ع. نقدی بادی. ۱۳۸۴. گیاهان دارویی در ایران و جهان. مجموعه مقالات همایش ملی توسعه پایدار گیاهان دارویی. ۵-۷ مرداد، مشهد مقدس. ص ۶۲۴-۶۲۵.
- ۳- تقی زاده، م.ص. ۱۳۷۳. بررسی اثر نسبت‌های مختلف بذر و تراکم گیاهی در کشت مخلوط بر عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات کیفی ارقام سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۴- جوانشیر، ع.، ع. دباغ محمدی نسب، آ. حمیدی و م. قلی پور. ۱۳۷۹. اکولوژی کشت مخلوط (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۵- رضوانی مقدم، پ. ۱۳۶۹. اثر مقادیر مختلف کود ازته بر ارزش غذایی، عملکرد و خصوصیات رشد چهار رقم سورگوم علوفه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۶- صفایی خرم، م.، س. جعفرینیا و س. خسروشاهی. ۱۳۸۷. مهم ترین گیاهان دارویی جهان (ترجمه). مجتمع آموزش کشاورزی سبزایران. ۴۴۲ صفحه.
- ۷- فاکرباهر، ز.، م.ب. رضائی، م. میرزا و ب. عباس زاده. ۱۳۸۰. بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس مرزه (*Satureja hortensis* L.) در طی تنش خشکی در مزرعه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۷. ص ۵۱-۳۷.
- ۸- کریمی، ه. ۱۳۵۹. زراعت و اصلاح گیاهان علوفه ای. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۴۱۴ صفحه.
- ۹- کوچکی، ع. و غ. سرمدنیا. ۱۳۸۰. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۱۰- گریوانی، گ.م. ۱۳۷۰. بررسی اثر تراکم بذر بر خصوصیات زراعی، ارزش غذایی و عملکرد جو علوفه ای تحت شرایط دیم. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۱- مظاهری، د. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ صفحه.
- ۱۲- میرهاشمی، س.م.، ع. کوچکی، م. پارسا، م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۸. بررسی مزیت کشت مخلوط زنیان و شنبلیله در سطوح مختلف کود دامی و آرایش کاشت. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۷ شماره ۱. ص ۲۶۹-۲۵۹.
- ۱۳- نصیری محلاتی، م.، ع. کوچکی، پ. رضوانی مقدم و ع. بهشتی. ۱۳۸۰. آگرواکولوژی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۴- نوربخشیان، س.ج. و س. روشندل. ۱۳۸۵. بررسی اثر کشت مخلوط شبدر قرمز و یونجه بر عملکرد کمی و درصد پروتئین علوفه. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران. ۷-۵ شهریور. ص ۲۰۹.
- 15- Alexander, M.W. and C.F. Genter. 1962. Production of corn and soybean in alternating pairs of rows. *Agron. J.* 54: 233-234.
- 16- Amarjit, S.B., B.S. Sidhu and G.S. Randhawa. 1992. Effect of row spacing and nitrogen on nitrogen uptake, content and quality of dill (*Anethum greveolens*). *Indian J. Agron.* 37:633-634.
- 17- Baher, Z.F., M. Mirza, M. Ghorbanli, and M.B. Rezaii. 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. *Flavour. Fragrance. J.* 17: 257-277.
- 18- Dhingra, K.K., M.S. Dhillon, D.S. Grewal and K. Sharma. 1991. Performance of maize and mungbean intercropping in different planting patterns and row orientations. *Indian J. Agron.* 36: 207-212.
- 19- Federer, W.T. 1993. *Statistical design and analysis for intercropping experiment, Two Crops.* Springer Verlag INC. p:182.
- 20- Giller, K.E. and K.J. Wilson. 1991. *Nitrogen Fixation and Tropical Cropping Systems.* CAB International, Wallingford, pp. 10-120.
- 21- Grahan, P.L., J.L. Steiner and A.F. Wiese. 1988. Light Absorption and Competition in mixed sorghum pigweed communities. *Agron. J.* 80:415-418.
- 22- Maffei, M. and M. Mucciarelli. 2003. Essential oil yield in peppermint/ soybean strip intercropping. *Field Crop*

- Research. 84:229-240.
- 23- Morris, R.A., A.N. Villegan, A. Polthanee and H.S. Centeno. 1990. Water use by monocropped and intercropped cowpea and sorghum after rice. *Agron. J.* 82:664-668.
- 24- Olasantan, F.O., H.C. Ezumah and E.O. Lucas. 1996. Effects of intercropping with maize on the micro-environment, growth and yield of cassava. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 57: 149-158.
- 25- Pandita, A.K., M.H. Saha, and A.S. Bali. 2000. Effect of row ratio in cereal-legume intercropping systems on productivity and competition functions under Kashmir condition. *Indian J. Agron.* 45: 48-53.
- 26- Persian clover (*Trifolium resupinatum*), Pasture species and varieties on Evaluating Internet Resource, 20 Oct 2003 {on-line}. <http://www.agric.nsw.gov.au/reader/past-Varieties/P2522.htm> {21 May 2005}.
- 27- Putnam, D.H. and D.L. Allan. 1992. Mechanisms for overyielding in a sunflower-mustard intercrop. *Agron. J.* 84:188-195.
- 28- Tsubo, M., S. Walker and H.O. Ogindo. 2005. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions. II. Model application. *Field Crops Research.* 93: 23-33.
- 29- Vinther, F.P. and E.S. Jensen. 2000. Estimating legume N₂ fixation in grassclover mixtures of a grazed organic cropping system using two 15N methods. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 78: 139-147.