

اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط بر خصوصیات کمی و کیفی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) و نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.)

نگار ظریف پور^{۱*} - محمدتقی ناصری پوریزدی^۲ - مهدی نصیری محلاتی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۶

چکیده

به منظور بررسی اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود زراعی بر خصوصیات کمی گونه‌ها و ویژگی‌های کیفی زیره سبز، مطالعه‌ای در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی به اجرا درآمد. آزمایش بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور کت اصلی آرایش خطوط کاشت در دو سطح که بصورت متناوب D۱ ۱:۱ (زیره : نخود) و D۲ ۱:۲ (زیره : نخود) و فاکتور کرت فرعی نسبت تراکم‌های مختلف دو گونه زیره سبز و نخود در ۶ سطح به ترتیب به صورت کشت خالص زیره سبز P۱ (۱۰۰٪ زیره سبز)، P۲ (۵۰٪ زیره سبز + ۵۰٪ نخود)، P۳ (۶۰٪ زیره سبز + ۴۰٪ نخود)، P۴ (۸۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود)، P۵ (۱۰۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود) و کشت خالص نخود P۶ (۱۰۰٪ نخود) اجرا شد. نتایج آزمایش نشان داد که در بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط، ترکیب P۲ D۲ (۵۰٪ زیره سبز : ۵۰٪ نخود) از نظر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت برتر است. بیشترین درصد نیتروژن گونه زیره سبز مربوط به ترکیب D۲P۴ (۶۰٪ زیره و ۴۰٪ نخود) بود. تفاوت معنی داری در میزان اسانس زیره سبز بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ولی ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط نسبت به شاهد بیشترین میزان اسانس را دارا بودند. بیشترین عملکرد اسانس زیره سبز در بین تیمارهای کشت مخلوط مربوط به ترکیب D۲P۲ (۵۰٪ زیره : ۵۰٪ نخود) بود. همچنین بیشترین نسبت برابری زمین (LER=۱/۲۳)، مربوط به ترکیب تیماری D۲P۲ (۵۰٪ زیره سبز : ۵۰٪ نخود) و کمترین آن (LER=۰/۹۰) مربوط به تیمار D۱P۴ (۸۰٪ زیره سبز : ۲۰٪ نخود) بود.

واژه‌های کلیدی: درصد نیتروژن، شاخص برداشت، عملکرد اسانس، عملکرد دانه، نسبت برابری زمین

مقدمه

راه‌های افزایش تنوع و بهبود سازگاری با طبیعت در بوم نظام‌های زراعی استفاده از انواع نظام‌های چندکشتی از جمله کشت مخلوط است (۱۴). مدیریت صحیح تولید محصولات زراعی در این نوع کشت و استفاده موثرتر از زمان و مکان، منجر به بهبود جذب و کارایی مصرف منابع توسط گیاهان می‌شود (۱۰ و ۱۹). این سیستم برخلاف نظام‌های تک کشتی در راستای اصول اکولوژیکی بوده و در صورت بهره‌گیری موثر و گسترده از آنها ثبات و پایداری نظام‌های کشاورزی افزایش می‌یابد. اجزای مخلوط با تفاوت مورفو-فیزیولوژیکی که دارند، چنانچه در ترکیب مناسب با هم کشت شوند، کارایی مصرف آب، نور، موادغذایی و سایر منابع را نسبت به کشت خالص افزایش خواهند داد، بعلاوه به دلیل استقرار ترکیبی از گونه‌های گیاهی با آشیان‌های اکولوژیک متفاوت، رقابت علف‌های هرز نیز کمتر می‌شود (۹ و ۱۵). بطور کلی کشت توأم هنگامی سودمند است که گیاهان، ریشه‌هایی با طول متفاوت داشته و طول ساقه و نحوه رشد آن نیز در رقابت نوری

امروزه بدلیل نیاز روز افزون به غذا، پایداری تولید و نیز حفظ امنیت غذایی لازم است که منابع طبیعی و تنوع در کشاورزی حفظ و گسترش یابد. از این رو تنوع زیستی در بوم نظام‌های سیستم‌های کشاورزی عامل مهمی در پایداری و تولید با ثبات محصولات زراعی محسوب می‌شود (۱۶).

در نظام‌های کشاورزی رایج، کشت و کار محصولات زراعی بتدریج از اصول اکولوژیک خارج شده و به سمت دیدگاه‌های اقتصادی پیش می‌رود که این امر منجر به تخریب منابع طبیعی و کاهش تنوع زیستی و کارایی انرژی می‌شود، در نتیجه یکی از

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
* - نویسنده مسئول: (Email: Negah_zp@yahoo.com)

از شرایط محیطی، کاهش هزینه‌ها و یا به عبارت دیگر افزایش کارایی استفاده از منابع با استفاده از کشت مخلوط است. بنابراین هدف از این آزمایش بررسی ترکیب های کشت مخلوط دو گیاه زیره سبز و نخود زراعی به منظور دستیابی به مناسب‌ترین ترکیب این دو گونه از نظر حصول حداکثر عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه زیره می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد گونه‌ها و نیز خصوصیات کیفی گیاه زیره سبز، آزمایشی در سال ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد انجام گرفت. خاک محل آزمایش از نوع لوم سیلنتی بود و نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی آن در جدول ۱ آمده است. آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژ سرد و خشک است. آزمایش بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در زمینی به ابعاد ۴۵×۲۰ متر اجرا گردید. فاکتور اصلی آرایش خطوط کاشت در دو سطح D₁ ۱:۱ (زیره : نخود) و D₂ ۱:۲ (زیره : نخود) و فاکتور فرعی نسبت تراکم‌های مختلف دو گیاه زیره سبز و نخود در ۶ سطح به ترتیب به صورت کشت خالص زیره سبز P₁ (۱۰۰٪ زیره سبز)، P₂ (۵۰٪ زیره سبز + ۵۰٪ نخود)، P₃ (۶۰٪ زیره سبز + ۴۰٪ نخود)، P₄ (۸۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود)، P₅ (۱۰۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود) و کشت خالص نخود P₆ (۱۰۰٪ نخود) در کرت‌های فرعی اجرا شد. کاشت دو گونه زراعی نخود و زیره سبز در ۱۷ اسفند ماه ۱۳۸۸ بصورت خشکه‌کاری همزمان انجام شد. هر کرت فرعی شامل ۸ خط کاشت بطول ۶ متر و با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته‌شد، دو ردیف کناری در طرفین هر کرت فرعی بعنوان حاشیه در نظر گرفته‌شد. در زمان آماده سازی زمین و در طول دوره رشد هیچ نوع کود شیمیایی، بیولوژیک، علفکش، آفت کش و قارچ کش استفاده نشد. در حالت تراکم مطلوب، فاصله روی خطوط کاشت برای زیره سبز P₁، ۲ سانتیمتر (۱۲۰ بوته در مترمربع) و برای نخود P₆، ۵ سانتیمتر (۶۰ بوته در مترمربع) بود و سایر تراکم‌های گیاهی با تغییر فاصله بوته ها روی ردیف و با توجه به تراکم مطلوب دو گیاه تنظیم گردید. بعلت حساس بودن زیره به فوزاریوم در طول فصل رشد تا زمان برداشت و با توجه به شرایط جوی در مجموع ۴ نوبت آبیاری توسط سیستم شبکه لوله انجام گردید. به‌منظور تعیین روند رشد گیاه و محاسبه شاخص‌های رشد از روش نمونه‌برداری تخریبی با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای به روش کفبر و با فاصله زمانی ۱۰ روز صورت پذیرفت. با توجه به مرحله رشد طولانی‌تر نخود، نمونه‌گیری آن یک مرحله بیشتر در نظر گرفته شد. در هر نمونه ۴ بوته از زیره سبز و ۲

متفاوت باشند (۱۳). بر این اساس انتخاب گونه‌هایی که کمترین رقابت را در یک نیچ مشابه چه از نظر عوامل محیطی و چه از نظر زمانی دارند قدم عمده‌ای در این مسیر است (۸).

یکی از رایج‌ترین انواع چندکشتی، کشت مخلوط لگوم‌ها با سایر گیاهان زراعی اصلی می‌باشد، که علاوه بر استفاده بهینه از زمین باعث حاصلخیزی خاک و همچنین تثبیت نیتروژن توسط لگوم‌ها می‌شود و نیتروژن بطور مستقیم یا غیرمستقیم از لگوم‌ها به سایر محصولات در کشت مخلوط منتقل می‌شود (۱۶). به سیستم‌های کشت مخلوطی که در آنها یکی از گونه‌های مخلوط دارای قابلیت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن باشد، کشت مخلوط کلاسیک نیز گفته می‌شود (۲۳ و ۲۵). اهداف متنوعی برای کشت مخلوط قابل ذکر است که عمده‌ترین آنها عبارتند از استفاده بهتر از شرایط محیطی موجود و افزایش عملکرد در واحد سطح، ثبات عملکرد در شرایط نامطلوب محیطی، افزایش کیفیت و کمیت محصول، افزایش کارایی مصرف آب، کنترل فرسایش خاک، کاهش مصرف سموم و آفتکشهای شیمیایی، ایجاد تنوع و ثبات در اکوسیستمهای زراعی و استفاده از فواید آن.

نخود (*Cicer arietinum*) گونه ای از بقولات است که در مناطق نیمه خشک بصورت وسیعی کشت می‌شود، در این میان کشت مخلوط نخود معمولی با گونه های مختلف با توجه به توانمندی های تثبیت نیتروژن و توقع کم نهاده‌ها بر بعضی مناطق مشاهده می‌شود (۲۴).

نخود سومین و مهمترین محصول از حبوبات دنیاست که نقش اصلی و ضروری در اقتصاد کشاورزی جهان بعهده دارد (۲۲). زیره سبز بعنوان یکی از گیاهان ادویه‌ای و دارویی اهلی، در کشور ما شناخته شده است. حدود ۹۰ درصد از زیره سبز صادراتی کشور از استان خراسان بدست می‌آید (۱). امروزه زیره سبز (*Cuminum*) (*cymimum*) بعنوان دومین ادویه مشهور دنیا بعد از فلفل سیاه بشمار می‌رود (۲۶).

دوره رویش کوتاه، نیاز آبی کم و ارزش اقتصادی بالای زیره سبز سبب شده است زراعت این گیاه در اغلب مناطق خشک و نیمه خشک کشور دارای توجیه اقتصادی باشد (۱۳). زیره سبز گیاه یکساله‌ای است و به کندی استقرار یافته و در مقابله با علف‌های هرز بویژه در اوایل رشد ضعیف می‌باشد، این امر باعث کاهش قابل توجهی در عملکرد نهایی آن خواهد شد. با توجه به موقعیت دو محصول زیره سبز و نخود در سطح جهانی و موقعیت آن در سطح کشور، قابلیت تثبیت نیتروژن در گیاه نخود و کاهش مصرف کودهای نیتروژن، عدم سایه اندازی متقابل و بطور کلی کم توقع بودن هر دو گیاه و استفاده بهتر از عوامل محیطی، تحقیقات بیشتر در مورد امکان کشت مخلوط روی این دو گونه زراعی را طلب می‌کند. یکی از راههای افزایش تولید محصولات کشاورزی از طریق بهره‌برداری بهتر

اثر متقابل آرایش کاشت و ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط بر عملکرد زیره معنی‌دار شد، همچنین ملاحظه می‌شود که بین آرایش‌های کاشت از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، که در واقع نشان دهنده این است که آرایش‌های کاشت اثر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه زیره نداشته است (جدول ۲). بیشترین عملکرد (۶۰/۵۰ کیلوگرم در هکتار) در کشت خالص زیره و در بین تیمارهای کشت مخلوط از تیمار P۲ (۴۷/۸۳ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۳)، که این عملکرد ۲۳ درصد نسبت به کشت خالص کاهش نشان داد. کمترین عملکرد P۵ (۳۵/۱۱ کیلوگرم در هکتار) با ۴۶ درصد کاهش نسبت به کشت خالص در تیمار افزایشی مشاهده گردید. مشاهده شد که با جابه‌جایی از کشت خالص به سمت کشت مخلوط از عملکرد دانه زیره سبز کاسته شد. این کاهش عملکرد در تیمارهای مختلف کشت مخلوط نسبت به کشت خالص را می‌توان به رقابت گیاهان در سیستم کشت مخلوط بر سر منابع ذکر کرد. مجموع عملکرد دو گیاه در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از عملکرد دانه زیره سبز در کشت خالص بود (شکل ۱) و این نشان دهنده آن است که کشت مخلوط زیره سبز و نخود بر کشت خالص زیره به تنهایی برتری داشته است. میرهاشمی (۱۷) در بررسی مزیت کشت مخلوط شنلیله و زنیان بیان داشت که با جابه‌جایی از کشت خالص به سمت کشت مخلوط چند ردیفه از عملکرد دانه هر دو گیاه کاسته می‌شود.

بیشترین عملکرد دانه نخود (۴۶۷/۳۶ کیلوگرم در هکتار) نیز در تیمار تک کشتی نخود بدست آمد. همچنین با کاهش تعداد ردیف‌های نخود به سمت آرایش کاشت ۲:۱ میزان عملکرد دانه آن نیز کاهش یافت (جدول ۵). کمترین عملکرد دانه نخود از تیمار P۵ (۱۲۲/۳۹ کیلوگرم در هکتار) با ۷۴ درصد کاهش نسبت به تک کشتی مشاهده گردید. در بین آرایش‌های مختلف کاشت نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴)، ولی می‌توان چنین اظهار کرد که با کاهش تعداد ردیف‌های نخود و افزایش سهم زیره در مخلوط میزان عملکرد آن کاهش یافت. افاری و همکاران (۳۱) بیان داشتند در شرایطی که کشت دو گونه در یک زمان انجام می‌شود رقابت برای منابع شدیدتر است و لذا کاهش عملکرد دو گونه در این گونه سیستم‌ها بیشتر به چشم می‌خورد. تقی زاده (۴) نیز در تحقیق خود نشان داد که عملکرد کشت مخلوط ارقام سویا (*Glycine max*) در مقایسه با کشت خالص این ارقام کمتر است. عباسی علی‌کمر و همکاران (۱۲) در آزمایشی بیان داشتند که کاهش عملکرد نخود با کاهش تراکم بوته در مترمربع، تقریباً روند خطی دارد. به این معنی که اثرات مثبت یا منفی از کشت مخلوط با زیره سبز را نپذیرفته است.

عملکرد بیولوژیک

با توجه به (شکل ۲) بین تیمارهای کشت مخلوط و خالص و

نمونه از نخود بطور تصادفی انتخاب و نمونه‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه منتقل شد. در انتهای فصل رشد ۴ بوته از هر کرت بطور تصادفی انتخاب شد سپس اجزای عملکرد و عملکرد نهایی دو گیاه در واحد سطح اندازه‌گیری شد. برداشت زیره ۲۳ خرداد ماه سال ۸۹ زمانی که رنگ شاخ و برگ زرد مایل به قهوه‌ای بود صورت گرفت. بذور به روش دستی بوجاری شدند. برداشت نخود ۱۰ تیرماه سال ۸۹ پس از خشک شدن کامل بوته‌ها انجام شد. ارزیابی سودمندی کشت مخلوط زیره سبز و نخود از طریق نسبت برابری زمین^۱ طبق معادله ۱ محاسبه شد.

$$LER = \sum_c^n \frac{Y_{ci}}{Y_{cm}} \quad (1)$$

در این معادله Y_{ci} عملکرد یک گونه در کشت مخلوط و Y_{cm} عملکرد همان گونه در زراعت تک‌کشتی است (۱۵). این نسبت بر اساس نسبت عملکرد مخلوط به عملکرد خالص محاسبه می‌گردد و بوسیله آن مشخص می‌شود که چه مقدار از زمین بصورت تک کشتی مورد نیاز است تا محصولی معادل کشت مخلوط مقدار برداشت شود (۱۴ و ۱۹). با ارزیابی این شاخص می‌توان صحت تصمیم‌گیری درباره ترکیب مناسب مخلوط را مورد بازبینی قرار داد.

اسانس نمونه‌های زیره سبز با استفاده از دستگاه کلونجر از ۳۰ گرم بذور به روش تقطیر با بخار آب استخراج و اندازه‌گیری شد. سپس درصد و نیز عملکرد اسانس محاسبه گردید. با توجه به اینکه این شاخص از حاصلضرب عملکرد دانه و درصد اسانس بدست می‌آید، در نتیجه هر گونه تغییر در این دو مورد بر عملکرد اسانس موثر است. نیتروژن گیاه زیره از ۲ گرم نمونه‌ها با استفاده از اسید سولفوریک، به روش کج‌لدال اندازه‌گیری و بصورت درصد محاسبه گردید.

لازم به ذکر است که در زمان پر شدن دانه‌های زیره در مراحل آخر رشدی، در تاریخ ۸۹/۳/۱ تگرگ به وقوع پیوست، که این امر باعث کاهش قابل توجهی در عملکرد اقتصادی زیره سبز و همچنین شکستن شاخه‌های جانبی نخود شد. همچنین وجود گیاه انگل سس باعث آسیب به بوته‌های زیره سبز و نخود شد. که همه این عوامل دلیلی در کاهش چشمگیر عملکرد در این دو گونه بخصوص در زیره سبز شد.

در تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SAS، MSTAT-C و Excel استفاده شد. مقایسه کلیه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

در بررسی اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود،

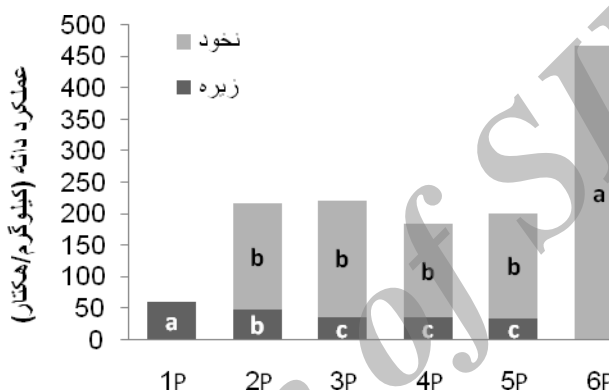
1- Land Equivalent Ratio (LER)

عملکرد بیولوژیک زیره کاهش پیدا کرده است. صدرآبادی حقیقی (۱۱) در آزمایشی که به منظور بررسی اثر آبیاری تکمیلی و کشت تداخلی گندم (*Triticum aestivum*) با ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia vilosa*) در یک سیستم کم نهاده انجام داد گزارش کرد که کاهش عملکرد بیولوژیک ماشک گل خوشه‌ای در مخلوط، در مقایسه با کشت خالص ناشی از قدرت رقابت کمتر آن در مقایسه با گندم بود.

اثرات متقابل آرایش کاشت و نسبت‌های مختلف کاشت (جدول ۴) از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، بالاترین عملکرد بیولوژیک زیره سبز (۳۶۵/۵۴ کیلوگرم در هکتار) در بین تیمارهای مختلف آرایش کاشت، مربوط به تیمار ۲ ردیف زیره: ۱ ردیف نخود بود (جدول ۲).
ملاحظه گردید که با تغییر الگوی کاشت به سمت تک ردیفی

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک قبل از اجرای طرح

بافت خاک	نیتروژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	ماده آلی (%)	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH
سیلتی لوم	۹۵۹	۱۸/۱۷	۱۴۰/۴۰	۰/۲۹	۲/۶۵	۶/۵

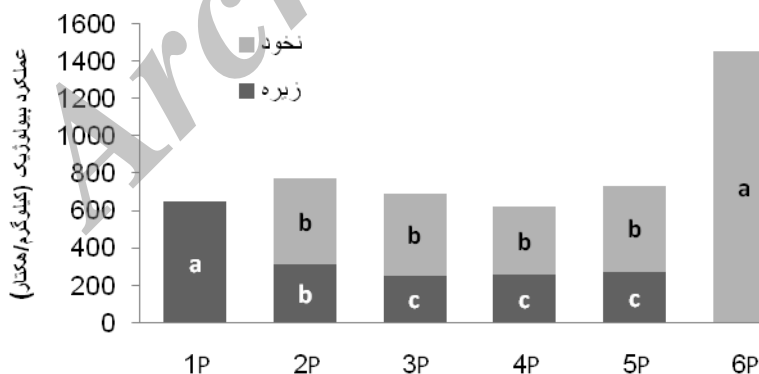


تیمارهای مختلف کشت مخلوط زیره و نخود

شکل ۱- تیمارهای مختلف کشت بر عملکرد دانه زیره و نخود

P1: کشت خالص زیره P2: ۵۰٪ زیره سبز + ۵۰٪ نخود P3: ۶۰٪ زیره سبز + ۴۰٪ نخود P4: ۸۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود
P5: ۱۰۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود P6: کشت خالص نخود

برای هر گونه، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.



تیمارهای مختلف ترکیب کشت مخلوط

شکل ۲- تیمارهای مختلف کشت بر عملکرد بیولوژیک زیره و نخود

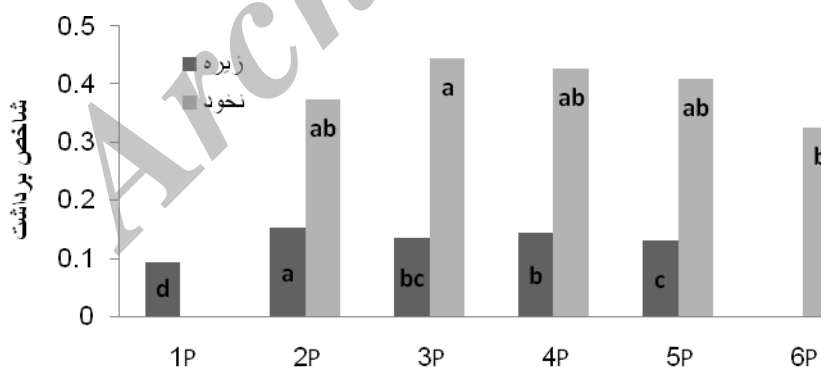
P1: کشت خالص زیره P2: ۵۰٪ زیره سبز + ۵۰٪ نخود P3: ۶۰٪ زیره سبز + ۴۰٪ نخود P4: ۸۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود
P5: ۱۰۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود P6: کشت خالص نخود

برای هر گیاه، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

کاشت و همچنین تیمار کشت خالص اختلاف معنی داری ($P \leq 0.05$) از نظر شاخص برداشت وجود دارد، مشاهده شد که شاخص برداشت تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص بیشتر بوده است. بطوریکه تیمار P2 (۰/۱۵) بالاترین و کشت خالص (۰/۰۹) کمترین شاخص برداشت را در زیره سبز داشت. می‌توان شاخص برداشت بالا در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص را به بالاتر بودن اجزای عملکرد در این سیستم گزارش کرد، و این امر بعلت تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه که همان مقصد اقتصادی است نسبت داد. در مخلوط این محیط مناسب از نظر جذب نور، رطوبت و نیز دما و تداوم بهتر انتقال مواد به سمت دانه را می‌توان اشاره کرد. رضوانی مقدم و همکاران (۹) در کشت مخلوط ماش (*Vigna radiate*) و سیاهدانه (*Nigella sativa*) افزایش شاخص برداشت ماش را نسبت به سیاهدانه برتری رقابت بین گونه‌ای و کاهش رقابت درون گونه‌ای در دریافت نور بیشتر توسط ماش اعلام کردند. نتایج پژوهش میرهاشمی (۱۷) نیز نشان داد که در کشت مخلوط شنبلله (*Trigonella foenum*) و زنیان (*Trachyspermum ammi*)، بالاترین شاخص برداشت در زنیان مربوط به کشت مخلوط سه ردیفی بود و کشت خالص کمترین شاخص برداشت را داشت.

اجزای عملکرد

اثر معنی داری بین آرایش کاشت، تیمارهای کشت مخلوط، اثرات متقابل آنها و کشت خالص زیره سبز در تعداد چتر در بوته مشاهده نشد (جدول ۲).



تیمارهای مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود

شکل ۳- تیمارهای ترکیب مختلف کشت بر شاخص برداشت زیره و نخود

P1: کشت خالص زیره P2: ۵۰٪ زیره سبز + ۵۰٪ نخود P3: ۶۰٪ زیره سبز + ۴۰٪ نخود P4: ۸۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود

P5: ۱۰۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود P6: کشت خالص نخود

برای هرگونه، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

بالاترین عملکرد بیولوژیک در نخود (۱۴۵۳/۴۷) کیلوگرم در هکتار) و زیره (۶۵۱/۰۴) کیلوگرم در هکتار) مربوط به کشت خالص و کمترین آن در زیره مربوط به تیمار P4 (۲۳۴/۳۷) کیلوگرم در هکتار) با ۶۵ درصد کاهش نسبت به تک کشتی و در نخود به تیمار P5 (۲۷۹/۸۶) کیلوگرم در هکتار) با ۸۱ درصد کاهش نسبت به تک کشتی نخود مشاهده شد (جدول ۳ و ۲). بین تیمارهای کشت مخلوط، بیشترین مجموع عملکرد بیولوژیک دو گیاه (۸۴۱/۵۷) کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار P2 (۵۰ درصد زیره + ۵۰ درصد نخود) بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای کشت مخلوط و کشت خالص زیره داشت. یکی از دلایل کاهش عملکرد بیولوژیک نخود در تیمارهای مختلف کشت مخلوط را می‌توان به کم شدن تراکم نخود به نصف تراکم مطلوب نسبت داد.

راعی و همکاران (۷) بیان داشتند که در کشت مخلوط سورگوم (*Sorghum Sudanese*) و سویا، با افزایش تراکم سویا از عملکرد بیولوژیک سورگوم کاسته شد، آنها دلیل این امر را افزایش رقابت برون گونه‌ای اعمال شده از طرف بوته‌های سویا بر بوته‌های سورگوم عنوان کردند. توحیدی نژاد (۵) در ارزیابی کشت مخلوط ذرت با لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata*)، بیشترین عملکرد علوفه تر، ماده خشک و دانه را از تک کشتی ذرت گزارش کرد.

شاخص برداشت

تاثیر تیمارهای آرایش کاشت بر شاخص برداشت نخود معنی دار ($P \leq 0.05$) نبود (جدول ۴). همانطور که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود در زیره و نخود بین تیمارهای کشت مخلوط و اثر متقابل آن با آرایش

فاصله ردیف درصد اسانس بذر روند افزایشی از خود نشان داد.

عملکرد اسانس

تفاوت معنی داری در بین تیمارهای کشت مخلوط در این آزمایش مشاهده شد (شکل ۴) بطوریکه بیشترین عملکرد اسانس به تیمار P1 کشت خالص زیره سبز، سپس در بین تیمارهای کشت مخلوط به تیمار P2: (۵۰ درصد زیره سبز : ۵۰ درصد نخود) و کمترین آن به تیمار P5 (۱۰۰ درصد زیره سبز : ۲۰ درصد نخود) نسبت داده شد. مافی و ماکسیاریل (۳۰) اظهار داشتند که در کشت مخلوط نعنای (*Mentha piperita*) و سویا، کیفیت و عملکرد اسانس به دلیل افزایش درصد منتول در مقایسه با کشت خالص بیشتر بود. اثر مثبت افزایش تراکم در روی میزان اسانس در آزمایش دیگری در رابطه با اثر فاصله ردیف بر روی گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris L.*) مشاهده گردید. در این آزمایش با کاهش فاصله ردیف و افزایش تراکم بوته، عملکرد اسانس در نتیجه افزایش عملکرد ماده خشک افزایش پیدا کرد (۱۸).

درصد نیتروژن زیره سبز

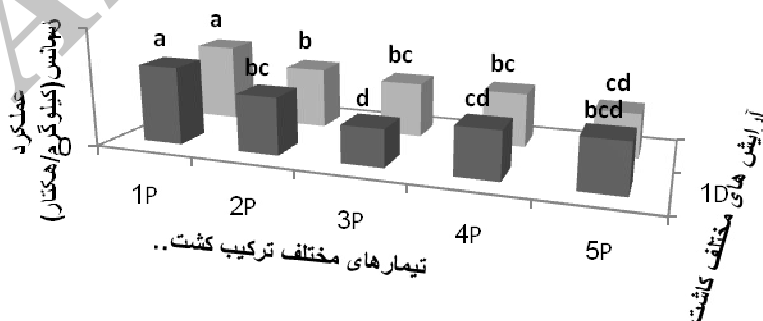
درصد نیتروژن گیاه زیره سبز در بین تیمارهای کشت مخلوط و خالص اختلاف معنی داری را نشان داد (جدول ۲)، بطوریکه تیمار D1P3: (۶۰ درصد زیره سبز : ۴۰ درصد نخود) بیشترین (۲/۶۲) و تیمار D1P4: (۸۰ درصد زیره سبز : ۲۰ درصد نخود) کمترین درصد نیتروژن غذایی را به خود اختصاص دادند. که نشان دهنده آن است که نخود به جذب بهتر نیتروژن توسط زیره کمک می کند. شارما و گوپتا (۳۳) نشان دادند که نیتروژن و فسفر در ارزن مرواریدی (*Pennisetum americanum*) با کشت مخلوط لگوم ها افزایش می یابد.

ولی بیشترین تعداد چتر در بوته زیره سبز از نظر عددی در بین تیمارهای کشت مخلوط مشاهده شد (جدول ۳) و این عامل را می توان یکی از دلایل افزایش شاخص برداشت در کشت مخلوط بیان داشت. جهانی (۶) نیز در تیمارهای مختلف در کشت مخلوط زیره سبز و عدس در مقایسه با کشت خالص اثر معنی داری در تعداد چتر در هر بوته مشاهده نکرد ولی بیشترین تعداد چتر در بوته را از نظر عددی به تیمار کشت مخلوط نسبت داد. پورامیر و همکاران (۳)، بیان داشتند که اختلاف قابل توجهی بین تعداد غلاف در بوته در نسبت کاشت کنجد ۲۵: نخود ۷۵ و تک کشتی نخود وجود نداشت.

از نظر تعداد غلاف در بوته نخود تفاوت معنی داری بین آرایش کاشت، تیمارهای مختلف کشت مخلوط و اثرات متقابل مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین تعداد غلاف در بوته نخود در تیمار D1P4 (۸۰ درصد زیره + ۲۰ درصد نخود) بود که این افزایش را می توان بعلت کاهش رقابت درون گونه ای نخود و افزایش نور در کانوپی بیان کرد. رابطه سطح برگ و دریافت نور و نیز رقم های زودرس یا گیاهانی با سرعت رشد اولیه بالا بر عملکرد وجود دارد و اغلب منابع برتری این عوامل را بر عملکرد اقتصادی پذیرفته اند (۲۸ و ۲۹).

درصد اسانس

تفاوت معنی داری، نسبت به میزان درصد اسانس بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص و همچنین اثرات متقابل آنها مشاهده نگردید (جدول ۲)، ولی بیشترین مقدار آن را می توان به تیمارهای کشت مخلوط نسبت داد. میرهاشمی و همکاران (۱۷) بیان داشتند که تیمارهای مختلف کشت مخلوط زیان و شنلبله اثر معنی داری بر درصد اسانس نداشته است. آمارجیت و همکاران (۲۰) تاثیر فاصله ردیف را بر درصد اسانس گیاه شویید مطالعه کرده و گزارش دادند که فاصله ردیف اثر معنی داری بر درصد اسانس بذر نداشت اما با کاهش



شکل ۴- اثر متقابل تیمارهای مختلف کاشت و آرایش کاشت بر عملکرد اسانس زیره

P1: کشت خالص زیره P2: ۵۰٪ زیره سبز + ۵۰٪ نخود P3: ۶۰٪ زیره سبز + ۴۰٪ نخود P4: ۸۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود P5: ۱۰۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود P6: کشت خالص نخود و D1 ۱ زیره : ۱ نخود D2 ۱ زیره : ۲ نخود

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در زیره سبز

تعداد چتر در بوته	درصد نیتروژن	عملکرد اسانس	درصد اسانس	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	درجه آزادی	منابع تغییر
۸/۶۳۳ns	۱/۴۷۶۰ns	۰/۰۲۸۶ns	۰/۰۲۱۶ns	۰/۰۰۰۰۴۷ns	۳۲۵۳/۲۰۳۳ns	۲۴/۵۳۱ns	۲	تکرار
۲۶/۱۲۳ns	۰/۱۰۰۹ns	۰/۰۴۷۳ns	۰/۱۳۰۶ns	۰/۰۰۰۶۳*	۵۸۹۶/۰۵۲ns	۱۵/۹۵۰ns	۱	آرایش کاشت (D)
۰/۶۳۳ns	۰/۱۸۲۹ns	۰/۰۰۶۶ns	۰/۰۵۸۵ns	۰/۰۰۰۰۷۷ns	۱۸۹/۱۷۰۶ns	۰/۱۸۹ns	۲	خطای a
۶/۹۱۶ns	۰/۸۳۵۶ns	۰/۳۰۸۲*	۰/۰۲۵۱ns	۰/۰۰۳۱۵*	۱۷۱۲۲/۹۴۶*	۷۰۷/۵۶۳*	۴	نسبتهای مختلف کشت (P)
۴/۳۸۳ns	۰/۰۷۱۸۵ns	۰/۰۳۰۱ns	۰/۱۲۵۵ns	۰/۰۰۰۱۲۷ns	۱۰۶۹/۱۵۵۳ns	*۳۴/۰۴۰	۴	P×D
۷/۹۲۵ns	۰/۳۵۵۳ns	۰/۰۱۵۳ns	۰/۰۹۳۹ns	۰/۰۰۰۰۶۸ns	۱۰۳۹/۰۶۸۲ns	۳/۹۶۵ns	۱۶	خطای b
۱۵/۰۸	۲۹	۱۳/۱۴	۱۳/۹۷	۴/۶۹	۸/۶۶	۴/۶۸		CV

*- معنی دار بودن در سطح احتمال ۵٪

جدول ۳- اثر متقابل آرایش کاشت و نسبتهای تراکمی بر خصوصیات کمی و کیفی زیره سبز

تعداد چتر در بوته	درصد نیتروژن	عملکرد اسانس (Kg ha ⁻¹)	درصد اسانس	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک (Kg ha ⁻¹)	عملکرد دانه (Kg ha ⁻¹)	نسبتهای تراکمی نخود: زیره	تیمارهای آرایش کاشت نخود: زیره
۱۹/۶۶a	۱/۷۴fab	۱/۳۱a	۰/۲۶a	۰/۰۹۳d	۶۵۱/۰۴a	۶۰/۵۰a	۱۰۰:۰	
۱۶/۶۶a	۲ab	۰/۹۶bc	۰/۲۵a	۰/۱۶a	۲۹۰/۳۶bc	۴۶/۸۷b	۵۰:۵۰	
۱۵/۶۶a	۲/۵۵ab	۰/۶۲d	۰/۱۶a	۰/۱۳b	۲۳۶/۹۷c	۳۳/۱۵d	۶۰:۴۰	۱:۱
۱۸/۶۶a	۱/۸۹ab	۰/۷۹cd	۰/۲۵a	۰/۱۴b	۲۳۴/۳۷c	۳۳/۸۵def	۸۰:۲۰	
۱۸a	۲/۰۵ab	۰/۸۲bcd	۰/۵۲a	۰/۱۴b	۲۷۴/۷۳c	۳۸/۸۰cd	۱۰۰:۲۰	
۱۹/۶۶a	۱/۷۴fab	۱/۳۱a	۰/۲۶a	۰/۰۹۳d	۶۵۱/۰۴a	۶۰/۵۰a	۱۰۰:۰	
۲۱a	۱/۷۱ab	۱/۰۳b	۰/۰۹a	۰/۱۴b	۳۳۷/۲۳b	۴۸/۷۸b	۵۰:۵۰	
۱۸/۳۳a	۲/۶۷a	۰/۹۲bc	۰/۳۱a	۰/۱۳bc	۲۷۶/۰۴c	۳۷/۰۶de	۶۰:۴۰	۲:۱
۲۰/۳۳a	۱/۴۹b	۰/۹۰bc	۰/۰۱a	۰/۱۴b	۲۸۹/۶۷bc	۴۰/۹۷c	۸۰:۲۰	
۱۸/۶۶a	۲/۰۵ab	۰/۷۴cd	۰/۳۸a	۰/۱۲c	۲۷۳/۶۹c	۳۳/۱۵d	۱۰۰:۲۰	

*- در هر ستون اختلاف بین میانگینهای دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد معنی دار نیست.

P1: کشت خالص زیره ۵۰٪ زیره سبز + ۵۰٪ نخود P3: ۶۰٪ زیره سبز + ۴۰٪ نخود P4: ۸۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود
P5: ۱۰۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود P6: کشت خالص نخود، D1: ۱:۱ (زیره: نخود) و D2: ۱:۲ (زیره: نخود)

جدول ۴- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در نخود

تعداد غلاف در بوته	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	درجه آزادی	منابع تغییر
۱۵/۶۳ns	۰/۰۰۲۶ns	۷۶۹۲۸/۷۶ns	۳۲۶۶/۳۱ns	۲	تکرار
۲۲/۵۳*	۰/۰۰۳۲ns	۱۸۲۳۲/۷۸ns	۸۶۳/۳۶ns	۱	آرایش کاشت (D)
۰/۴۳ns	۰/۰۰۲۴ns	۶۲/۵۱ns	۵۳۳ns	۲	خطای a
۴۳/۸۸*	۰/۰۱۳۵ns	۱۲۸۲۸۱۸/۱۲*	۱۰۹۱۰۰/۵۴*	۴	نسبتهای مختلف کشت (P)
۵/۷۸ns	۰/۰۰۷ns	۶۸۴۱۳/۶۰*	*۵۵۴۰/۰۷	۴	P×D
۳/۴۰ns	۰/۰۰۷۶ns	۲۲۹۳۷/۲۹ns	۱۴۶۰/۸۱ns	۱۶	خطای b
۱۲/۴۱	۲۲/۰۳	۲۴/۰۷	۱۶/۸۲		CV

*- معنی دار بودن در سطح احتمال ۵٪

نسبت برابری زمین (LER)

LER در تیمار مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود بالاتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی در این الگوهای کشت می باشد (جدول ۶).

بانیک و شارما (۲۱) در کشت مخلوط ذرت ملاحظه کردند که عملکرد ذرت همراه با لگوم افزایش می یابد و همچنین مشاهده کردند که لگومها در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی، تثبیت نیتروژن بیشتری را انجام می دهند.

جدول ۵- اثر متقابل آرایش کاشت و نسبت های تراکمی بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد غلاف در بوته نخود

تعداد غلاف در بوته	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم/هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم/هکتار)	نسبت های تراکمی نخود : زیره	تیمارهای آرایش کاشت نخود : زیره
۷۴cd	۰/۳۲a	۱۴۵۳/۴۷a	۴۶۷/۳۶a	۰ : ۱۰۰	
۷۷bcd	۰/۳۴a	۵۵۱/۲۱bc	bc۱۹۰/۱۰	۵۰ : ۵۰	
۵۷e	۰/۴۲a	۵۵۶/۴۲bc	۲۲۰/۴۸b	۶۰ : ۴۰	۱ : ۱
۱۱a	۰/۳۷a	۴۷۲/۰۸bc	۱۶۲/۳۲bc	۸۰ : ۲۰	
۸۲bc	۰/۴۵a	۲۷۹/۸۶c	۱۲۲/۳۹c	۱۰۰ : ۲۰	
۷۴cd	۰/۳۲۵a	۱۴۵۳/۴۷a	۴۶۷/۳۶a	۰ : ۱۰۰	
۶۳/۶۶de	۰/۴۰۰a	۳۷۲/۳۹bc	۱۴۹/۶۵bc	۵۰ : ۵۰	
۵۶/۶۶e	۰/۴۶۴a	۳۱۸/۹۲bc	۱۴۷/۰۴bc	۶۰ : ۴۰	۲ : ۱
۹۰/۶۶b	۰/۴۷۶a	۲۹۷/۷۴bc	۱۳۵/۴۱c	۸۰ : ۲۰	
۸۹bc	۰/۳۶۷a	۵۷۸/۹۹b	۲۰۹/۵۴b	۱۰۰ : ۲۰	

*- در هر ستون اختلاف بین میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد معنی دار نیست.
 P1: کشت خالص زیره P2: ۵۰٪ زیره سبز + ۵۰٪ نخود P3: ۶۰٪ زیره سبز + ۴۰٪ نخود P4: ۸۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود
 P5: ۱۰۰٪ زیره سبز + ۲۰٪ نخود P6: کشت خالص نخود، D1 (زیره : نخود) ۱:۱ D2 (زیره : نخود) ۱:۲

نسبت برابری زمین، ارزیابی صحیحی از کارایی استفاده از منابع بیولوژیک نظیر تشعشع، عناصر غذایی و بارندگی در کشت مخلوط است. زمانیکه LER بیشتر از یک می شود بدین معنی است که در کشت مخلوط سود مثبت وجود دارد و این موضوع نشان می دهد که تسهیل بین گونه ای بیش از رقابت بین گونه ای بوده است (۳۳).

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد، شاخص برداشت زیره سبز و نخود در تیمارهای مختلف کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص بود که این را می توان به بالاتر بودن اجزای عملکرد در این سیستم عنوان کرد اگر هدف اصلی از کشت مخلوط زیره سبز باشد، در این حالت آرایش یک در میان آن با نخود پیشنهاد می شود ولی اگر هدف اصلی از کشت مخلوط نخود باشد، این سیستم کاشت توصیه نمی گردد زیرا نخود اثر مثبت از کشت مخلوط با زیره سبز پذیرفته است، در نتیجه کشت خالص آن برتری دارد و توصیه می شود. در بررسی LER، برتری کشت مخلوط زیره سبز و نخود در هر دو آرایش کاشت با نسبت ۵۰ درصد زیره + ۵۰ درصد نخود را بر کشت خالص آنها به تنهایی نشان داد.

بیشترین مقدار (۱/۲۳) LER مربوط به تیمار D1P2 (۵۰٪ زیره سبز: ۵۰٪ نخود) و تیمار D2P2 معادل ۱/۱۲ بدست آمد. بنا به گزارش مظاهری بالا بودن >۱ LER نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است. کمترین مقدار (۰/۹۰) LER مربوط به تیمار D1P4 (۸۰٪ زیره سبز: ۲۰٪ نخود) بود. بهشتی و همکاران (۲) در کشت مخلوط سورگوم دانه ای و لوبیاجیتی بیشترین نسبت برابری زمین را در تراکم بالا، نسبت کاشت ۶۷:۳۳ و نسبت ۵۰:۵۰ گزارش کردند. جهانی و همکاران (۶) نیز اعلام داشتند که LER کل در کشت مخلوط زیره سبز و عدس در تمام تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. LERهای جزئی در مورد زیره سبز در همه تیمارها بالاتر از ۰/۵ بود و این نشان دهنده این است که نخود در نسبت های بالا روی زیره اثر مثبت داشته است. عملکرد نسبی در زیره سبز در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از نخود بود که می توان چنین استنباط نمود، که در تیمارهای کشت مخلوط، زیره سبز گیاه غالب بوده و از کشت مخلوط با نخود اثر مثبت پذیرفته است. میرهاشمی (۱۷) طی آزمایشی که بر روی کشت مخلوط زنیان و شنبليله انجام داد بیان داشت که در کلیه تیمارهای کشت مخلوط عملکرد نسبی در زنیان بیشتر از شنبليله بود، که نشان دهنده غالبیت این گیاه در کشت مخلوط بوده است. به اعتقاد قوش و همکاران (۲۷)

جدول ۶- مقادیر نسبت برابری زمین (LER) در کشت مخلوط زیره سبز و نخود

نسبتهای تراکمی				آرایش کاشت ۱:۱			
آرایش کاشت ۲:۱		نسبتهای تراکمی		آرایش کاشت ۱:۱		نسبتهای تراکمی	
LER کل	LER جزئی نخود	LER جزئی زیره سبز	نخود : زیره	LER کل	LER جزئی نخود	LER جزئی زیره سبز	نخود : زیره
۱/۱۲	۰/۳۱	۰/۸۰	۵۰ : ۵۰	۱/۲۳	۰/۴۱	۰/۸۲	۵۰ : ۵۰
۰/۹۳	۰/۳۱	۰/۶۱	۶۰ : ۴۰	۱/۰۲	۰/۴۷	۰/۵۴	۶۰ : ۴۰
۰/۹۷	۰/۲۹	۰/۶۷	۸۰ : ۲۰	۰/۹۰	۰/۳۴	۰/۵۵	۸۰ : ۲۰
۰/۹۹	۰/۴۴	۰/۵۴	۱۰۰ : ۲۰	۰/۹۱	۰/۲۶	۰/۶۴	۱۰۰ : ۲۰

منابع

- ۱- بالندری، ا. ۱۳۷۱. گردآوری و بررسی خصوصیات بوتانیکی توده های محلی زیره سبز ایران، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، پژوهشکده خراسان.
- ۲- بهشتی، ع. ب. سلطانیان و ر. صدرآبادی حقیقی. ۱۳۸۹. بررسی اثر تراکم و نسبت های مختلف کشت بر عملکرد دانه و بیوماس در کشت مخلوط سورگوم دانه ای و لوبیا چیتی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۸ (۱): ۱۷۶-۱۶۷.
- ۳- پورامیر، ف.، م. نصیری محلاتی، ع. کوچکی و ر. قربانی. ۱۳۸۹. بررسی اثر ترکیب های مختلف کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد کبجد و نخود در کشت مخلوط سربهای افزایشی. نشریه پژوهش‌های زراعی. ۸ (۳): ۴۰۲-۳۹۳.
- ۴- 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.
- ۵- توحیدی نژاد، ا. ۱۳۷۹. ارزیابی کشت مخلوط ذرت با آفتابگردان، لوبیامعمولی و سورگوم در ناحیه جیرفت. پایان نامه دکتری زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، دانشگاه تهران.
- ۶- جهانی، م.، ع. کوچکی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۷. بررسی ترکیب های مختلف کشت مخلوط زیره سبز (*Cuminum cyminum*) و عدس (*Lens culinaris*) در سیستم های کشاورزی کم نهاده. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۶ (۱): ۷۷-۶۷.
- ۷- راعی، ی.، ک. قاسمی گل‌عزانی، ع. جوانشیر، ه. آلباری و ا. محمدی. ۱۳۸۷. تاثیر تراکم گیاهی بر کشت مخلوط سویا و سورگوم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲ (۴۵): ۴۴-۳۵.
- ۸- رحیمیان، ح.، م. صلاحی مقدم و گلوی. ۱۳۷۱. کشت مخلوط سیب زمینی با ذرت و آفتابگردان. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۹ (۱): ۵۸-۴۵.
- ۹- رضوانی مقدم، پ.، م. رئوفی، م. ح. راشد محصل و ر. ه. مرادی. ۱۳۸۸. بررسی ترکیب‌های مختلف کاشت و اثر کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط ماش و سیاهدانه. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۱ (۱): ۷۹-۶۵.
- ۱۰- زاهدی، م. ۱۳۷۰. ارزیابی کشت مخلوط ذرت و سویا در مقایسه با کشت خالص آنها. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۱۵ ص.
- ۱۱- صدرآبادی حقیقی، ر. ۱۳۷۸. بررسی اثر آبیاری تکمیلی و کشت تداخلی گندم با ماشک گل خوش های در یک سیستم کم نهاده. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.
- ۱۲- عباسی علی‌کمر، ر. ۱۳۸۵. بررسی اثر تراکم‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود با تأکید بر کنترل علف‌های هرز. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۴: ۹۴-۸۳.
- ۱۳- کافی، م. ۱۳۸۱. زیره سبز، فناوری تولید و فرآوری. قطب علمی گیاهان زراعی ویژه. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۴- کوچکی، ع. ۱۳۹۱. از انقلاب سبز تا سبزینه انقلاب تعارض یا تفاهم. مقالات کلیدی چهارمین کنگره علمی زراعت. دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. ص. ۴۴۲-۴۵۹.
- ۱۵- مجنون حسینی، ن. و جی. کولار. ۱۳۶۷. کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط لپه هندی- ماش. مجله علوم کشاورزی ایران. ۱۹ (۱): ۱۶-۹.
- ۱۶- مظاهری، د. ۱۳۷۲. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۷- میرهاشمی، س. م.، ع. کوچکی، م. پارسا و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۸. بررسی مزیت کشت مخلوط زنیان و شنبلیل در سطوح مختلف کود دامی و آرایش کاشت. مجله پژوهش های زراعی ایران. ۷ (۱): ۲۷۹-۲۶۹.

- ۱۸- نقدی بادی، ح، ف. یزدانی و س. نظری. ۱۳۸۱. تغییرات فصلی عملکرد در تراکمهای مختلف کاشت و ترکیبات اسانس آویشن (*Thymus vulgaris* L.) فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران: ۵: ۵۶.
- ۱۹- نصیری محلاتی، م، ع. کوچکی، پ. رضوانی و ع. بهشتی. ۱۳۸۰. آگرواکولوژی. (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- 20- 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 Journal of Agronomy*. 54 : 233-234.
- 21- Banik, P., and R. C. Sharma. 2009. Yield and resource utilization efficiency in baby corn-legume intercropping system in the eastern plateau of India. *Journal of Sustainable Agriculture*. 33: 379-395.
- 22- Banik, P. A. Midya, B.K. Sarkar, and S. S. Ghose. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy. Sci*. 24: 325-332.
- 23- Black, C., and C. Ong. 2000. Utilization of light and water in tropical agriculture. *Agric Forest Meteorol*. 104. 25-47.
- 24- Daniel, Z., and H. Maria. 2000. Domestication of Plants in the Old World, third ed. University Press, Oxford. p. 206.
- 25- FAO. 2006. Production Year Book. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy. [Http://apps.fao.org](http://apps.fao.org)
- 26- Gao, Y., A. Duan, J. Sun, F. Li, and Z. Liu. 2009. Crop coefficient and water-use efficiency of winter wheat/spring maize strip intercropping. *Field Crops Research*. 111, 65-73.
- 27- Ghosh, P. K., M. Mohanty, K. K. Bandyopadhyay, D. K. Painuli, A. K. Misra, 2006a. Growth, competition, yields advantage and economics in soybean/pigeon pea intercropping system in semi-arid tropics of India. II. Effect of nutrient management. *Field Crops Research*. 96, 90-97.
- 28- Jodha, N. S., and K. V. Subba Rao. 1987. Chickpea: World importance and distribution, in the Chickpea. CAB international.
- 29- Keul, M., F. P. Martakis, A. H. A. Magid. 1984. The relationship between pod yield and specific leaf area in snapbeans; an example of stepwise multiple ariate analysis of variance. *Scientia Horticulture*, 23(3):231-246.
- 30- Maffei, M. and M. Mucciarelli. 2003. Essential oil yield in peppermint/soybean strip intercropping. *Field Crops Research*. 84:229-240.
- 31- Ofori, F., and W. R. Stern. 1987. Cereal-legume intercropping systems. *Adv. Agron*. 41, 4-9.
- 32- Sharma, O. P., A. K. Gupta. 2002. Nitrogen-phosphorus nutrition of pearl millet as influenced by intercrop legumes and fertilizer levels, *J. Plant Nutr*. 25: 833-842
- 33- Vandermeer, J. H. 1989. *The Ecology of Intercropping*. Cambridge University Press, Cambridge. UK.
- 34- Willey, R. W. 1979. Intercropping its importance and research needs. *Competition and yield advantages. Field Crops Research*. 32: 1-10.