



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۳
صفحه‌های ۹۲۱-۹۲۲

ارزیابی عملکرد اسانس و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط رازیانه و شنبلیله

سکینه صدری^{۱*} مجید پوریوسف^۲ و علی سلیمانی^۳

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۹/۱۷

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۹/۲۷

چکیده

به منظور بررسی و ارزیابی سودمندی کشت مخلوط رازیانه و شنبلیله در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و تک‌کشتی، آزمایشی با استفاده از روش‌های جایگزینی و افزایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در سال زراعی ۱۳۹۱ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل کشت مخلوط افزایشی در سه سطح (۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد شنبلیله)، کشت مخلوط جایگزینی در شش سطح (۱:۱، ۱:۲، ۲:۱، ۲:۲، ۳:۱ و ۳:۲)، کشت خالص رازیانه و کشت خالص شنبلیله بودند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه شنبلیله از کشت خالص و کمترین آن از سری جایگزینی ۷۵ درصد رازیانه + ۲۵ درصد شنبلیله (۳:۱) حاصل شد. همچنین در رازیانه سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله و سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) به ترتیب از بیشترین و کمترین عملکرد دانه برخوردار بودند. عملکرد اسانس رازیانه در سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله در مقایسه با کشت خالص بیشتر بود. بالاترین نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی از سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله حاصل شد. همچنین بیشترین شاخص افزایش یا کاهش عملکرد واقعی (AYL) و سودمندی کشت مخلوط (IA) به ترتیب از سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) به دست آمد. محاسبه شاخص غالبیت (چیرگی) (A) نشان داد که در اکثر نسبت‌های کشت رازیانه غالب و شنبلیله مغلوب بوده است.

کلیدواژه‌ها: اسانس، تک‌کشتی، سودمندی کشت مخلوط، مجموع ارزش نسبی، نسبت برابری زمین، نسبت کشت.

۱. مقدمه

استفاده از لگوم‌ها در کشت مخلوط موجب تثبیت بیولوژیکی نیتروژن می‌شود، مصرف کود نیتروژنه کاهش می‌یابد و بر اثر آن از آلودگی محیط زیست نیز جلوگیری می‌شود [۲۲]. بنابراین کشت مخلوط لگوم‌ها با گیاهان دیگر علاوه بر استفاده بهینه از زمین، موجب حاصلخیزی خاک می‌شود. در این سیستم کاشت، نیتروژن تثبیت شده به وسیله لگوم‌ها به گیاهان همراه آنها منتقل می‌شود و می‌تواند به پایداری عملکرد در کشاورزی کم‌نهاده کمک کند [۱۷].

تحقیقات محدودی در مورد ارزیابی تولید و سودمندی کشت مخلوط گیاهان دارویی صورت گرفته و در اکثر موارد، نتایج حاکی از سودمندی کشت مخلوط بوده است. از جمله در بررسی کشت مخلوط زیره سبز و نخود زراعی مشاهده شد که عملکرد دانه زیره سبز در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بیشتر شد [۸]. معیاری که اغلب برای ارزیابی در مؤثر بودن کشت مخلوط استفاده می‌شود، نسبت برابری زمین^۳ است. این معیار نسبت میزان زمین لازم برای تک‌کشتی‌ها را در مقایسه با کشت مخلوط توصیف می‌کند و عبارت از نسبت سطح زمینی است که لازم است با کشت گیاه به صورت تک‌کشتی، عملکردی مشابه یک هکتار کشت مخلوط به‌دست آید [۶].

در مطالعه‌ای در مورد کشت مخلوط رازیانه و شوید عنوان شد معیار نسبت برابری زمین تنها در نسبت کاشت ۶۶ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شوید بیشتر از یک بود [۱۸]. در بررسی کشت مخلوط زنیان و شنبلیله بیان شد نسبت برابری زمین بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط از نظر آماری اختلاف معناداری نداشت. با این حال تمام نسبت‌های کشت مخلوط زنیان و شنبلیله نسبت برابری زمین بزرگ‌تر از یک داشتند که نشان‌دهنده برتری کشت

برای افزایش تولید محصولات کشاورزی علاوه بر افزایش سطح زیرکشت و بهبود عملکرد، راهکاری مانند افزایش میزان محصول در واحد سطح و زمان نیز شایان تأمل است [۱۰]. در همین راستا، یکی از مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده و مؤثر در افزایش تولید پایدار، کشت مخلوط گیاهان زراعی است. کشت مخلوط به‌عنوان نمونه‌ای از نظام‌های پایدار در کشاورزی اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره‌برداری بیشتر از منابع، افزایش کمی و کیفی عملکرد و کاهش خسارت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز را دنبال می‌کند. کاهش وابستگی کشاورزان به آفت‌کش‌ها، به شرط حفظ کیفیت محصول و بازاریابی آن، یکی از اهداف اصلی کشت مخلوط در کشاورزی پایدار است [۲۳]. براساس نتایج تحقیقات، هنگامی که دو گونه مختلف با ارتفاع بوته، پوشش گیاهی و الگوی رشد متفاوت به صورت همزمان در کشت مخلوط قرار گیرند، کمترین رقابت را با یکدیگر ایجاد می‌کنند و این موضوع سبب افزایش عملکرد کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص می‌شود [۲۵، ۲۴].

امروزه عوارض جانبی و ناخواسته مصرف داروهای شیمیایی، سبب توجه به استفاده از گیاهان دارویی شده است [۱۱]. رازیانه^۱ از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی و متعلق به خانواده چتریان است. از مواد مؤثره این گیاه در داروسازی برای مداوای سرفه، دل‌درد، نفخ، سوءهاضمه در کودکان و تحریک شیردهی در مادران شیرده استفاده می‌شود [۲، ۲۰].

شنبليله^۲ نیز گیاهی دارویی از خانواده Fabaceae است که قادر به تثبیت زیستی نیتروژن است. این گیاه در درمان بیماری‌هایی نظیر دیابت، یبوست، سوءهاضمه و کاهش کلسترول خون کاربرد دارد [۳۷].

1. *Foeniculum vulgare* Mill.2. *Trigonella foenum-graecum* L.

ارزیابی عملکرد، اسانس و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط رازیانه و سنبله

سنبله (۱:۲)، ۶۷ درصد رازیانه + ۳۳ درصد سنبله (۲:۱)، ۵۰ درصد رازیانه + ۵۰ درصد سنبله (۲:۲)، ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد سنبله (۱:۳)، ۷۵ درصد رازیانه + ۲۵ درصد سنبله (۳:۱) و ۱۰۰ درصد رازیانه و ۱۰۰ درصد سنبله بودند. بذور مورد استفاده در این آزمایش برای سنبله رقم 'اردستانی' و برای رازیانه از توده اصفهان بود. عملیات کاشت هر دو گیاه همزمان در اوایل اردیبهشت ماه در کرت‌هایی به طول چهار متر انجام گرفت. فواصل بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و روی ردیف‌ها برای رازیانه ۲۰ و برای سنبله ۴ سانتی‌متر بود. همچنین بسته به نسبت سنبله در کشت مخلوط افزایشی فاصله بوته‌ها روی ردیف به ترتیب برای نسبت‌های ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد فاصله چهار، شش و ۱۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. دور آبیاری در دو هفته آغازی سه روزه و بعد از آن هفت روزه بود. وجین اولیه دو هفته بعد از کاشت در سرتاسر واحد آزمایشی و تا انتهای دوره رشد انجام گرفت. برای تعیین عملکرد دانه سنبله و رازیانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک نمونه‌برداری شدند. نحوه نمونه‌برداری بدین صورت بود که از ردیف‌های میانی کرت‌ها بعد از حذف حاشیه‌ها نمونه‌ای به مساحت دو متر مربع برداشت و پس از جدا کردن و خشک کردن دانه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آن ۳۵ درجه سانتی‌گراد، با ترازوی دقیق وزن دانه اندازه‌گیری شده و عملکرد دانه محاسبه گردید.

مخلوط نسبت به تک‌کشتی در این نسبت‌های کشت است [۱۱]. در آزمایش کشت مخلوط رازیانه با نخود عنوان شد که عملکرد دانه نخود در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص ۴۸ درصد کاهش نشان داد، اما بیشترین مقدار نسبت برابری زمین از تیمار ۱:۱ حاصل شد [۱۵].

به طور کلی، هدف از پژوهش حاضر، اجرای طرح ارزیابی عملکرد کشت مخلوط رازیانه و سنبله نسبت به کشت خالص آنها با استفاده از دو روش کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی و تعیین بهترین نسبت کشت مخلوط این دو گونه به منظور حصول بیشترین عملکرد و بالاترین میزان نسبت برابری زمین (LER) است.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در یک کیلومتر پنج جاده زنجان - تبریز (با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۶۲۰ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۱۳۹۱، اجرا شد. خاک زمین محل اجرای آزمایش از نوع لومی رسی بود که برخی از مشخصات آن در جدول ۱ آورده شده است. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی (۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد سنبله) و جایگزینی (۵۰ درصد رازیانه + ۵۰ درصد سنبله (۱:۱)، ۳۳ درصد رازیانه + ۶۷ درصد

جدول ۱. خصوصیات خاک محل آزمایش

ماده آلی (%)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیت	آهک کل (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	نیترژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	منیزیم (meq/l)	کلسیم (meq/l)
۱/۱۸	۰/۷۲	۸/۲۸	۷/۲	۳۳	۲۷	۴۰	۰/۰۹	۹/۶	۲۸۶	۱/۱	۲/۱

در تک کشتی؛ Zaa: سهم گونه a در تک کشتی؛ و Zbb سهم گونه b در تک کشتی است. شاخص سودمندی کشت مخلوط (IA) نیز با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد [۱۶]:

(۳)

$$IA = \left(\frac{Pa}{Pa + Pb} \right) \times AYLa + \left(\frac{Pb}{Pa + Pb} \right) \times AYLb$$

در این رابطه، Pa: قیمت واحد محصول a؛ Pb: قیمت واحد محصول b؛ AYLa: کاهش یا افزایش عملکرد واقعی جزء A؛ و AYLb: کاهش یا افزایش عملکرد واقعی جزء B است.

برای محاسبه شاخص کل ارزش نسبی (RVT) از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$RVT = \frac{(ap_1 + bp_2)}{aM_1} \quad (۴)$$

در این رابطه، a: قیمت محصول اصلی و b: قیمت محصول ثانوی؛ P₁: تولید گونه اصلی و P₂: تولید گونه ثانوی در مخلوط؛ و M₁: عملکرد کشت خالص گونه اول و M₂: عملکرد کشت خالص گونه دوم است. هر کدام از aM₁ یا bM₂ بزرگ تر باشد در مخرج کسر قرار می‌گیرد [۳۳].

شاخص ضریب نسبی تراکم (ضریب ازدحام نسبی) RCC طبق رابطه ۵ محاسبه شد [۳]:

$$RCC_{ij} = (Y_{ij}/Y_{ii}) / (Y_{ji}/Y_{jj}) \quad (۵)$$

در این رابطه، Y_{ii} و Y_{jj}: عملکردهای تک کشتی گونه i و j، Y_{ij}: عملکرد گونه i در مخلوط و Y_{ji}: عملکرد گونه j در مخلوط است.

اگر RCC=۱ باشد، دو گونه از قابلیت های رقابتی یکسان برخوردارند. چنانچه RCC > ۱، گونه i از نظر رقابتی و استفاده از منابع نسبت به گونه j برتر است، در صورتی که RCC < ۱ باشد، گونه j نسبت به گونه i از نظر رقابتی برتر است.

اسانس نمونه های رازیانه با استفاده از دستگاه کلونجر از ۵۰ گرم بذر به روش تقطیر با بخار آب استخراج و اندازه گیری شد. زمان لازم برای استخراج اسانس سه ساعت بود. سپس درصد و نیز عملکرد اسانس در واحد سطح محاسبه شد.

برای ارزیابی کارایی و سودمندی کشت مخلوط از معیارهای نسبت برابری زمین (LER)، مجموع ارزش نسبی^۱ (RVT)، کاهش یا افزایش عملکرد واقعی^۲ (AYL) و سودمندی کشت مخلوط^۳ (IA) و برای ارزیابی رقابت در کشت مخلوط از شاخص های ضریب ازدحام نسبی^۴ (RCC) و غالبیت (چیرگی)^۵ (A) استفاده شد.

برای محاسبه نسبت برابری زمین از رابطه ۱ استفاده شد:

$$LER = \sum_{n=1}^m \frac{Y_i}{Y_{ii}} \quad (۱)$$

در این رابطه، Y_i مقدار محصول یک گونه (در واحد سطح) در کشت مخلوط و Y_{ii} حداکثر محصول همان گونه (در واحد سطح) در زراعت تک کشتی [۹] است. افزایش یا کاهش عملکرد واقعی (AYL) نیز طبق رابطه ۲ محاسبه شد [۱۶].

$$AYL = AYLa + AYLb \quad (۲)$$

$$AYLa = \left[\left\{ \frac{Y_{ab}/Z_{ab}}{Y_{aa}/Z_{aa}} \right\} - 1 \right]$$

$$AYLb = \left[\left\{ \frac{Y_{ba}/Z_{ba}}{Y_{bb}/Z_{bb}} \right\} - 1 \right]$$

در این رابطه، Zab: سهم گونه a در کشت مخلوط؛ Yab: عملکرد گونه a در مخلوط با b؛ سهم گونه b در کشت مخلوط؛ Yba: عملکرد گونه b در مخلوط با a؛ Yaa: عملکرد گونه a در تک کشت؛ Ybb: عملکرد گونه b

1. Relative Value Total
2. Actual Yield Loos or gain
3. Intercropping Advantage
4. Relative crowding coefficient
5. Aggressively

۳. نتایج و بحث

۳.۱. عملکرد دانه

تأثیر نسبت کاشت بر عملکرد دانه شبلیله و رازیانه معنادار ($P \leq 0/01$) بود. در بین نسبت‌های مختلف کاشت بیشترین عملکرد دانه شبلیله (۶۱۸/۲۴ کیلوگرم در هکتار) از کشت خالص به دست آمد که تفاوت معناداری با سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شبلیله (۱:۳) نداشت (جدول ۲). کمترین عملکرد دانه نیز (۲۰۱/۶۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به سری جایگزینی ۷۵ درصد رازیانه + ۲۵ درصد شبلیله (۳:۱) بود که در مقایسه با کشت خالص حدود ۶۷ درصد کاهش داشت (جدول ۲). در ارتباط با رازیانه نیز بیشترین عملکرد دانه (۱۴۶۵/۳۶ کیلوگرم در هکتار) از سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شبلیله به دست آمد که در مقایسه با کشت خالص در حدود ۵ درصد افزایش عملکرد داشت. سایر نسبت‌های کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص رازیانه از عملکرد دانه پایین‌تری برخوردار بودند (جدول ۲).

برای محاسبه شاخص غالبیت (چیرگی) (A) از رابطه زیر استفاده می‌شود [۲۹]:

$$A_{ij} = [(W_{ij} / W_{ii}) - (W_{ji} / W_{jj})] / 2 \quad (6)$$

در این رابطه، A_{ij} : غالبیت گونه i نسبت به گونه j ؛ W_{ii} و W_{jj} : عملکرد تک بوته‌های گونه‌های i و j در حالت کشت خالص؛ و W_{ji} و W_{ij} : عملکرد تک بوته‌های i و j در حالت مخلوط است.

برای کاربرد این شاخص در کشت‌های مخلوط به روش افزایشی از رابطه ۷ استفاده شد:

$$A_{ij} = (Y_{ij} / Y_{ii}) - (Y_{ji} / Y_{jj}) \quad (7)$$

در این رابطه، Y_{ii} و Y_{jj} : عملکرد گونه‌ها در واحد سطح در کشت خالص؛ و Y_{ij} و Y_{ji} : عملکرد گونه‌ها در واحد سطح در کشت مخلوط است.

جدول ۲. مقایسه میانگین عملکرد دانه رازیانه و شبلیله تحت نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و تک‌کشتی

عملکرد دانه رازیانه (kg/h)	عملکرد دانه شبلیله (kg/h)	تیمارهای آزمایشی
۱۳۸۹/۶۸ ^b	۶۱۸/۲۴ ^a	کشت خالص
۱۴۶۵/۳۶ ^a	۲۶۸/۸۸ ^f	افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۳۳٪ شبلیله)
۱۱۳۰/۹۹ ^d	۳۶۱/۳۸ ^e	افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۶۶٪ شبلیله)
۱۰۱۸/۶۷ ^{ef}	۳۷۷/۹۳ ^{de}	افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۱۰۰٪ شبلیله)
۹۶۷/۸۹ ^f	۴۲۶/۰۰ ^c	جایگزینی ۱:۱ (۵۰٪ رازیانه + ۵۰٪ شبلیله)
۶۶۰/۷۵ ^h	۱۰۵/۶۰ ^b	جایگزینی ۱:۲ (۳۳٪ رازیانه + ۶۷٪ شبلیله)
۱۰۸۴/۹۰ ^e	۲۵۸/۶۳ ^f	جایگزینی ۲:۱ (۶۷٪ رازیانه + ۳۳٪ شبلیله)
۸۴۳/۱۲ ^g	۴۱۶/۶۷ ^{dc}	جایگزینی ۲:۲ (۵۰٪ رازیانه + ۵۰٪ شبلیله)
۵۲۱/۴۷ ⁱ	۵۹۵/۵۰ ^a	جایگزینی ۱:۳ (۲۵٪ رازیانه + ۷۵٪ شبلیله)
۱۱۵۹/۴۹ ^c	۲۰۱/۶۷ ^g	جایگزینی ۳:۱ (۷۵٪ رازیانه + ۲۵٪ شبلیله)

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای تفاوت معناداری نیستند.

سیب زمینی، گل کلم، تربچه و شنبلیله نشان داده شد که رازیانه در ترکیب با شنبلیله بیشترین مقدار عملکرد را تولید کرد [۲۷]. اما بیشترین مقدار عملکرد رازیانه در کشت مخلوط رازیانه با گیاهان دیگر از کشت خالص آن حاصل شد [۳۴، ۱۹].

۲.۳. درصد و عملکرد اسانس دانه رازیانه

عملکرد اسانس رازیانه به طور معناداری ($P \leq 0.01$) تحت تأثیر نسبت های کاشت قرار گرفت و لیکن تأثیر نسبت های کاشت بر درصد اسانس رازیانه معنادار نبود. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد اسانس (۳۱/۳۱ کیلوگرم در هکتار) از سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله به دست آمد که نسبت به کشت خالص (۲۹/۷۱ کیلوگرم در هکتار) حدود ۵ درصد افزایش عملکرد اسانس نشان داد. کمترین آن نیز (۱۰/۷۷ کیلوگرم در هکتار) از سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) حاصل شد (جدول ۳).

عدم اختلاف معنادار بین نسبت های کاشت در مورد درصد اسانس با مطالعات سایر محققان نیز مطابقت دارد [۳۲، ۱۱]. 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. تغییرات در عملکرد اسانس مشابه تغییرات عملکرد دانه بوده است و سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله و کشت خالص به علت عملکرد دانه بیشتر دارای عملکرد اسانس بالاتری بودند. در کشت مخلوط نعناع و شمعدانی معطر بیان شد که در نسبت های مختلف کشت، عملکرد اسانس نعناع به دلیل کاهش عملکرد بیوماس در مقایسه با کشت خالص کاهش یافت [۳۲]. در کشت مخلوط همیشه بهار و لوبیا نیز عملکرد اسانس در کشت خالص افزایش یافت [۳۰]. اما در کشت مخلوط نعناع و سویا، عملکرد اسانس در مقایسه با کشت خالص بیشتر بود [۲۸].

در سری های افزایشی کشت مخلوط، شنبلیله به عنوان گیاه فرعی به تراکم مطلوب رازیانه اضافه شده و در نتیجه از فضا و شرایط مطلوب محیطی جهت رشد و نمو برخوردار نبوده و در نهایت با افت عملکرد نیز مواجه شده است، به طوری که نتایج آزمایش مبین کاهش تعداد ساقه های فرعی، شاخص سطح برگ و اکثر اجزای عملکرد شنبلیله در سری های افزایشی کشت مخلوط بود و بالطبع در چنین شرایطی عملکرد دانه نیز کاهش پیدا خواهد کرد. به دلیل بیشتر بودن تعداد بوته های شنبلیله در کشت خالص طبیعی به نظر می رسد که عملکرد در آن بیشتر از کشت مخلوط با رازیانه باشد. در تحقیقات بر روی کشت مخلوط زنیان و شنبلیله، عملکرد شنبلیله در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود [۱۱]. از طرف دیگر، افزایش نسبت هر یک از دو گیاه شنبلیله و رازیانه در کشت مخلوط، افزایش عملکرد آن محصول را به دنبال داشت، به طوری که در سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) گیاه شنبلیله عملکرد دانه بالاتری نسبت به شرایطی که نسبت آن در مخلوط پایین تر بود داشت. عدم تفاوت معنادار سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) با کشت خالص می تواند ناشی از مزیت این نسبت کشت نسبت به کشت خالص باشد که احتمالاً به دلیل ایجاد شرایط مطلوب محیطی از طرف رازیانه است. در بین ترکیب های مختلف کشت مخلوط چای ترش با گوار، نسبت یک به سه چای ترش به گوار از لحاظ عملکرد دانه گوار با کشت خالص قابل مقایسه است و اختلاف ویژه ای با آن نشان نداد [۱۳]. در مورد رازیانه با برتری عملکرد در سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله نسبت به کشت خالص می توان نتیجه گرفت که با مساعدت های صورت گرفته و احتمالاً منابع (نیترژن) ایجاد شده از طرف شنبلیله در این نسبت کاشت عملکرد افزایش یافته است. در بررسی کشت مخلوط رازیانه با

جدول ۳. مقایسه میانگین درصد و عملکرد اسانس دانه رازیانه تحت نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و تک‌کشتی

عملکرد اسانس (Kg/h)	اسانس دانه (%)	تیمارهای آزمایشی
۲۹/۷۱ ^a	۲/۱۳ ^a	کشت خالص رازیانه
۳۱/۳۱ ^a	۲/۱۳ ^a	افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۳۳٪ شنبلیله)
۲۶/۲۸ ^{abc}	۲/۳۳ ^a	افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۶۶٪ شنبلیله)
۲۳/۰۹ ^{bcd}	۲/۲۷ ^a	افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۱۰۰٪ شنبلیله)
۲۱/۹۹ ^{cd}	۲/۲۷ ^a	جایگزینی ۱:۱ (۵۰٪ رازیانه + ۵۰٪ شنبلیله)
۱۳/۲۳ ^{ef}	۲/۰۰ ^a	جایگزینی ۱:۲ (۳۳٪ رازیانه + ۶۷٪ شنبلیله)
۲۱/۷۱ ^{cd}	۲/۰۰ ^a	جایگزینی ۲:۱ (۶۷٪ رازیانه + ۳۳٪ شنبلیله)
۱۷/۹۶ ^{de}	۲/۱۳ ^a	جایگزینی ۲:۲ (۵۰٪ رازیانه + ۵۰٪ شنبلیله)
۱۰/۷۷ ^f	۲/۰۷ ^a	جایگزینی ۱:۳ (۲۵٪ رازیانه + ۷۵٪ شنبلیله)
۲۸/۶۸ ^{ab}	۲/۴۷ ^a	جایگزینی ۳:۱ (۷۵٪ رازیانه + ۲۵٪ شنبلیله)

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای تفاوت معناداری نیستند.

۳.۳. نسبت برابری زمین (LER)

کمترین نسبت برابری زمین (۰/۸۷) در نسبت کاشت سه ردیف زعفران و یک ردیف مرزنجوش حاصل شد [۲۶].

نسبت برابری زمین در تمام نسبت‌های کشت مخلوط بیشتر از یک بود و لیکن بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۴۹) مربوط به سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله و کمترین آن (۱/۱۶) مربوط به سری جایگزینی ۷۵ درصد رازیانه + ۲۵ درصد شنبلیله (۳:۱) بود که بیانگر این است که برای به دست آوردن عملکرد معادل این نسبت‌های کاشت در سیستم تک‌کشتی به ترتیب ۴۹ و ۱۶ درصد زمین بیشتر مورد نیاز است و نشان‌دهنده اثر مفید کشت مخلوط در افزایش بهره‌وری از منابع است. برتری عملکرد در کشت مخلوط ممکن است بر اثر تلفیقی از عوامل مختلف همچون استفاده بهتر از رطوبت خاک، نور و عناصر غذایی باشد، آنها وجود اختلاف در ساختار ریشه، توزیع کانوپی و احتیاجات غذایی گیاهان در کشت مخلوط را علت این کارآمدی تشخیص داده‌اند [۳۱]. با مطالعه کشت مخلوط زعفران و مرزنجوش نیز مشاهده شد که

۴.۳. افزایش یا کاهش عملکرد واقعی (AYL)

بیشترین میزان افزایش یا کاهش عملکرد واقعی (۰/۷۹) از سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) و کمترین آن (۰/۶۵-) از سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۱۰۰ درصد شنبلیله حاصل شد که به ترتیب نشان‌دهنده افزایش و کاهش عملکرد در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی است (جدول ۴). بنابراین، ارزش و علامت عملکرد واقعی رازیانه و شنبلیله به عنوان اجزای مخلوط در سری‌های افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۶۶ درصد شنبلیله و ۱۰۰ درصد رازیانه + ۱۰۰ درصد شنبلیله منفی بود که به کاهش مجموع عملکرد واقعی مخلوط منجر شده است و بیان‌کننده عدم سودمندی کشت مخلوط در این نسبت‌های کاشت برای تولید رازیانه و شنبلیله

گل خوشه‌ای + ۴۵ درصد جو حاصل شد [۱]. در تحقیق دیگری در مورد کشت مخلوط نخود و جو دوسر بالاترین شاخص افزایش یا کاهش عملکرد واقعی از ۲۰ درصد جودوسر + ۸۰ درصد نخود حاصل شد. بالا بودن افزایش یا کاهش عملکرد واقعی کل در مخلوط جودوسر و نخود نشان از بهره‌وری بالا و ثبات تولید دارد [۲۱].

است. در واقع در نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی مقادیر شاخص افزایش یا کاهش عملکرد واقعی در تراکم‌های پایین‌تر بیشتر و متناسب با افزایش تراکم افزایش یا کاهش عملکرد واقعی کمتر شد. در بررسی کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه‌ای، کمترین میزان شاخص افزایش یا کاهش عملکرد واقعی از سری افزایشی ۱۰۰ درصد ماشک

جدول ۴. مقادیر معیارهای ارزیابی سودمندی و شاخص‌های رقابت در نسبت‌های کشت مخلوط

غالبیت (چیرگی) (A)	ضریب نسبی تراکم (RCC)	مجموع ارزش نسبی (RVT)	سودمندی کشت مخلوط (IA)	کاهش یا افزایش عملکرد واقعی			نسبت برابری زمین (LER)	تیمار
				(AYL) کل	(AYL) شنبه‌لیله	(AYL) رازیانه		
۰/۶۳	۲/۴۳	۱/۱۱	۰/۱۱	۰/۳۷	۰/۳۲	۰/۰۵	۱/۴۹	افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۳۳٪ شنبلیله)
۰/۲۳	۱/۴۰	۰/۸۹	-۰/۱۷	-۰/۲۹	-۰/۱۱	-۰/۱۸	۱/۴۰	افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۶۶٪ شنبلیله)
۰/۱۲	۱/۲۱	۰/۸۱	-۰/۲۹	-۰/۶۵	-۰/۳۸	-۰/۲۷	۱/۳۴	افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۱۰۰٪ شنبلیله)
۰/۰۰۲	۱/۰۲	۰/۷۸	۰/۳۹	۰/۷۸	۰/۳۹	۰/۳۹	۱/۳۹	جایگزینی ۱:۱ (۵۰٪ رازیانه + ۵۰٪ شنبلیله)
-۰/۵۳	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۳۹	۰/۶۷	۰/۲۴	۰/۴۴	۱/۳۰	جایگزینی ۱:۲ (۳۳٪ رازیانه + ۶۷٪ شنبلیله)
۰/۲۷	۱/۸۷	۰/۸۳	۰/۱۹	۰/۴۳	۰/۲۷	۰/۱۶	۱/۲۰	جایگزینی ۲:۱ (۶۷٪ رازیانه + ۳۳٪ شنبلیله)
-۰/۰۷	۰/۹۰	۰/۶۹	۰/۲۴	۰/۵۶	۰/۳۵	۰/۲۱	۱/۲۸	جایگزینی ۲:۲ (۵۰٪ رازیانه + ۵۰٪ شنبلیله)
-۱/۱۹	۰/۳۹	۰/۵۰	۰/۴۵	۰/۷۹	۰/۲۹	۰/۵۰	۱/۳۴	جایگزینی ۱:۳ (۲۵٪ رازیانه + ۷۵٪ شنبلیله)
۰/۳۴	۲/۵۳	۰/۸۷	۰/۱۵	۰/۴۲	۰/۳۱	۰/۱۱	۱/۱۶	جایگزینی ۳:۱ (۷۵٪ رازیانه + ۲۵٪ شنبلیله)

۵.۳. شاخص سودمندی کشت مخلوط (IA)

با استفاده از این شاخص و با توجه به شاخص افزایش یا کاهش عملکرد واقعی هر جزء مخلوط و قیمت واحد هر محصول (رازیانه ۱۴۰۰۰۰ و شنبلیله ۴۰۰۰۰ ریال)، سودمندی کشت مخلوط در نسبت‌های کاشت محاسبه و در جدول ۴ نشان داده شده است. بیشترین میزان شاخص سودمندی کشت مخلوط (۰/۴۵) مربوط به سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) بود که این احتمالاً ناشی از استفاده بهتر از منابع موجود نظیر نور، آب و مواد غذایی در این نسبت کشت است. کمترین آن (۰/۲۹-) نیز متعلق به سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۱۰۰ درصد شنبلیله بود که احتمالاً ناشی از رقابت بیشتر این دو گیاه در این نسبت کاشت و اختلاف بالای قیمت این دو گیاه است. در نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی هر چه بر تراکم بوته در واحد سطح افزوده شد، شاخص سودمندی کشت مخلوط کاهش یافت. در بررسی کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه‌ای کمترین میزان شاخص سودمندی کشت مخلوط از سری افزایشی ۱۰۰ درصد ماشک گل خوشه‌ای + ۴۵ درصد جو به دست آمد [۱]. محققان در ارزیابی شاخص‌های کشت مخلوط پنبه با لوبیای چشم بلبلی و سورگوم بیان داشتند که مقادیر منفی شاخص سودمندی کل نشان دهنده عدم سودمندی کشت مخلوط بود. آنها علت مقادیر منفی این شاخص را به اختلاف بالای قیمت اجزای کشت مخلوط نسبت دادند [۱۲]. تفاوت در مقادیر شاخص سودمندی کشت مخلوط به غالبیت رازیانه و افزایش سهم آن در مخلوط، عوامل مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و نیازهای متفاوت غذایی دو گیاه مربوط است.

۶.۳. شاخص ارزش نسبی (RVT)

بیشترین میزان شاخص کل ارزش نسبی (۱/۱۱) و کمترین

آن (۰/۵۰) به ترتیب در سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله و سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) مشاهده شد (جدول ۴). در نسبت‌های کشتی که شاخص کل ارزش نسبی بزرگ‌تر از یک شده، کشت مخلوط بر تک کشتی و در نسبت‌هایی که مقدار شاخص کل ارزش نسبی کمتر از یک شده است، سیستم تک کشتی بر کشت مخلوط برتری داشته و ترجیح داده می‌شود. به نظر می‌رسد، سیستم کشت مخلوط سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله که در حدود ۱۱ درصد افزایش درآمد ناخالص را نسبت به کشت خالص دارا بود به دلیل مساعدت و منابع ایجادشده از طرف شنبلیله باعث این برتری شده است. مجموع ارزش نسبی کمتر از یک در سایر نسبت‌های کاشت نشان از عدم سودمندی اقتصادی این نسبت‌ها برای کشت مخلوط رازیانه و شنبلیله دارد که ممکن است ناشی از عملکرد و قیمت بیشتر رازیانه نسبت به شنبلیله و همچنین بالاتر بودن عملکرد رازیانه در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط باشد. در بررسی کشت مخلوط لوبیا و شبدر نسبت ۱۰۰ درصد لوبیا + ۴۰ درصد شبدر مناسب‌ترین تیمار برای تولید اقتصادی دانه لوبیا شناخته شد [۵]. در بررسی کشت مخلوط ذرت و بامیه نیز محققان شاخص ارزش نسبی کمتر از یک (۰/۹۹) به دست آوردند. بنابراین، کشاورزان در کشت مخلوط ذرت و بامیه ۹۹ درصد درآمد حاصل از تک کشتی ذرت و بامیه را به دست خواهند آورد [۱۴].

۷.۳. ضریب نسبی تراکم (RCC)

نتایج نشان داد که بیشترین ضریب نسبی تراکم (۲/۵۳) مربوط به سری جایگزینی ۷۵ درصد رازیانه + ۲۵ درصد شنبلیله (۳:۱) بود که با سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله اختلاف معنادار نداشت و کمترین آن (۰/۳۹) از سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد

منابع

۱. احمدی ا، دباغ محمدی نسب ع، زهتاب سلماسی س، امینی ر و جان محمدی ح (۱۳۸۹) ارزیابی عملکرد و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط جو و ماشک گل‌خوشه‌ای. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۸۷-۷۸: (۴)۲۰/۲
۲. امیدبگی ر (۱۳۸۸) تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد. ۴۳۸ ص.
۳. جمشیدی خ (۱۳۸۷) بررسی برخی صفات اکوفیزیولوژیک ذرت و لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران. تهران. رساله دکتری.
۴. جمشیدی خ، مظاهری د، مجنون حسینی ن، رحیمیان ح و پیغمبری ع (۱۳۸۷) ارزیابی عملکرد در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays*) و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata*). پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. (۸۰): ۱۱۰-۱۱۸.
۵. جوادی ه، راستگو م، جمشیدی خ و عظیمی مقدم م ر (۱۳۹۱) استفاده از گیاه پوششی شیدر برسیم (*Trifolium alexandrinum*) در کنترل علف‌های هرز لوبیا (*Phaseolus vulgaris*). بیستمین کنگره گیاهپزشکی ایران. ۴-۷ شهریور.
۶. جوانشیر ع، دباغ محمدی نسب ع، حمیدی ا و قلی‌پور م (۱۳۷۹) اکولوژی کشت مخلوط (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۷. صدیقی دهکردی ف، همت‌زاده ا و نظریور م (۱۳۹۰) بررسی مزیت کشت مخلوط رازیانه و زنیان در سطوح مختلف تاریخ کاشت و فاصله بین ردیف‌های کاشت. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۴-۱۷ شهریورماه: ۳.

شنبلیله (۱:۳) حاصل شد (جدول ۴). در واقع با افزایش تراکم یک گیاه در ترکیب مخلوط، آن گیاه غالب می‌شود و برعکس وقتی تراکم آن کاهش می‌یابد، مغلوب خواهد شد. هنگامی که ضریب نسبی تراکم یک گونه بیشتر از یک شود، آن گونه دارای عملکرد بیشتری است [۳۶].

۸.۳ شاخص غالبیت (چیرگی) A

این شاخص میزان غالبیت گونه A را نسبت به گونه B در کشت مخلوط نشان می‌دهد. اگر مقدار این شاخص برابر صفر باشد، نشان می‌دهد که بین دو گونه هیچ نوع رقابتی وجود ندارد، به عبارت دیگر، رقابت درون گونه‌ای با رقابت برون گونه‌ای برابر است. در حالت‌های دیگر علامت‌های مثبت و منفی به ترتیب نشان‌دهنده غالب و مغلوب بودن گونه‌هاست [۹]. بیشترین مقدار شاخص غالبیت (۰/۶۲) مربوط به سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله و کمترین آن (-۱/۱۹) از سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) حاصل شد (جدول ۴). از این رو در تمامی نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی، رازیانه گیاه غالب و شنبلیله گیاه مغلوب است. واضح است که تغییرات این شاخص مانند تغییرات ضریب نسبی تراکم است و در سری‌های جایگزینی ۳۳ درصد رازیانه + ۶۷ درصد شنبلیله (۱:۲)، ۵۰ درصد رازیانه + ۵۰ درصد شنبلیله (۲:۲) و ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) که شاخص غالبیت منفی است و در واقع شنبلیله بر رازیانه غالب شده است، عملکرد شنبلیله به علت تراکم بیشتر آن در این نسبت‌های کاشت افزایش بیشتری نسبت به رازیانه یافته است.

طبق نتایج این آزمایش و با در نظر گرفتن عملکرد و قیمت زیاد رازیانه نسبت به شنبلیله، کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله به دلیل بالا بودن عملکرد دانه، عملکرد اسانس، نسبت برابری زمین و سودمندی اقتصادی دارای اهمیت است.

- economics in chickpea + fennel intercropping system under scarce moisture condition. *Food Legumes*. 24(3): 211-214.
16. Banik P (1996) Evaluation of Wheat (*Triticum aestivum*) and legume. *Agronomy and crop science*. 176: 289-294.
17. Banik PA, Midya BK, Sarkar S and Ghose S (2006) Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. *European Journal Agronomy*. 24: 325-332.
18. Carrubba A, Torre R, Saiano F and Aiello P (2008) Sustainable production of fennel and dill by intercropping. *Agronomy for Sustainable Development*. 28: 247-256.
19. Carvalho LM, Oliveira IR, Almeida NA and Andrade KR (2010) The intercropping of fennel with beans and cowpeas in the agreste region of Brazil. *ISHS Acta Horticulturae*. (Abst.)
20. Damjanovic B, Lepojevic V and Tolic A (2005) Extraction of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds with supercritical CO₂: Comparison with hydrodistillation. *Food Chemistry*. 92: 143-149.
21. Dordas CA, Vlachostergios DN and Lithourgidis AS (2012) Growth dynamics and agronomic-economic benefits of pea-oat and pea-barley intercrops. *Crop and Pasture Science*. 63: 45-52.
22. Elijah M and Akunda W (2001) Improving food production by understanding the effect of intercropping and plant population on soybean nitrogen fixing attributes. *The Food Technology in African*. 6: 110-115.
23. Fernandez-Aparicio M, Sillero JC and Rubials D (2007) Intercropping with cereals reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. *Crop Protection*. 26: 1166-1172.
24. Khan M, Khan R, Wahab A and Rashid A (2005) Yield and yield components of wheat as influenced by intercropping of chickpea, lentil and rapeseed in different proportions. *Pakistan Scientific*. 42(3-4): 1-3.
۸. ظریف‌پور ن، ناصری‌پور یزدی م ت و نصیری محلاتی م (۱۳۸۹) اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز (*Cuminum cyminum*) و نخود زراعی (*Cicer arietinum*) بر جذب نیتروژن و خصوصیات کمی و کیفی دانه زیره سبز. همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان. ۲۷-۲۸ بهمن‌ماه.
۹. مظاهری د (۱۳۷۳) زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ ص.
۱۰. مظاهری د (۱۳۷۳) کشت مخلوط به عنوان یک راه افزایشی و پایداری محصول. مجموعه مقالات کلیدی سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تبریز. ۱۲-۱۷ شهریور.
۱۱. میرهاشمی س م کوچکی ع پارسا م و نصیری محلاتی م (۱۳۸۸) بررسی مزیت کشت مخلوط زنیان و شنبلیله در سطوح مختلف کود دامی و آرایش کاشت. پژوهش‌های زراعی ایران. ۷(۱): ۲۵۹-۲۶۹.
12. Aasim M, Umer EM and Karim A (2008) Yield and Competition Indices of Intercropping Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Using Different Planting Patterns. *Tarim Bilimleri Dergisi*. 14(4): 326-333.
13. Abdel-Kader M, El-Shamy HA, Meawad AA and Bishr GA (2012) Yield components and active ingredients of roselle and guar as influenced by intercropping system and nitrogen fertilization rate. *Zagazig Agricultural Research*. 39: 157-166.
14. Alabi RA and Esobhawan AO (2006) Relative Economic Value of Maize - Okra Intercrops in Rainforest Zone, Nigeria. *Central European Agriculture*. 7(3): 433-438.
15. Awasthi UD, Tripathi AK, Dubey SD and Kumar S (2011) Effect of row ratio and fertility levels on growth, productivity, competition and

25. Klindt Andersen M, Hauggaard-Nielsen H, Weiner J and Steen Jensen E (2007) Competitive dynamics in two- and three-component intercrops. *Applied Ecology*. 44: 545-551.
26. Koochecki A, Shabahang J, Khorramdel S and Azimi R (2010) The effect of irrigation intervals and intercropped marjoram (*Origanum vulgare* L.) with saffron (*Crocus sativus* L.) on possible cooling effect of corms for climate change adaptation. *Iranian Field Crops Research In Press*. (Abst.)
27. Kumar A, Singh R and Chhillar RK (2006) Nitrogen requirement of fennel (*Foeniculum vulgare*) based cropping systems. *Indian Agricultural Science*. 76(10): 599-602.
28. Maffei M and Mucciarelli M (2003) Essential oil yield in peppermint/soybean strip intercropping. *Field Crops Research*. 84(3): 229-240.
29. McGilchrist CA (1965) Analysis of competition experiments. *Biometrics*. 21: 659-671.
30. Najari Sadeghi M, Mirshekari B, Baser Kouchebagh S and Al SH (2013) Time of bean sowing time related to marigold in different intercropping systems could be increase their yields. *Life Science Journal*. 10(1): 151-155 (In Persian).
31. Pandiata AK, Saha MH and Bali AS (2000) Effect of row ratio in cereal-legume intercropping systems on productivity and competition function under Kashmir condition. *Indian Journal Agronomy*. 45: 48-53.
32. Rajeswara Rao BR (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.). *Industrial Crops and Products*. 16: 133-144.
33. Schultz BB, Phillips C, Rosset P and Vandermeer J (1982) An experiment in intercropping tomatoes and cucumbers in southern Michigan. USA. *Scientia Horticulturae*. 18: 1-8.
34. Tripathi SM and Dwivedi AK (2009) Remove from marked Records Economics of intercropping fennel with cauliflower. *Annals of Horticulture*. 2(1): 103-105.
35. Vandermeer J (1992) The ecology of intercropping. Great Britain at the university Press Cambridge. P. 222.
36. Willey RW (1979) Intercropping - Its importance and research needs. Parts I. *Field Crop Abstract*. 32: 1-10.
37. Yadav UC, Moorthy K and Baquer NZ (2004) Effects of sodium-orthovanadate and *Trigonella foenum-graecum* seed son hepatic and renal lipogenic enzymes and lipid profile during alloxan diabetes. *Journal of Bio Sciences*. 29: 81-91.