به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۶ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۳
صفحه‌های ۹۳۲-۹۲۱

# 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، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۹/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۹/۱۷

## چکیده

به‌منظور 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 مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ 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، ۱:۳ و ۳:۱)، کشت خالص رازیانه و کشت خالص شنبلیله بودند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانهٔ 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) به‌ترتیب 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) به‌ترتیب از سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) به‌دست آمد. محاسبهٔ 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.

* نویسنده مسئول Email:sakinehsadr@gmail.com

www.SID.ir

## ۱. مقدمه

برای افزایش تولید محصولات کشاورزی علاوه بر افـزایش سطح زیرکشت و بهبود عملکرد، راهکـاری ماننـد افـزایش میزان محصول در واحد سطح و زمان نیز شایان تأمل است [۱۰]. در همین راستا، یکی از مؤلفه‌هـای تشـکیل‌دهنـده و مؤثر در افزایش تولید پایدار، کشت مخلوط گیاهان زراعـی است. کشت مخلوط به‌عنوان نمونه‌ای از نظام‌های پایدار در کشاورزی اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره برداری بیشتر از منابع، افـزایش کمـی و کیفـی عملکـرد و کـاهش خسارت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز را دنبال می‌کند. کاهش وابستگی کشاورزان به آفت‌کش‌ها، به شـرط حفـظ کیفیت محصول و بازارپسندی آن، یکـی از اهـداف اصـلی کشت مخلوط در کشاورزی پایـدار اسـت [۲۳]. براسـاس نتایج تحقیقات، هنگامی‌که دو گونهٔ مختلف با ارتفاع بوتـه، پوشش گیاهی و الگوی رشد متفاوت به‌صورت همزمان در کشت مخلوط قرار گیرند، کمتـرین رقابـت را بـا یکـدیگر ایجاد می‌کنند و این موضوع سبب افزایش عملکـرد کشـت مخلوط در مقایسه با کشت خالص می‌شود [۲۵،۲۴].

امروزه عوارض جانبی و ناخواسـتهٔ مصـرف داروهـای شیمیایی، سبب توجه به اسـتفاده از گیاهـان دارویـی شـده است [۱۱]. رازیانه[1] از مهـم‌تـرین و قـدیمی‌تـرین گیاهـان دارویی و متعلق به خانوادهٔ چتریان است. از مواد مؤثرهٔ این گیـاه در داروسـازی بـرای مـداوای سـرفه، دل‌درد، نفـخ، سوءهاضـمه در کودکـان و تحریـک شـیردهی در مـادران شیرده استفاده می‌شود [۲۰، ۲].

شنبلیله[2] نیز گیاهی دارویی از خانوادهٔ Fabaceae اسـت که قادر به تثبیت زیستی نیتروژن است. این گیاه در درمـان بیماری‌هایی نظیر دیابت، یبوسـت، سوءهاضـمه و کـاهش کلسترول خون کاربرد دارد [۳۷].

استفاده از لگوم‌هـا در کشـت مخلـوط موجـب تثبیـت بیولوژیکی نیتروژن می‌شود، مصرف کود نیتروژنـه کـاهش می‌یابد و بر اثر آن از آلودگی محیط زیست نیـز جلـوگیری می‌شود [۲۲]. بنابراین کشت مخلوط لگـوم‌هـا بـا گیاهـان دیگر علاوه بر استفادهٔ بهینه از زمین، موجـب حاصـلخیزی خاک می‌شود. در این سیستم کاشت، نیتـروژن تثبیـت‌شـده به‌وسیلهٔ لگوم‌ها به گیاهان همـراه آنهـا منتقـل مـی‌شـود و می‌تواند به پایداری عملکرد در کشاورزی کم‌نهـاده کمـک کند [۱۷].

تحقیقات محدودی در مورد ارزیابی تولید و سودمندی کشت مخلوط گیاهـان دارویـی صـورت گرفتـه و در اکثـر موارد، نتایج حاکی از سودمندی کشت مخلوط بوده اسـت. از جمله در بررسی کشت مخلوط زیرهٔ سبز و نخود زراعی مشاهده شد که عملکرد دانهٔ زیرهٔ سـبز در کشـت مخلـوط نسبت به کشت خالص بیشتر شد [۸]. معیـاری کـه اغلـب برای ارزیابی در مؤثر بودن کشت مخلوط استفاده می‌شـود، نسبت برابری زمین[3] است. این معیـار نسـبت میـزان زمـین لازم برای تک‌کشـتی‌هـا را در مقایسـه بـا کشـت مخلـوط توصیف می‌کند و عبارت از نسبت سطح زمینی اسـت کـه لازم است با کشت گیاه به صورت تک کشـتی، عملکـردی مشابه یک هکتار کشت مخلوط به‌دست آید [۶].

در مطالعه‌ای در مورد کشت مخلـوط رازیانـه و شـوید عنوان شد معیار نسبت برابری زمین تنها در نسـبت کاشـت ۶۶ درصد رازیانه + ۳۳ درصـد شـوید بیشـتر از یـک بـود [۱۸]. در بررسی کشت مخلوط زنیان و شـنبلیله بیـان شـد نسبت برابری زمین بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط از نظر آماری اختلاف معناداری نداشـت. بـا ایـن حـال تمـام نسبت‌های کشت مخلوط زنیـان و شـنبلیله نسـبت برابـری زمین بزرگ‌تر از یک داشتند که نشان‌دهندهٔ برتـری کشـت

1. *Foeniculum vulgare Mill.*
2. *Trigonella foenum-graecum* L.
3. Land Equivalent Ratio (LER)



Archive of SID
www.SID.ir

مخلوط نسبت به تک‌کشتی در این نسبت‌های کشت است [۱۱]. در آزمایش کشت مخلوط رازیانه با نخود عنوان شد که عملکرد دانهٔ 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].

به‌طور کلی، هدف از پژوهش حاضر، اجرای طرح ارزیابی عملکرد کشت مخلوط رازیانه و شنبلیله 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 مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در کیلومتر پنج جادهٔ زنجان – تبریز (با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۷ دقیقهٔ طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقهٔ 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 بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی (۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد شنبلیله) و جایگزینی (۵۰ درصد رازیانه + ۵۰ درصد شنبلیله (۱:۱)، ۳۳ درصد رازیانه + ۶۷ درصد شنبلیله (۱:۲)، ۶۷ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله (۲:۱)، ۵۰ درصد رازیانه + ۵۰ درصد شنبلیله (۲:۲)، ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳)، ۷۵ درصد رازیانه + ۲۵ درصد شنبلیله (۳:۱) و ۱۰۰ درصد رازیانه و ۱۰۰ درصد شنبلیله بودند. بذور مورد استفاده در این آزمایش برای شنبلیله رقم 'اردستانی' و برای رازیانه از تودهٔ 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 شنبلیله ۴ سانتی متر بود. همچنین بسته به نسبت شنبلیله در کشت مخلوط افزایشی فاصلهٔ بوته‌ها روی ردیف به‌ترتیب برای نسبت‌های ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد فاصلهٔ چهار، شش و ۱۲ سانتی‌متر درنظر گرفته شد. دور آبیاری در دو هفتهٔ آغازی سه روزه و بعد از آن هفت روزه بود. وجین اولیه دو هفته بعد از کاشت در سرتاسر واحد آزمایشی و تا انتهای دورهٔ رشد انجام گرفت. برای تعیین عملکرد دانهٔ شنبلیله و رازیانه در مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیک نمونه‌برداری شدند. نحوهٔ 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 آون ۳۵ درجهٔ سانتی‌گراد، با ترازوی دقیق وزن دانه اندازه گیری شده و عملکرد دانه محاسبه گردید.

**جدول ۱. خصوصیات خاک محل آزمایش**

| مادهٔ آلی (٪) | هدایت الکتریکی (dS/m) | اسیدیته | آهک کل (٪) | رس (٪) | سیلت (٪) | شن (٪) | نیتروژن (٪) | 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 |



Archive of SID
www.SID.ir

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[1] (RVT)، کاهش یا افزایش عملکرد واقعی[2] (AYL) و سودمندی کشت مخلوط[3] (IA) و برای ارزیابی رقابت در کشت مخلوط از شاخص‌های ضریب ازدحام نسبی[4] (RCC) و غالبیت (چیرگی)[5] (A) استفاده شد.

برای محاسبهٔ نسبت برابری زمین از رابطهٔ ۱ استفاده شد:

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

در این رابطه، Yi مقدار محصول یک گونه (در واحد سطح) در کشت مخلوط و Yii حداکثر محصول همان گونه (در واحد سطح) در زراعت تک‌کشتی [۹] است.

افزایش یا کاهش عملکرد واقعی (AYL) نیز طبق رابطهٔ ۲ محاسبه شد [۱۶].

AYL = AYLa + AYLb (۲)

AYLa = [{(Yab/Zab)/(Yaa/Zaa)} - ۱]

AYLb = [{Yba/Zba)/(Ybb/Zbb)} - ۱]

در این رابطه، Zab: سهم گونهٔ a در کشت مخلوط؛ Yab: عملکرد گونهٔ a در مخلوط با b؛ Zba: سهم گونهٔ b در کشت مخلوط؛ Yba: عملکرد گونهٔ b در مخلوط با a؛ Yaa: عملکرد گونهٔ a در تک‌کشت؛ Ybb: عملکرد گونهٔ b در تک‌کشتی؛ Zaa: سهم گونهٔ a در تک‌کشتی؛ و Zbb سهم گونهٔ b در تک‌کشتی است.

شاخص سودمندی کشت مخلوط (IA) نیز با استفاده از رابطهٔ 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 محاسبهٔ شاخص کل ارزش نسبی (RVT) از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

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

در این رابطه، a: قیمت محصول اصلی و b: قیمت محصول ثانوی؛ $P_1$: تولید گونهٔ اصلی و $P_2$: تولید گونهٔ ثانوی در مخلوط؛ و $M_1$: عملکرد کشت خالص گونهٔ اول و $M_2$: عملکرد کشت خالص گونهٔ دوم است. هر کدام از $aM_1$ یا $bM_2$ بزرگ‌تر باشد در مخرج کسر قرار می‌گیرد [۳۳].

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

RCCij = (Yij/Yii)/(Yji/Yjj) (۵)

در این رابطه، Yii و Yjj: عملکردهای تک‌کشتی گونهٔ i و j، Yij: عملکرد گونهٔ i در مخلوط و Yji: عملکرد گونهٔ j در مخلوط است.

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

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



Archive of SID
www.SID.ir

برای محاسبهٔ شاخص غالبیت (چیرگی) (A) از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود [۲۹]:

$$Aij = [(Wij / Wii) - (Wji / Wjj)] / 2 \qquad (۶)$$

در این رابطه، Aij: غالبیت گونهٔ i نسبت به گونهٔ j؛ Wii و Wjj: عملکرد تک بوته‌های گونه‌های i و j در حالت کشت خالص؛ و Wij و Wji: عملکرد تک بوته‌های i و j در حالت مخلوط است.

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

$$A_{ij} = (Y_{ij} / Y_{ii}) - (Y_{ji} / Y_{jj}) \qquad (۷)$$

در این رابطه، Yii و Yjj: عملکرد گونه‌ها در واحد سطح در کشت خالص؛ و Yij و Yji: عملکرد گونه‌ها در واحد سطح در کشت مخلوط است.

## ۳. نتایج و بحث

### ۳.۱. عملکرد دانه

تأثیر نسبت کاشت بر عملکرد دانهٔ شنبلیله و رازیانه معنادار (P≤۰/۰۱) بود. در بین نسبت‌های مختلف کاشت بیشترین عملکرد دانهٔ شنبلیله (۶۱۸/۲۴ کیلوگرم در هکتار) از کشت خالص به دست آمد که تفاوت معناداری با سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) نداشت (جدول ۲). کمترین عملکرد دانه نیز (۲۰۱/۶۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به سری جایگزینی ۷۵ درصد رازیانه + ۲۵ درصد شنبلیله (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 شنبلیله به‌دست 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 دانهٔ پایین‌تری برخوردار بودند (جدول ۲).

**جدول ۲. مقایسهٔ میانگین عملکرد دانهٔ رازیانه و شنبلیله تحت نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و تک‌کشتی**

| تیمارهای آزمایشی | عملکرد دانهٔ شنبلیله (kg/h) | عملکرد دانهٔ رازیانه (kg/h) |
|---|---|---|
| کشت خالص | ۶۱۸/۲۴$^{a}$ | ۱۳۸۹/۶۸$^{b}$ |
| افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۳۳٪ شنبلیله) | ۲۶۸/۸۸$^{f}$ | ۱۴۶۵/۳۶$^{a}$ |
| افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۶۶٪ شنبلیله) | ۳۶۱/۳۸$^{e}$ | ۱۱۳۰/۹۹$^{d}$ |
| افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۱۰۰٪ شنبلیله) | ۳۷۷/۹۳$^{de}$ | ۱۰۱۸/۶۷$^{ef}$ |
| جایگزینی ۱:۱ (۵۰٪ رازیانه + ۵۰٪ شنبلیله) | ۴۲۶/۰۰$^{c}$ | ۹۶۷/۸۹$^{f}$ |
| جایگزینی ۱:۲ (۳۳٪ رازیانه + ۶۷٪ شنبلیله) | ۱۰`۵/۶۰$^{b}$ | ۶۶۰/۷۵$^{h}$ |
| جایگزینی ۲:۱ (۶۷٪ رازیانه + ۳۳٪ شنبلیله) | ۲۵۸/۶۳$^{f}$ | ۱۰۸۴/۹۰$^{e}$ |
| جایگزینی ۲:۲ (۵۰٪ رازیانه + ۵۰٪ شنبلیله) | ۴۱۶/۶۷$^{dc}$ | ۸۴۳/۱۲$^{g}$ |
| جایگزینی ۱:۳ (۲۵٪ رازیانه + ۷۵٪ شنبلیله) | ۵۹۵/۵۰$^{a}$ | ۵۲۱/۴۷$^{i}$ |
| جایگزینی ۳:۱ (۷۵٪ رازیانه + ۲۵٪ شنبلیله) | ۲۰۱/۶۷$^{g}$ | ۱۱۵۹/۴۹$^{c}$ |

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



Archive of SID
www.SID.ir

در سری‌های افزایشی کشت مخلوط، شنبلیله به‌عنوان گیاه فرعی به تراکم مطلوب رازیانه اضافه شده و درنتیجه از فضا و شرایط مطلوب محیطی جهت رشدونمو برخوردار نبوده و در نهایت با افت عملکرد نیز مواجه شده است، به‌طوری‌که نتایج آزمایش مبین کاهش تعداد ساقه های فرعی، شاخص سطح برگ و اکثر اجزای عملکرد شنبلیله در سری‌های افزایشی کشت مخلوط بود و بالطبع در چنین شرایطی عملکرد دانه نیز کاهش پیدا خواهد کرد. به دلیل بیشتر بودن تعداد بوته‌های شنبلیله در کشت خالص طبیعی به نظر می‌رسد 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، به‌طوری‌که در سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) گیاه شنبلیله عملکرد دانهٔ بالاتری نسبت به شرایطی که نسبت آن در مخلوط پایین‌تر بود داشت. عدم تفاوت معنادار سری جایگزینی ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد شنبلیله (۱:۳) با کشت خالص می‌تواند ناشی از مزیت این نسبت کشت نسبت به کشت خالص باشد که احتمالاً به‌دلیل 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 دانهٔ 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 می‌توان نتیجه گرفت که با مساعدت‌های صورت‌گرفته و احتمالاً منابع (نیتروژن) ایجادشده از طرف شنبلیله در این نسبت کاشت عملکرد افزایش یافته است. در بررسی کشت مخلوط رازیانه با سیب زمینی، گل‌کلم، 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 دانهٔ رازیانه

عملکرد اسانس رازیانه به‌طور معناداری ($P\leq ۰/۰۱$) تحت تأثیر نسبت‌های کاشت قرار گرفت و لیکن تأثیر نسبت‌های 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 به‌دست 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 نسبت‌های کاشت در مورد درصد اسانس با مطالعات سایر محققان نیز مطابقت دارد [۳۲،۱۱]. ازآنجا که عملکرد اسانس تابع درصد اسانس و عملکرد اقتصادی گیاه است، افزایش هر یک از این دو، سبب افزایش عملکرد اسانس گیاه می‌شود. 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 دانهٔ بیشتر دارای عملکرد اسانس بالاتری بودند. در کشت مخلوط نعناع و شمعدانی معطر بیان شد که در نسبت‌های مختلف کشت، عملکرد اسانس نعناع به‌دلیل کاهش عملکرد بیوماس در مقایسه با کشت خالص کاهش یافت [۳۲]. در کشت مخلوط همیشه‌بهار 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].



Archive of SID
www.SID.ir

**جدول ۳. مقایسهٔ میانگین درصد و عملکرد اسانس دانهٔ رازیانه تحت نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و تک‌کشتی**

| تیمارهای آزمایشی | اسانس دانه (٪) | عملکرد اسانس (Kg/h) |
|---|---|---|
| کشت خالص رازیانه | $^{a}$۲/۱۳ | ۲۹/۷۱$^{a}$ |
| افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۳۳٪ شنبلیله) | $^{a}$۲/۱۳ | ۳۱/۳۱$^{a}$ |
| افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۶۶٪ شنبلیله) | $^{a}$۲/۳۳ | ۲۶/۲۸$^{abc}$ |
| افزایشی (۱۰۰٪ رازیانه + ۱۰۰٪ شنبلیله) | $^{a}$۲/۲۷ | ۲۳/۰۹$^{bcd}$ |
| جایگزینی ۱:۱ (۵۰٪ رازیانه + ۵۰٪ شنبلیله) | $^{a}$۲/۲۷ | ۲۱/۹۹$^{cd}$ |
| جایگزینی ۱:۲ (۳۳٪ رازیانه + ۶۷٪ شنبلیله) | $^{a}$۲/۰۰ | ۱۳/۲۳$^{ef}$ |
| جایگزینی ۲:۱ (۶۷٪ رازیانه + ۳۳٪ شنبلیله) | a۲/۰۰ | ۲۱/۷۱$^{cd}$ |
| جایگزینی ۲:۲ (۵۰٪ رازیانه + ۵۰٪ شنبلیله) | a۲/۱۳ | ۱۷/۹۶$^{de}$ |
| جایگزینی ۱:۳ (۲۵٪ رازیانه + ۷۵٪ شنبلیله) | a۲/۰۷ | ۱۰/۷۷$^{f}$ |
| جایگزینی ۳:۱ (۷۵٪ رازیانه + ۲۵٪ شنبلیله) | a۲/۴۷ | ۲۸/۶۸$^{ab}$ |

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)

نسبت برابری زمین در تمام نسبت های 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 به‌دست آوردن عملکرد معادل این نسبت‌های کاشت در سیستم تک‌کشتی به ترتیب ۴۹ و ۱۶ درصد زمین بیشتر مورد نیاز است و نشان‌دهندهٔ اثر مفید کشت مخلوط در افزایش بهره‌وری از منابع است. برتری عملکرد در کشت مخلوط ممکن است بر اثر تلفیقی از عوامل مختلف همچون استفادهٔ 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 کارامدی تشخیص داده‌اند [۳۱]. با مطالعهٔ کشت مخلوط زعفران و مرزنجوش نیز مشاهده شد که کمترین نسبت برابری زمین (۰/۸۷) در نسبت کاشت سه ردیف زعفران و یک ردیف مرزنجوش حاصل شد [۲۶].

### 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 نشان‌دهندهٔ 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 بیان‌کنندهٔ عدم سودمندی کشت مخلوط در این نسبت های کاشت برای تولید رازیانه و شنبلیله



Archive of SID
www.SID.ir

است. در واقع در نسبت های کشت مخلوط افزایشی مقادیر شاخص افزایش یا کاهش عملکرد واقعی در تراکم های پایین تر 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 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].

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

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

Archive of SID



www.SID.ir

### 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 استفادهٔ 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 گل‌خوشه‌ای کمترین میزان شاخص سودمندی کشت مخلوط از سری افزایشی ۱۰۰ درصد ماشک گل‌خوشه‌ای + ۴۵ درصد جو به‌دست آمد [۱]. محققان در ارزیابی شاخص های کشت مخلوط پنبه با لوبیای چشم بلبلی و سورگوم بیان داشتند که مقادیر منفی شاخص سودمندی کل نشان دهندهٔ 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) به‌ترتیب 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 تک‌کشتی 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. به‌نظر 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 به‌دلیل مساعدت و منابع ایجادشده از طرف شنبلیله باعث این برتری شده است. مجموع ارزش نسبی کمتر از یک در سایر نسبت های کاشت نشان از عدم سودمندی اقتصادی این نسبت ها 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 مناسب ترین تیمار برای تولید اقتصادی دانهٔ لوبیا شناخته شد [۵]. در بررسی کشت مخلوط ذرت و بامیه نیز محققان شاخص ارزش نسبی کمتر از یک (۰/۹۹) به‌دست آوردند. بنابراین، کشاورزان در کشت مخلوط ذرت و بامیه ۹۹ درصد درآمد حاصل از تک‌کشتی ذرت و بامیه را به‌دست 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



Archive of SID
www.SID.ir

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. هنگامی‌که 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 گونهٔ A را نسبت به گونهٔ B در کشت مخلوط نشان می دهد. اگر مقدار این شاخص برابر صفر باشد، نشان می‌دهد که بین دو گونه هیچ نوع رقابتی وجود ندارد، به‌عبارت دیگر، رقابت درون گونه‌ای با رقابت برون‌گونه‌ای برابر است. در حالت‌های دیگر علامت‌های مثبت و منفی به ترتیب نشان‌دهندهٔ غالب و مغلوب بودن گونه هاست [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 این‌رو 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 سری های 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 به‌علت تراکم بیشتر آن در این نسبت‌های کاشت افزایش بیشتری نسبت به رازیانه یافته است.

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

## منابع


۱. احمدی ا، دباغ محمدی نسب ع، زهتاب سلماسی س، امینی ر و جان‌محمدی ح (۱۳۸۹) ارزیابی عملکرد و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط جو و ماشک گل‌خوشه‌ای. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۰/۲(۴): ۷۸-۸۷.

۲. امیدبیگی 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. دانشکدهٔ کشاورزی. دانشگاه تهران. تهران. رسالهٔ 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 عظیمی‌مقدم م ر (۱۳۹۱) استفاده از گیاه پوششی شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum*) در کنترل علف‌های هرز لوبیا (*Phaseolus vulgaris*). بیستمین کنگرهٔ 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 نظرپور م (۱۳۹۰) بررسی مزیت کشت مخلوط رازیانه و زنیان در سطوح مختلف تاریخ کاشت و فاصلهٔ بین ردیف‌های کاشت. هفتمین کنگرهٔ علوم باغبانی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۴-۱۷ شهریورماه: ۳.




Archive of SID
www.SID.ir

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 دانهٔ زیرهٔ 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 به‌عنوان یک راه افزایشی و پایداری محصول. مجموعه مقالات کلیدی سومین کنگرهٔ 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 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. Damjanivic B, Lepojevic V and Tolic A (2005) Extraction of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds with supercritical CO2: Comparison with hyrodistilation. 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 be *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.

Archive of SID



www.SID.ir

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 intecropped 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. McGilehrist 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 arrensis* 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 Michingan. USA. Scientia Horticulturea. 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.

Archive of SID



www.SID.ir