مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۸، شماره ۱، سال ۱۳۹۱

رقابت درون و برون گونه ای درکشت مخلوط ردیفی سورگوم و لوبیا به روش عکس عملکرد

Assessment of the Inter-and Intra- Specific Competition of Sorghum-Bean Intercropping Using Reciprocal Yield Approach

سیدعلیرضا بهشتی[۱] و بیژن سلطانیان[۲]

۱ - استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، مشهد (نگارنده مسئول)
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱/۲۴

چکیده

بهشتی، س. ع. و سلطانیان، ب. ۱۳۹۱. رقابت درون و برون گونه ای درکشت مخلوط ردیفی سورگوم و لوبیا به روش عکس عملکرد. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۸ (۱):** ۱۷ - ۱.

ارزیابی توانایی رقابتی محصولات زراعی در کشت‌های مخلوط بسیار مهم است. در این پژوهش به منظور بررسی اثر تراکم و نسبت‌های مختلف کشت مخلوط ردیفی سورگوم دانه‌ای (M5) و لوبیا چیتی (رقم تلاش) بر عملکرد تک بوته و مطالعه رقابت بین دو گیاه به روش عکس عملکرد تک بوته آزمایشی به صورت فاکتوریل درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۶ در ایستگاه طرق مشهد به اجرا در آمد. عوامل آزمایشی شامل ۵ نسبت کاشت (۶۷:۳۳، ۵۰:۵۰، ۳۳:۶۷، ۰:۱۰۰، ۱۰۰:۰ سورگوم به لوبیا) و۳ تراکم (کم ۱۹/۲ بوته لوبیا و۶/۳ بوته سورگوم در مترمربع، متوسط ۳۸/۴ بوته لوبیا و ۱۲/۸ بوته سورگوم در مترمربع و زیاد ۵۹/۱۷ بوته لوبیا و ۲۵/۶ بوته سورگوم در مترمربع) بودند. ارتباط بین تراکم و عملکرد تک بوته و مدل‌های رقابتی از طریق روش عکس عملکرد تک بوته برازش شد. نتایج مدل‌های رقابتی نشان داد رقابت درون گونه‌ای در سورگوم بزرگتر از رقابت بین‌گونه‌ای بود، ولی در لوبیا رقابت بین گونه‌ای بزرگتر از رقابت درون گونه‌ای بود. توانایی رقابت نسبی نشان داد که اثر یک بوته سورگوم بر عکس عملکرد دانه و بیولوژیک تک بوته خودش برابر با اثر ۴/۹۳ و ۴۶/۹۷ بوته لوبیا به ترتیب برای عکس عملکرد دانه و بیولوژیک تک بوته سورگوم بود. مقادیر عکس عملکرد دانه و بیولوژیک تک بوته لوبیا نشان داد که اثر یک بوته لوبیا به ترتیب معادل اثر ۰/۴۴ و ۱/۰۵ بوته سورگوم بر عکس عملکرد دانه و بیولوژیک تک بوته لوبیا بود. شاخص تفکیک نیچ و نسبت برابری زمین بزرگ‌تر از یک بدست آمد و بنابراین در این مطالعه سورگوم و لوبیا دو گونه سازگار درسیستم‌های کشت مخلوط ارزیابی شدند.

واژه‌های کلیدی: تفکیک آشیان، تراکم، نسبت کاشت، رقابت نسبی، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: arbeheshti81@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کشت مخلوط یکی از روش‌های بسیار قدیمی درتولید محصولات زراعی در سیستم‌های کشاورزی معیشتی می‌باشد که مزایای بسیاری را برای زارعین در پی دارد. افزایش عملکرد در واحد سطح (Beheshti and Koochaki, 1997)، افزایش تنوع زیستی و ثبات بیولوژیکی (Francis, 1989)، بهره‌برداری بهتر ازعوامل رشد (Wilson *et al*., 1995) و همچنین تسهیل درکنترل آفات و بیماری‌های گیاهی (Misbahulmunir *et al*., 1989; Michra *et al*., 2001) و علف‌های هرز (Sauke and Ackermann, 2006; Pandey *et al*., 2003) وکاهش ریسک تولیدات کشاورزی(Rao and Willy, 1980) از جمله فوائدکشت مخلوط می‌باشند. از مزایایی که این سیستم کشت برای کشاورزان ایجاد می‌کند توجه به ویژگی‌های اکولوژیک رقابت ایجاد شده می‌باشد، به ویژه درسیستم‌های مخلوط ردیفی این امر را ضروری می‌سازد (Vandermer, 1989). بنابراین عوامل موثردر رقابت به گونه‌ای بایدکنترل و مدیریت شوندکه سبب تداخل بیش از حد درآشیان اکولوژیک گونه‌های مجاور نشده و مانع از ورود دو گیاه در رقابت شدید برای جذب عوامل رشدی همچون نور،آب ومواد غذایی شوند (Raddy *et al*., 1992) (Radosevich, 1988; Francis, 1989 از طرفی ارزیابی صحیح اثرات متقابل رقابتی بین گونه‌های گیاهی درکشت‌های مخلوط نیازمند طرح‌های مناسب مزرعه‌ای و روشهای مطلوب تجزیه وتحلیل داده‌ها می‌باشد (Beheshti *et al*., 2010; Rejmanek *et* al., 1989 (Beheshti and Koochaki, 1995. روشهای مربوط به طراحی وتجزیه وتحلیل نتایج آزمایشات کشت مخلوط بسته به توانایی آنها در مشخص کردن اثر تراکم و قابلیت تفکیک رقابت درون و برون گونه‌ای متغیر و متفاوت هستند. انتخاب روش صحیح در ارزیابی این عوامل کلیدی در کشت مخلوط اهمیت شایان توجه‌ای داشته و استفاده از روشی غیراصولی می‌تواند نتایج حاصل از این آزمایش‌ها را نامعتبر نماید (Rejmanek, *et al*.,1989; Beheshti and Koochaki,1997; Spitters and Kropff,1989) یکی از مدل‌های معتبر جهت برآورد میزان رقابت دوگونه در کشت مخلوط روش عکس عملکرد تک بوته می‌باشد (Spitters and Kropff, 1989). مدل عکس عملکرد تک بوته بر مبنای رابطه هذلولی مستطیلی عملکرد- تراکم استوار است که در آن از روش رگرسیون خطی استفاده می‌شود و می‌توان واکنش عملکرد تک بوته (W) را نسبت به تراکم (N) براساس معادله (۱) به صورت زیرنوشت.

معادله (۱) $W=N/(a+ban)$

بنابراین عکس عملکرد تک برابر معادله (۲) می‌شود:

Archive of SID

www.SID.ir

معادله (۲) $1/w= a+ban$

در این معادله a نشان‌دهنده عکس حداکثر عملکرد تک بوته در شرایط عاری از رقابت و b ضریب رقابت درون گونه‌ای است. این معادلات برای رقابت دو گونه در کشت‌های مخلوط و نیز رقابت علفهای هرز و گیاهان زراعی توسعه و بسط یافته‌اند (Spitters, 1983).

$1/w = a_{10}+b_{11}.n_1+b_{12}. n_2$

$1/w = a_{20}+b_{22}.n_2+b_{21} .n_1$

در این معادله :

$1/w_1$ و $1/w_2$ به ترتیب عکس عملکرد تک‌بوته گونه اول و دوم،

n_1 و n_2 به ترتیب تراکم هریک از گونه‌های اول و دوم،

a_{10} و a_{20} به ترتیب عکس حداکثر عملکرد تک بوته گونه اول و دوم در شرایط عاری از رقابت،

b_{11} و b_{22} رقابت درون گونه‌ای،

b_{12} و b_{21} رقابت برون گونه‌ای را نشان می‌دهند.

می‌توان از روش عکس عملکرد تک بوته استفاده نموده و با کاربرد ضرائب بدست آمده برای رقابت درون گونه‌ای و برون گونه‌ای، ضریب ازدحام نسبی گونه‌های مخلوط (Relative Crowding Coefficient = RCC) را محاسبه کرد (Rimmington, 1984) ،که این ضریب قدرت رقابتی یک گونه را نسبت به گونه دیگر نشان می‌دهد. همچنین می‌توان شاخص تفکیک آشیان (Nich Differentiation Index= NDI) را از حاصل ضرب توانایی ازدحام نسبی گونه‌ها در مخلوط بدست آورد (Rimmington, 1984; Spitters, 1983). چنانچه این ضریب بیشتر از یک باشد بین گونه‌ها برای کسب منابع محیطی رقابتی نبوده و تفکیک آشیان صورت پذیرفته و عملکرد مخلوط برکشت خالص برتری دارد و چنانچه این ضریب برابر یک باشد نشان‌دهنده برابر بودن رقابت درون و برون گونه‌ای است و اگر کوچکتر از یک باشد نشانه تداخل در آشیان دو گیاه و ایجاد رقابت بین گونه‌ای بین دو گیاه می‌باشد وکشت آنها در قالب یک سیستم کشت مخلوط قابل توصیه نمی‌باشد.

هدف از اجرای این پژوهش، ارزیابی رقابت درون و برون گونه‌ای دو گونه سورگوم دانه‌ای و لوبیا چیتی، تعیین شاخص‌های رقابتی و تخمین میزان تداخل این دوگونه و تخصیص آشیان اکولوژیک به هر یک از گونه‌ها به روش عکس عملکرد تک بوته درکشت مخلوط این دو گونه بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش دربهار سال۱۳۸۶ درمزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق واقع در ۶ کیلو متری جنوب شرقی مشهد در عرض جغرافیایی ´۱۶ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ´۳۸ °۵۹ شرقی با ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا انجام شد. بافت خاک سیلتی لوم و زمین در

www.SID.ir

سال قبل از اجرای آزمایش،آیش بود. براساس نتایج آزمون خاک، در هنگام آماده‌سازی زمین ۳۵۰ کیلوگرم درهکتار فسفات آمونیم و ۱۵۰کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار مصرف شد. ۱۵۰کیلوگرم کود اوره به صورت نواری در مرحله ۶ برگی سورگوم پس از تنک و وجین علف‌های هرز و مرحله ظهور برگ پرچمی برای سورگوم استفاده شد .این طرح براساس روش سری جایگزینی بصورت آزمایش فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در۳ تکرار به اجرا درآمد . فاکتورهای مورد بررسی عبارت بودند از تراکم در۳ سطح شامل:

d_1 = تراکم کم (۱۹/۲ بوته لوبیا و۶/۳ بوته سورگوم در مترمربع)

d_2 = تراکم بهینه (۳۸/۴ بوته لوبیا و ۱۲/۸ بوته سورگوم در مترمربع)

d_3 = تراکم بالا (۵۹/۱۷ بوته لوبیا و۲۵/۶ بوته سورگوم در مترمربع)

و نسبت های کاشت شامل :

p_1 = نسبت۱ به ۲ سورگوم به لوبیا (۶۷ :۳۳)

p_2 = نسبت۱ به ۱ سورگوم به لوبیا (۵۰ :۵۰)

p_3 = نسبت۲ به ۱ سورگوم به لوبیا (۳۳ :۶۷)

p_4 و p_5 = به ترتیب کشت خالص سورگوم و لوبیا بود.

فاصله خطوط کاشت ثابت (۶۵ سانتی‌متر) و هرکرت شامل ۵ ردیف ۶ متری به مساحت ۲۳/۴ مترمربع بود. براساس روش سری جایگزینی، نسبت کاشت از طریق رعایت تعداد خطوط کاشت برای هر گونه با اعمال تراکم لازم در هر تیمار بدست آمد. در نسبت ۶۷ :۳۳ سورگوم به لوبیا تعداد خطوط کاشت سورگوم یک و تعداد خطوط کاشت لوبیا ۲ ردیف اعمال شد و خطوط مجاور هر گونه از گونه دیگر منظور شد تا طرحی کلی از شمای این نسبت در سطح کلان کانوپی در مزرعه بدست آید. این روش برای سایر نسبت‌ها نیز به کار گرفته شد. فاصله بین تکرارها، نیز۳ متر درنظرگرفته شد. در این آزمایش از رقم لوبیا چیتی تلاش و لاین اُمیدبخش سورگوم دانه‌ای M5 استفاده شد. آبیاری به صورت نشتی و با سیفون انجام شد. جهت محاسبه عملکرد نهایی، پس ازحذف دو خط حاشیه و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هرکرت برداشت انجام و عملکرد دانه برای سورگوم و لوبیا براساس رطوبت ۱۲٪ تصحیح شد. برای اندازه‌گیری و محاسبه اجزاء عملکرد تعداد ۵ بوته از هر گونه در هرکرت به صورت تصادفی انتخاب و این اجزا تعیین شد و با استفاده از تجزیه رگرسیون، روش عکس عملکرد تک بوته (Spitters, 1983)، اثر تراکم دو گونه برعملکرد تک بوته و محاسبه رقابت درون وبرون گونه‌ای دو گونه مورد بررسی قرار گرفت. شاخص تفکیک نیچ (NDI) نیز از حاصل ضرب، ضریب ازدحام نسبی دو گونه محاسبه شد (Beheshti and Koocheki, 1997; Spitters, 1983; Rimmington, 1984). نسبت برابری زمین، ارزش ریالی و ضریب غالبیت نیز براساس داده‌های بدست آمده از

www.SID.ir

کشت خالص و مخلوط توسط فرمول‌های ذیل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (Francis, 1989; Mazaheri, 1995).

$$LER = \sum_{n=1}^{m} Yi / Yii$$

LER = نسبت برابری زمین،

Yi= عملکرد گونه‌ها در کشت مخلوط در واحد سطح،

Yii= عملکرد هر گونه در کشت خالص در واحد سطح.

$$Aab = \frac{\text{عملکرد مشاهده شده گونه اول در مخلوط}}{\text{عملکرد پیش‌بینی شده گونه اول در مخلوط}} - \frac{\text{عملکرد مشاهده شده گونه دوم در مخلوط}}{\text{عملکرد پیش‌بینی شده گونه دوم در مخلوط}}$$

Aab= ضریب غالبیت (Aggressivity coefficient) ، a و b به ترتیب گونه اول و دوم هستند.

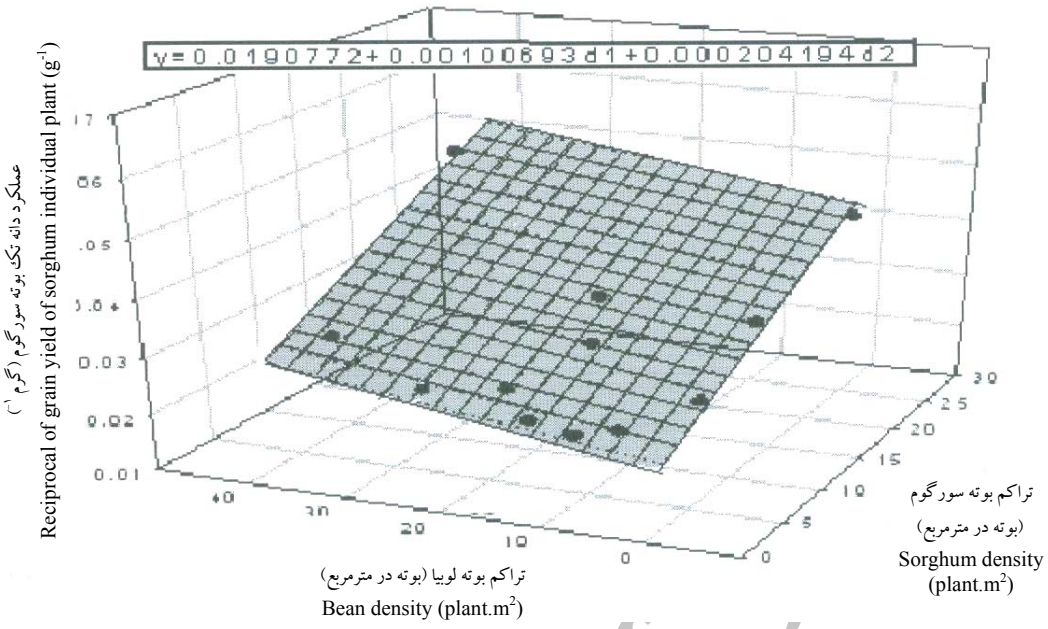
برای محاسبه ارزش ریالی هریک از گونه‌ها، قیمت فروش به ازای هر کیلوگرم از هر یک از دو گونه در عملکرد حاصل از یک هکتار ضرب شد وسپس برای هر تیمار این دو مقدار با یکدیگر جمع شد. با توجه به نرخ بازار قیمت هر کیلوگرم لوبیا چیتی معادل ۱۵۰۰۰ ریال و قیمت هر کیلوگرم سورگوم دانه‌ای معادل ۳۰۰۰ ریال در نظرگرفته شد. از نرم‌افزار Sigma plot ver. 7 برای تجزیه و تحلیل‌های رگرسیونی استفاده شد.

نتایج و بحث

برآورد عکس عملکرد دانه تک بوته سورگوم در کشت مخلوط با لوبیا در شکل ۱ ارائه شده است. با افزایش تراکم سورگوم دریک تراکم ثابت لوبیا، عکس عملکرد تک بوته سورگوم افزایش یافت و بنابراین میزان عملکرد سورگوم کاهش یافت. این امر گویای تاثیر بیشتر رقابت درون گونه‌ای سورگوم است. با افزایش تراکم، بهره‌برداری از منابع و شرایط محیطی کاهش یافته و آشیان اکولوژیک این گونه باریکتر شد. به طور مشابه با افزایش تراکم لوبیا عکس عملکرد دانه سورگوم افزایش و بنابراین با افزایش تراکم لوبیا عملکرد تک بوته سورگوم کاهش یافت (شکل ۱)،که گویای افزایش رقابت برون گونه‌ای سورگوم با لوبیا همراه با افزایش تراکم آن می‌باشد. با افزایش تراکم سورگوم شیب نمودار به سمت سورگوم بسیار بیشتر از شیب در جهت افزایش تراکم لوبیا بود که موید افزایش رقابت درون گونه‌ای سورگوم نسبت به رقابت برون گونه‌ای در مخلوط با لوبیا می‌باشد. ضریب رقابت درون و برون گونه‌ای نیز حاکی است که رقابت درون گونه‌ای در معادله عکس عملکرد سورگوم معنی‌دار ($P<0.01$) بود، در حالی که ضریب رقابت برون گونه‌ای در این معادله برای تک بوته سورگوم معنی‌دار نبود (جدول ۱). با توجه به معادله حاصل وضرائب رقابت درون گونه‌ای و رقابت برون گونه‌ای، ضریب ازدحام نسبی

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ – سطح برازش شده عکس عملکرد دانه تک بوته سورگوم در کشت مخلوط با لوبیا
Fig. 1. Response surface of reciprocal grain yield of sorghum individual plant in intercropping with bean

برای عملکرد دانه تک بوته سورگوم برابر۴/۹۳ بدست آمد. این ضریب عددی بیش از یک را نشان می‌دهد ($RCC_1>1$) که نشانگر بالاتر بودن رقابت درون گونه‌ای گیاه سورگوم نسبت به رقابت برون گونه‌ای آن با گیاه لوبیا می‌باشد (جدول ۱). این مقدار حاکی است که هر ۴/۹۳ بوته لوبیا اثری معادل یک بوته سورگوم بر عکس عملکرد دانه تک بوته سورگوم داشت (جدول ۲).

در مجموع با افزایش تراکم هر دوگونه، عکس عملکرد دانه تک بوته سورگوم افزایش و در نتیجه عملکرد دانه تک بوته آن کاهش یافت که نتیجه رقابت بیشتر بین این دو گونه بود. در آزمایشی به روش عکس عملکرد تک بوته در بررسی اثر رقابتی کشت مخلوط ذرت و سویا، رقابت درون گونه‌ای در ذرت بیشتر از رقابت برون گونه‌ای آن با سویا بود، در صورتی که رقابت برون گونه‌ای سویا با ذرت بیشتر از رقابت درون گونه‌ای سویا بدست آمد (Pirzad *et al*., 2002).

برآورد عکس عملکرد تک بوته لوبیا در کشت مخلوط با سورگوم در شکل ۲ ارائه شده است. چنانکه ملاحظه می‌شود با افزایش تراکم لوبیا در یک تراکم ثابت سورگوم، عکس عملکرد آن افزایش یافت و در نتیجه عملکرد دانه تک بوته لوبیا کاهش نشان داد. در وجه دیگر با افزایش تراکم سورگوم عکس عملکرد دانه لوبیا افزایش و عملکرد تک بوته لوبیا

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- برآورد عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تک بوته لوبیا با استفاده از مدل خطی عکس عملکرد

Table 1. Estimation of grain and biological yield per plant for bean using reciprocal yield approach

Response variable W^{-1} g^{-1}	متغیر پاسخ	عکس حداکثر وزن تک بوته در شرایط عاری از رقابت Reciprocal of maximum individual plant yield in no competition a_{10} g^{-1}	کمیت رقابت درون گونه‌ای b_{11} Intra specific competition $m^2/n.g$	کمیت رقابت برون گونه‌ای b_{12} Inter specific competition $m^2/n.g$	حداکثر وزن تک بوته در شرایط عاری ازرقابت a_{10}^{-1} Maximum individual plant yield in no competition g^{-1}	حداکثر وزن تک بوته مشاهده شده Observed maximum individual plant yield ($g.\ pl^{-1}$)	ضریب ازدحام نسبی Relative crowding coefficent b_{11}/b_{12}	ضریب تبیین (R^2) Coefficient of determination (R^2)
Reciprocal grain yield of individual bean plant	عکس عملکرد دانه تک بوته لوبیا	0.0699^{**}	0.0006^{*}	0.0013^{ns}	14.2897	18.760	0.4440	0.6660
Reciprocal biological yield of individual bean plant	عکس عملکرد بیولوژیک تک بوته لوبیا	27.7618^{**}	-0.2526^{**}	-0.2384^{ns}	0.0360	44.000	1.0597	0.8350

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

ns: Not significant

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: غیرمعنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- برآورد عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تک بوته سورگوم با استفاده از مدل خطی عکس عملکرد

Table 2. Estimation of grain and biological yield per plant for sorghum using reciprocal yield approach

Response variable $W^{-1}g^{-1}$	متغیر پاسخ	عکس حداکثر وزن تک بوته در شرایط عاری از رقابت Reciprocal of maximum individual plant yield in no competition $a_{10}\,g^{-1}$	کمیت رقابت درون گونه‌ای b_{11} Intra specific competition $m^2/n.g$	کمیت رقابت برون گونه‌ای b_{12} Inter specific competition $m^2/n.g$	حداکثر وزن تک بوته در شرایط عاری ازرقابت a_{10}^{-1} Maximum individual plant yield in no competition g^{-1}	حداکثر وزن تک بوته مشاهده شده Observed maximum individual plant yield ($g.\,pl^{-1}$)	ضریب ازدحام نسبی Relative crowding coefficent b_{22}/b_{21}	ضریب تبیین (R^2) Coefficient of determination (R^2)
Reciprocal grain yield of individual sorghum plant	عکس عملکرد دانه تک بوته سورگوم	0.0191^{**}	0.0010^{*}	0.0002^{ns}	52.4185	52.240	4.9312	0.6790
Reciprocal biological yield of individual sorghum plant	عکس عملکرد بیولوژیک تک بوته سورگوم	188.3270^{**}	-2.9780^{**}	-0.6341^{ns}	0.0053	183.750	46.9668	0.7300

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

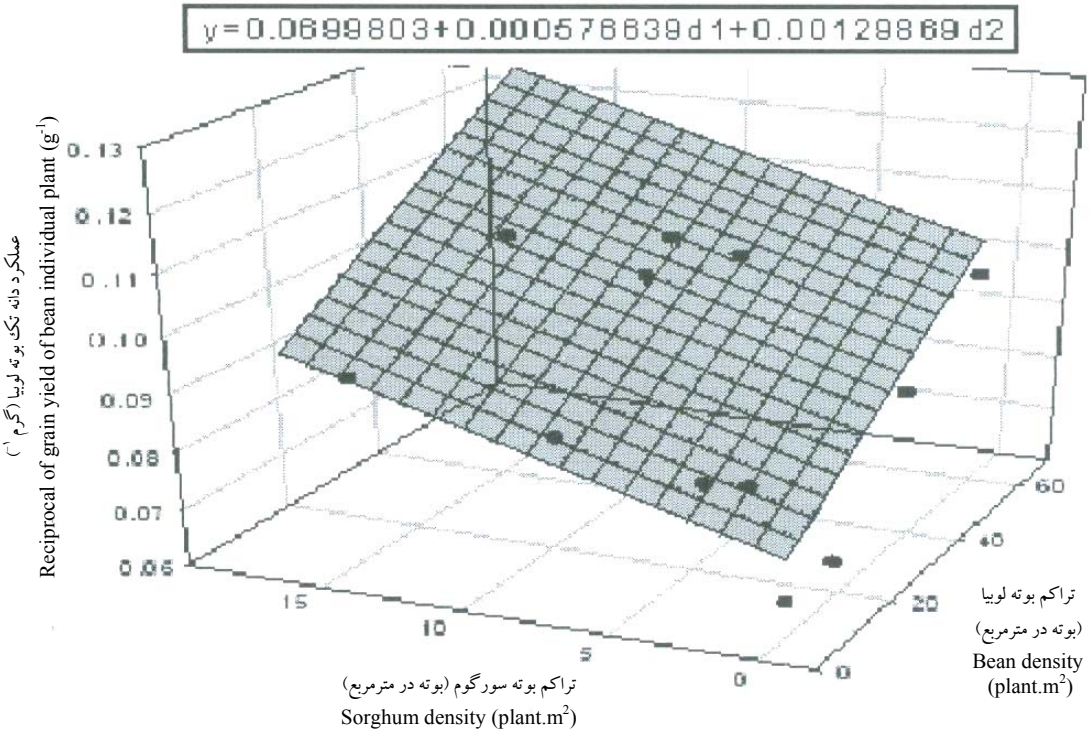
ns: Not significant

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: غیرمعنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- سطح برازش شده عکس عملکرد دانه تک بوته لوبیا در کشت مخلوط با سورگوم
Fig. 2. Response surface of reciprocal grain yield of bean individual plant in intercropping with sorghum

کاهش یافت با این وجود شیب نمودار در جهت افزایش تراکم سورگوم است، یعنی رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌های لوبیا کمتر از رقابت برون گونه‌ای آن با بوته‌های سورگوم بود. ضریب رقابت درون و برون گونه‌ای حاصل از معادله عکس عملکرد دانه تک بوته لوبیا نیز حاکی است ضریب ازدحام نسبی (b_{22}/b_{21}) کوچکتر از یک می‌باشد (شکل ۲). ضریب رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای برای عکس عملکرد تک بوته لوبیا نیز حاکی است که ضریب رقابت درون گونه‌ای معنی‌دار بود در حالیکه ضریب رقابت بین گونه‌ای معنی‌دار نبود (جدول ۱). ضریب ازدحام نسبی ۰/۴۴ نشان داد که ۰/۴۴ بوته سورگوم اثری معادل یک بوته لوبیا بر عکس عملکرد لوبیا داشت. در این آزمایش بیشترین عملکرد دانه تک بوته لوبیا در تراکم کم بدست آمد و با افزایش تراکم از ۱۹/۲ بوته لوبیا به ۵۹/۱۷ بوته لوبیا در مترمربع، عملکرد دانه تک بوته در هر دو گیاه روند نزولی به خودگرفت و در تیمار d_3 (تراکم بالاتر از حد مطلوب) به کمترین میزان خود رسید، که نشان‌دهنده تاثیر منفی رقابت بر روی عملکرد تک بوته‌های هر دو گونه بود.

با در اختیار داشتن ضریب ازدحام نسبی برای

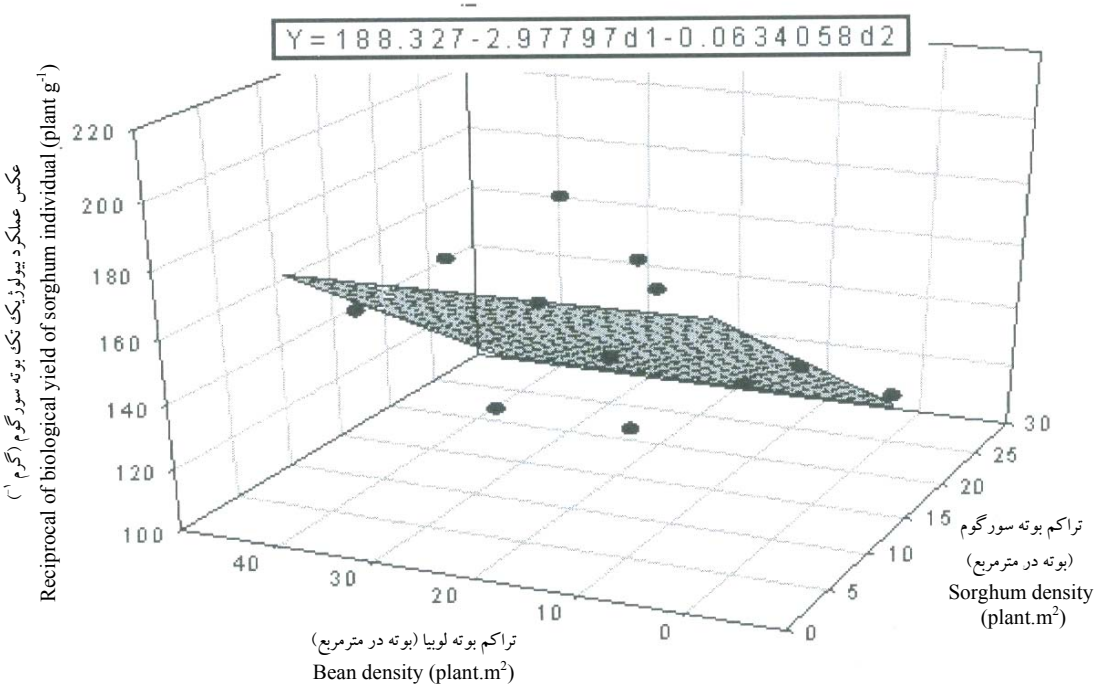
www.SID.ir

این دو گونه در کشت مخلوط میزان شاخص تفکیک آشیان رقمی بالاتر از یک را نشان داد. بنابراین تفکیک آشیان اکولوژیک صورت پذیرفته و رقابت بین گیاهان در مخلوط در حداقل بوده و برای کسب منابع و شرایط محیطی رقابت شدید نبود که نشانه افزایش کارایی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص این گونه‌ها بود.

$$NDI = (RCC1) \times (RCC2)$$

$$NDI = (4.931) \times (0.444) = 2.189$$

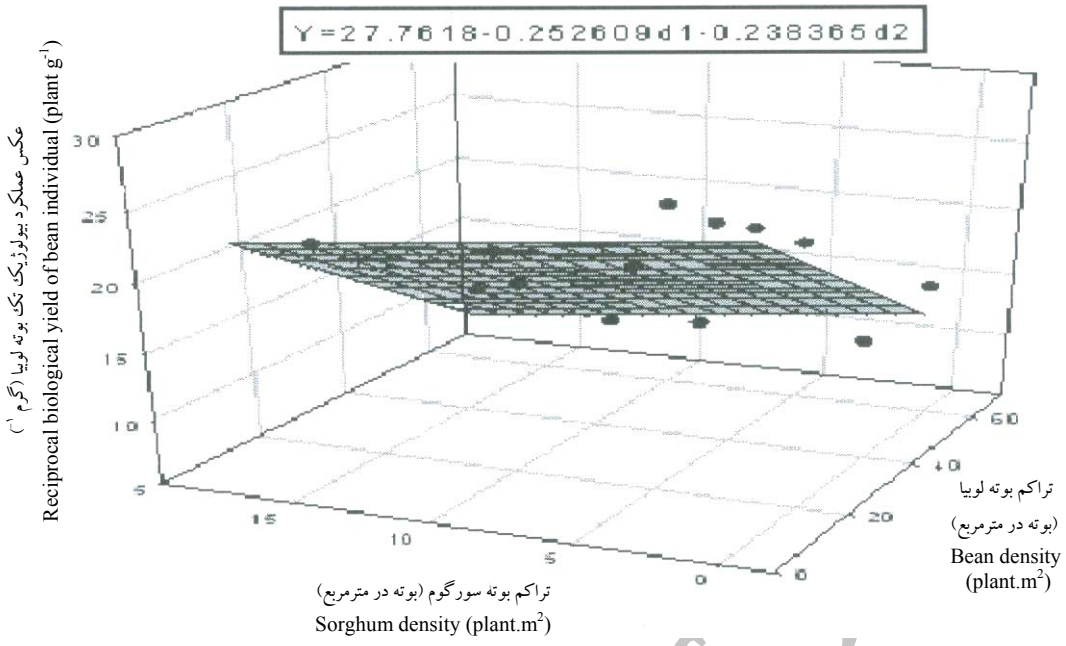
مدل عکس عملکرد بیولوژیک تک بوته سورگوم نشان داد با افزایش تراکم سورگوم عکس عملکرد بیولوژیک آن کاهش یافت. به عبارتی دیگر با افزایش تراکم سورگوم عملکرد بیولوژیک تک بوته آن افزایش یافت، در حالیکه با افزایش تراکم لوبیا عکس عملکرد بیولوژیک سورگوم نیز افزایش یافت و درنتیجه عملکرد بیولوژیک سورگوم با افزایش تراکم لوبیا کاهش نشان داد (شکل ۳). ضرایب رقابت درون و برون گونه‌ای در ارتباط با عملکرد بیولوژیک سورگوم در جدول ۲ ارائه شده است. مدل عکس عملکرد تک بوته برای عملکرد بیولوژیک در لوبیا در شکل ۴ نشان داده شده است. چنانکه مشاهده می‌شود با



شکل ۳- سطح برازش شده عکس عملکرد بیولوژیک تک بوته سورگوم در کشت مخلوط با لوبیا

Fig. 3. Response surface of reciprocal biological yield of sorghum individual plant in intercropping with bean

www.SID.ir



شکل ۴- سطح برازش شده عکس عملکرد بیولوژیک تک بوته لوبیا در کشت مخلوط با سورگوم
Fig.4. Response surface of reciprocal biological yield of bean individual plant in intercropping with sorghum

افزایش تراکم لوبیا عکس عملکرد بیولوژیک تک بوته کاهش یافت، همچنین با افزایش تراکم لوبیا در یک تراکم ثابت سورگوم، عملکرد بیولوژیک تک بوته لوبیا افزایش نشان داد. به طور مشابه با افزایش تراکم سورگوم، عکس عملکرد بیولوژیک تک بوته لوبیا کاهش یافت و در نتیجه افزایش تراکم سورگوم سبب افزایش عملکرد لوبیا شد. شاخص تفکیک آشیان براساس ضرایب بدست آمده از معادلات مذکور وضرایب ازدحام نسبی برای وزن ماده خشک تک بوته هر یک از دو گونه نشان داد که این شاخص نیز بزرگ‌تر از یک بود.

NDI = (46.966)×(1.0597)= 49.7731

بنابراین تفکیک آشیان اکولوژیک برای هر دوگونه حاصل شد و هر دو گونه به نحو مطلوبی از امکانات و شرایط و منابع محیطی استفاده نمودند و کشت مخلوط دوگونه از نظر عملکرد بیولوژیک بر کشت خالص هر یک از دوگونه برتری داشت. در یک نتیجه‌گیری کلی این مطالعه نشان داد مدل رقابتی (عکس عملکرد تک بوته) اطلاعات مفید و حائز اهمیتی را درکشت‌های مخلوط بدست می‌دهد و به ویژه چنانچه طرح انتخابی (فاکتوریل دو متغیره) به نحوی انتخاب شود که امکان بررسی همه حالات و ترکیب‌های ممکن دو گونه را در تراکم‌های مختلف میسر سازد، ارزیابی و تفسیر نتایج دقیق‌تر می‌باشد (Spitters, 1983). در این بررسی براساس این مدل انتخاب این دو گونه

Archive of SID
www.SID.ir

برای کشت مخلوط چه از نظر تولید دانه و چه از نظر تولید ماده خشک مطلوب بود و دو گونه از منابع و شرایط محیطی به نحو مطلوبی با تفکیک آشیان اکولوژیک استفاده نمودند.

اثر تراکم بر نسبت برابری زمین (Land Equivalent Ratio) معنی‌دار نبود ولی اثر نسبت‌های کاشت بر نسبت برابری زمین معنی‌دار ($P < 0.01$) بود (جدول ۳). مقدار LER در کلیه ترکیبات بیش از واحد بود و کشت مخلوط نسبت به کشت‌های خالص هر یک از دو گونه برتری داشت. بهشتی و همکاران (Beheshti *et al.*, 2010) در کشت مخلوط سورگوم و لوبیا چیتی از طریق تجزیه واریانس دو متغیره و رسم محورهای اریب نشان دادند که در کلیه تراکم‌ها و نسبت‌های کاشت مقادیر عملکرد نسبی در کشت مخلوط سورگوم و لوبیا بالاتر از خط یک به یک قرار گرفت و در نتیجه مقادیر LER در کلیه نسبت‌ها بیش از واحد بدست آمد و کشت مخلوط بر کشت‌های خالص برتری نشان داد. بیشترین مقادیرLER در تیمار d_2p_2 (تراکم متوسط و نسبت کاشت ۵۰:۵۰) بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار d_3p_2 (تراکم زیاد و نسبت کاشت ۳۳ : ۶۷) نداشت وکمترین مقدار آن در تیمار d_1p_3 (تراکم پایین و نسبت کاشت ۶۷ :۳۳ سورگوم به لوبیا) به ترتیب به میزان ۱/۳۳۴ و۱/۰۲۸ مشاهده شدکه تیمار d_1p_1 (تراکم کم ونسبت کاشت ۶۷ :۳۳) نیز شرایط مشابه‌ای داشت (شکل ۵).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات ارزش اقتصادی و نسبت برابری زمین در کشت مخلوط سورگوم دانه‌ای و لوبیا

Table 3. Analysis of variance for economic value and land equivalent ratio in sorghum – bean intercropping

			میانگین مربعات MS	
		درجه آزادی	ارزش اقتصادی	نسبت برابری زمین
S.O.V.	منبع تغییرات	df.	Economic value	LER
Replication	تکرار	2	436.828**	0.047^{ns}
Density (D)	تراکم	2	323.906*	0.029^{ns}
Sowing rate (SR)	نسبت کاشت	4	2523.763**	0.118**
D × SR	تراکم × نسبت کاشت	8	20.935^{ns}	0.001^{ns}
Error	خطا	28	73.348	0.015

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

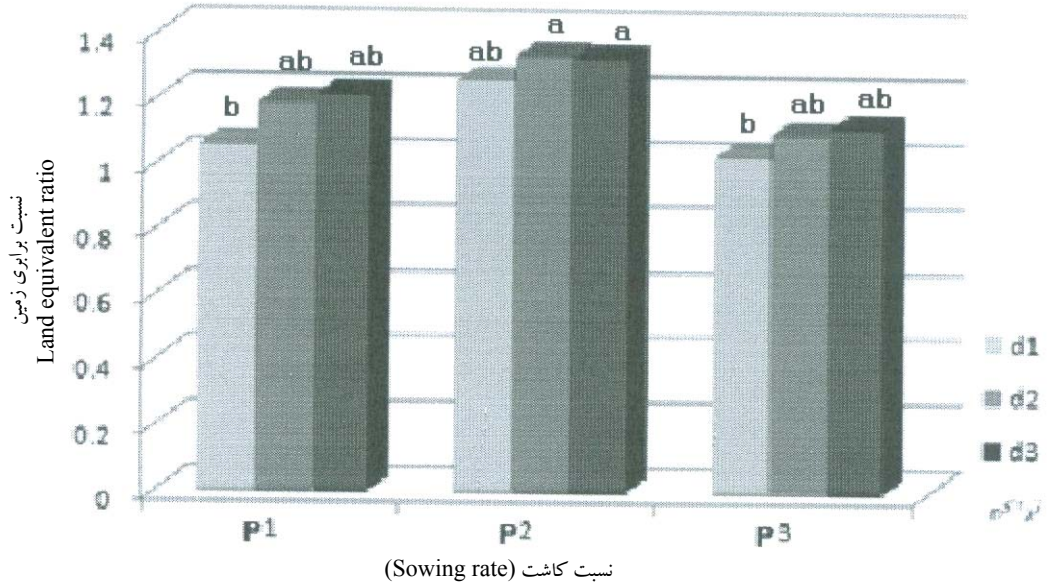
* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

ns: Not significant

ns: غیرمعنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

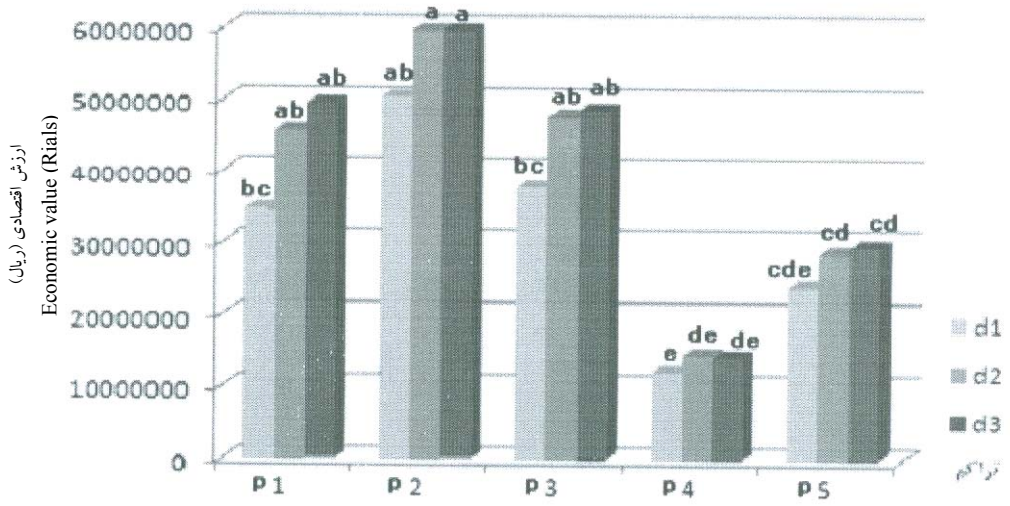


شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و نسبتهای کاشت بر نسبت برابری زمین
Fig. 5. Mean comparison of density × sowing rates interaction effect on land equivalent ratio

اثر تراکم ($P < 0.05$) و نسبت‌های کاشت ($P < 0.01$) بر بازگشت ریالی معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها تفاوت معنی‌داری را بین نسبت‌های کاشت مخلوط و تک کشتی‌های هر یک از گونه‌ها نشان داد، چنانکه افزایش لوبیا در ترکیب به سبب در آمد بالاتر حاصل از آن در مقایسه با سورگوم، افزایش درآمد مجموع کشت مخلوط را به همراه داشت. بیشترین بازگشت اقتصادی مربرط به تیمار d_2p_2 (تراکم متوسط و نسبت کاشت ۵۰:۵۰) بودکه تفاوت معنی‌داری با بازگشت ریالی در تیمار d_2p_3 (تراکم متوسط و نسبت کاشت ۶۷:۳۳) نداشت که این دو تیمار به ترتیب بیشترین عملکرد دانه لوبیا چیتی و بیشترین میزان نسبت برابری زمین را نیز داشتند (شکل ۶). کمترین مقادیر بازگشت اقتصادی مربوط به تک کشتی‌های هر یک از گونه‌ها بود و کمترین مقدار بازگشت اقتصادی از تیمار d_1p_4 (تک کشتی سورگوم در تراکم کم) حاصل شد (شکل ۶).

بررسی اثر نسبت‌های کاشت برضریب غالبیت نشان داد در نسبت کاشت p_1 (یک خط سورگوم ودو خط لوبیا) گیاه سورگوم درهر سه تراکم در ترکیب غالب بود و لوبیا تحت تاثیر رقابت درون گونه‌ای قرار گرفته و دچار کاهش عملکرد شد. به نظر می‌رسد در این نسبت کاشت در مقایسه با دو نسبت دیگر، سورگوم رقابت درون گونه‌ای کمتری نیز داشت. در نسبت کاشت p_2 (۵۰:۵۰) و p_3 (۶۷:۳۳) گیاه لوبیا توانست در استفاده از شرایط محیطی نسبت

www.SID.ir

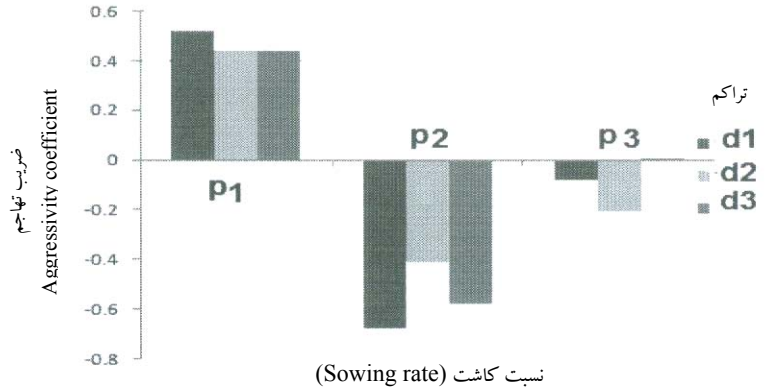


شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و نسبتهای کاشت بر ارزش اقتصادی (p4 و p5 به ترتیب تک کشتی سورگوم و لوبیا می‌باشد).

Fig. 6. Mean comparison of density × sowing rate interaction effect on economic value (p4 and p5 are sole crops for sorghum and bean, respectively)

به سورگوم در هر سه تراکم غلبه یابد. هر چند در تراکم d_1 و نسبت کاشت ۵۰:۵۰ توفق و برتری لوبیا در مقایسه با نسبت کاشت ۶۷:۳۳ بسیار بارزتر بود (شکل ۷). نتایج این مطالعه نشان داد، رقابت درون گونه‌ای در سورگوم بزرگتر از رقابت بین گونه‌ای بود، ولی در لوبیا رقابت بین گونه‌ای بزرگتر از رقابت درون گونه‌ای بود. شاخص تفکیک آشیان بزرگتر از یک بود وعملکرد مخلوط بر کشت‌های خالص برتری داشت، بنابراین گونه ها در آشیان اکولوژیک یکدیگر تداخل نداشتند و برای کسب منابع و شرایط محیطی رقابتی نداشتند. نسبت برابری زمین نیز بزرگ‌تر از واحد بود و کارایی استفاده از زمین در مقایسه با کشت خالص ۳۳ درصد افزایش نشان داد. در مجموع در این مطالعه سورگوم و لوبیا دو گونه سازگار درسیستم‌های کشت مخلوط ارزیابی شدند.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۷- اثر تراکم ونسبت کاشت بر ضریب غالبیت (تهاجم) سورگوم و لوبیا در تیمارهای کشت مخلوط (ضریب غالبیت مثبت گویای برتری سورگوم وضریب غالبیت منفی گویای برتری لوبیا می‌باشد).

Fig. 7. Effect of density and sowing rate on aggressivity coefficient in intercropping of sorghum and bean (the positive dominance coefficient shows superiority in sorghum and negative dominance index shows superiority in bean)

References

Atrii, A. L., and Partovi, M. 2004. Assessment of competition between tomato (*Lycopersicum esculentum*) and barnyard grass (*Echinochloa cross gali* L. P.Beauv) by using reciprocal yield model. Plant and Diseases 72: 59-72. (In Persian).

Beheshti, A. R., and Koochaki, A. 1997. Comparison of methods for measuring effects of density and plant proportion of grain sorghum and soybean intercropping system. Agricultural Science and Technology.11 27-43. (In Persian).

Beheshti, A. R., Soltanian, B., and Sadrabadi, R. 2010. Investigation of density and different sowing rates on grain and biological yield in intercropping of grain sorghum and bean. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 1-11. (In Persian).

Francis, C. A. 1989. Biological efficiencies in multiple cropping system. Advances in Agronomy 42: 1-41.

Francis, C. A., and Khan, H. 1993. Sustainable Agriculture in Egypt. Lynn Rienner Publishers Inc. London. 271pp.

Mazaheri, D. 1995. Intercropping System. Tehran University Press. 385pp. (In Persian).

Michra, J. P., Ali , M., and Arya, R. L. 2001. Genotypic compatibility relation to row-ratios in the intercropping of linseed (*Linum usitatissimum*) and gram (*Cicer*

Archive of SID
www.SID.ir

arietinum) under rainfed condition. Indian Journal of Agricultural Sciences 71 (6): 359- 362.

Misbahulmunir, M. Y., Sammons, D. J., and Weil, R. R.1989. Corn-peanut intercrop performance in relation to component crop relative planting dates. Agronomy Journal 81: 184-189.

Pandey, I. B., Bharati, V., and Mishra, S. S. 2003. Effect of maize (*Zea mayz* L.)-based intercropping systems on maize yield and associated weeds under rainfed condition. Indian Journal of Agronomy 48: 30-33.

Pirzad, A. R., Javanshir, A., Aleyari, H., Mogadam, M., and Shakiba, M. R. 2002. Competition in intercropping and sole cropping of maize and soybean with reciprocal yield approach. Journal of Agriculture Science and Natural Resource 9: 85-100. (In Persian).

Raddy, K. C., Visser, P., and Buckner, P. 1992. Pearl millet and cowpea yield in sole and intercrop systems and their affect on soil and crop productivity. Field Crops Research 28 (4): 315-326.

Radosevich, S. R. 1988. Methods to study crop and weed interaction. Pp. 121- 143. In: Akieri. M. A. and Liebman, M. (Eds.). Weed Management in Agro-ecosystems: Ecological Approaches. CRC Press. New York.

Rao, M. R., and Willy, R. W. 1980. Evaluation of yield stability in intercropping: studies on sorghum/pigonpea. Experimental Agriculture 16: 105-116.

Rejmanek, M., Robinson, G. R., and Rejmankova, E. 1989. Weed-crop competition: Experimental design and models for data analysis. Weed Science 37: 276-284.

Rimmington, G. M. 1984. A Model of the effect of interspecies competition for light on dry matter production. Australian Journal of Plant Physiology 11 (4): 277-286.

Sauke, H., and Ackermann, K. 2006. Weed suppression in mixed cropped grain peas and false flax (*Camelina sativa*). Weed Research 46: 453-461.

Spitters, C. J. T. 1983. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments: 1. Estimation of competition effect. Netherlands Journal of Agricultural Science 31:1-11.

Spitters, C. J. T., and Kropff , M. J. 1989. Modeling competition effects in intercropping system. Discussion paper for workshop on intercropping. IITA, Ibadan, Nigeria. Pp.9-15.

Archive of SID

www.SID.ir

Vandermer, J. 1989. The Ecology of intercropping. Cambridge University Press 67pp.

Wilson, B. J., Right, W., Brain, P., Clement, M., and Stephens, E. 1995. Predicting the competitive effects of weed and crop density on weed biomass, weeds seed production and canopy yield in wheat. Weed Research 35: 265-278.

Archive of SID

www.SID.ir