

## رقابت در کشتهای خالص و مخلوط ذرت و سویا به روش عکس عملکرد

علیرضا پیرزاد، عزیز جوانشین، هوشنگ آلیاری، محمد مقدم و محمدرضا شکیبا

دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: ۸۰/۹/۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۱/۲/۳۱

### چکیده

به منظور بررسی رقابت و پیدا کردن یک مدل رقابتی در کشت مخلوط ذرت و سویا پژوهشی در سال ۱۳۷۶ در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل در طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار پیاده شد. تراکمهای کشت ذرت به عنوان فاکتور اول و تراکمهای کشت سویا به عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شدند. در این آزمایش با استفاده از مدل‌های خطی عکس عملکرد رابطه عملکرد تک بوته و عملکرد در واحد سطح با تراکم محاسبه گردید. منحنی رشد ذرت نسبت به تراکم بصورت مجانب در آمد ولی منحنی رشد سویا نسبت به تراکم، در ابتدا با افزایش تراکم، یک کاهش جزئی نشان داد اما با افزایش بعدی تراکم عملکرد ثابت ماند. همچنین مدل‌های رقابتی در کشتهای مخلوط با استفاده از روش اسپیترز مورد برآزش قرار گرفتند. ارزیابی این مدلها نشان داد که رقابت درون‌گونه‌ای در ذرت بیشتر از رقابت برون‌گونه‌ای است در صورتی که در سویا رقابت برون‌گونه‌ای بیشتر از رقابت گونه‌ای بدست آمد. براساس قابلیت رقابت نسبی ذرت اثر یک بوته ذرت بر روی عکس عملکرد بیولوژیک و اقتصادی خود به ترتیب معادل اثری است که ۳۳/۵۵ و ۷۴/۷۲ بوته سویا بر روی عکس عملکرد بیولوژیک و اقتصادی ذرت دارد. به همین ترتیب در مورد سویا هر ۰/۱۲۲ و ۰/۰۲۲ بوته ذرت اثری معادل یک بوته سویا به ترتیب بر روی عکس عملکرد بیولوژیک و اقتصادی سویا دارا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رقابت، ذرت، سویا، کشت مخلوط، عکس عملکرد.

### مقدمه

پژوهشگران برای تغذیه جمعیت رو به افزایش جهان در پی یافتن راه‌هایی برای افزایش تولید از دو رهیافت ممکن، یعنی افزایش سطح زیرکشت

و افزایش عملکرد در واحد سطح هستند (۶). با توجه به مشکلات زیست محیطی ناشی از رهیافتهای معمول افزایش تولید، امروزه گرایش به نظامهای پایدار در کشاورزی اهمیت پیدا کرده



مخلوط آنها را رواج داده است. به علاوه، ذرت از نظر تولید در دنیا بعد از گندم و برنج، سومین محصول غله‌ای محسوب می‌شود آن و به علت برخورداری از سازگاری بالا در محدوده وسیعی از شرایط محیطی کاشته می‌شود. سویا نیز یکی از منابع عمده روغن و پروتئین گیاهی است و از نظر تولید روغن در جهان مقام اول را دارد. زمینه ژنتیکی موجود در سویا و کوشش پژوهشگران موجب شده است تا با اصلاح ارقامی با دوره‌های رسیدگی مختلف، بتوان آن را از سردترین (گروه رسیدگی 00) تا گرمترین (گروه سیدگی X) مناطق جهان کشت کرد. دانه سویا دارای ۳۵ تا ۴۵ درصد پروتئین و ۱۶ تا ۲۴ درصد روغن است (۵ و ۲). در تحقیق حاضر، موضوع رقابت در بین ذرت و سویا در کشت مخلوط مورد بررسی قرار گرفته و رقابت درون‌گونه‌ای و برون‌گونه‌ای و قدرت رقابتی این دو گونه با استفاده از مدل خطی عکس عملکرد تعیین گردیده است (۲).

### مواد و روشها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۷۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در اراضی کرکج در فاصله ۸ کیلومتری تبریز با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه ۲۵۷ میلی‌متر و آب و هوا براساس روش آمبرژه، نیمه خشک سرد با متوسط دمای سالانه ۱۲ درجه سانتی‌گراد است (۱).

در این آزمایش از کشت مخلوط ذرت و سویا براساس طرح فاکتوریل دو متغیره در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و ۳ تکرار استفاده شد (۱۸). تیمارها عبارت از کشتهای خالص ذرت در تراکم‌های ۵/۳، ۶/۳، ۷/۳ و ۸/۳ بوته در هر مترمربع به عنوان فاکتور اول، کشتهای

است. در کشت مخلوط، به عنوان نمونه‌ای از نظامهای پایدار در کشاورزی از زمان نیز در تولید محصولات زراعی استفاده می‌شود (۲، ۳ و ۸). تاکنون فواید زیادی در مورد کشت مخلوط بیان شده است، ولی در زمینه اثرات متقابل برون‌گونه‌ای موجود در مخلوط، تحقیقات اندکی انجام پذیرفته است، در صورتی که به منظور کسب حداکثر بهره‌وری از این نظامها، باید درک دقیقی از روابط برون‌گونه‌ای در اختیار باشد (۲ و ۱۴). در حال حاضر طرحهای آزمایشی متنوعی وجود دارند که عدم شناخت کافی از این طرحها منتج به نتایج غیرمعتبر می‌شود (۱۰). در ارتباط با تعیین اثرات تداخلی در بین دو گونه مدل‌های رگرسیونی فراوانی ارائه شده است و بسیاری از آنها براساس رابطه هذلولی مستطیلی عملکرد - تراکم تنظیم می‌شوند (۱۰). از بین این مدلها، یکی از معتبرترین روشها عبارت از مدل عکس عملکرد می‌باشد که ضمن تعیین اثرات کلی رقابت درون‌گونه‌ای و برون‌گونه‌ای، قادر است قدرت رقابتی و تمایز آشیان اکولوژیک دو گونه را نیز بصورت کلی تعیین کند (۱۰، ۱۵ و ۱۷). در این مدل، از طرح فاکتوریل دو متغیره شامل تراکم کشتهای خالص هر یک از گونه‌ها و کلیه ترکیبهای تراکمی در بین دو گونه استفاده می‌شود. در این حالت درجه آزادی خطا بالا بوده و انجام آزمایش نیاز به تکرار زیادی ندارد (۱۲، ۱۸ و ۱۹). مدل‌های ریاضی در برگزیده مدل عکس عملکرد، به دلیل مزایای فراوان از قبیل درک بهتر موضوعات برخورداری از پایه بیولوژیک، خلاصه نمودن داده‌های حاصل از یک دامنه وسیع تحقیقاتی و امکان انجام برون‌یابی در تحقیقات کشاورزی رواج بیشتری پیدا کرده اند (۲ و ۱۱). یکی از کشتهای مخلوط رایج کشت ذرت - سویا است. زیرا متفاوت بودن نیاز غذایی و ارتفاع و همیاری موجود در بین ذرت و سویا کشت



تراکمهای مورد نظر از طریق تغییر فاصله بروری ردیف تنظیم شدند. همچنین تک بوته‌های ذرت و سویا به تعداد ۱۰ بوته با فاصله زیاد از یکدیگر (حداقل ۲ متر) به منظور محاسبه عملکرد تک بوته در شرایط بدون رقابت کشت شدند.

آبیاری براساس نیاز آبی دو گیاه بصورت نشتی انجام پذیرفت. براساس نیاز ذرت، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره بصورت سرک در کنار ردیفهای ذرت و به روش نواری بکار برده شد (۳). ذرت در مرحله ۲ برگی و سویا نیز در مرحله ۲ برگی (جفت برگ ساده) جهت حصول تراکمهای مورد نظر تنک شدند و در هر کپه یک بوته نگهداری شد. مبارزه با علفهای هرز در طول دوره رشد و از طریق وجین دستی انجام پذیرفت. برداشت پس از رسیدگی براساس فنولوژی هانوی (۱۶) برای ذرت و فنولوژی فهر (۹) برای سویا صورت گرفت. در مرحله برداشت برای تعیین عملکرد، پس از حذف ردیفهای کناری و نیم متر از هر طرف به عنوان حاشیه، از هر گیاه زراعی در هر کرت، ۲ مترمربع برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. وزن خشک نمونه‌ها و پس از قرار دادن در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد تا ثابت شدن وزن آنها اندازه‌گیری شد.

مدل عکس عملکرد بر مبنای رابطه هذلولی مستطیلی عملکرد-تراکم استوار است و در آن از تکنیک رگرسیون خطی زیر استفاده می‌شود (۱۰، ۱۱، ۱۴ و ۱۹):

$$Y=N/(a+bN) \quad [1]$$

واکنش عملکرد تک بوته (W) نسبت به تراکم (N) براساس معادله [۱] و با در نظر گرفتن  $W=Y/N$  بصورت زیر می‌باشد:

$$Y/N=1/(a+bN) \quad [2]$$

$$1/W=a+bN \quad [3]$$

در این معادله‌ها، a نشان‌دهنده عکس حداکثر عملکرد تک بوته در حالت انفرادی و b ضریب

خالص سویا در تراکم‌های ۲۵، ۴۲، ۵۹ و ۷۶ بوته در هر مترمربع به عنوان فاکتور دوم و کشتهای مخلوط شامل ترکیب فاکتوریل کاملی از دو فاکتور مورد نظر بودند. در این تحقیق از بذور هیبرید سینگل کراس متوسط رس KSC-604 ذرت دانهای، با نیاز دمایی ۱۶۵۰ درجه روز استفاده شد که از شرکت خدمات کشاورزی شهرستان تبریز تهیه گردید. رقم سویای مورد استفاده نیز ویلامز بود. این رقم متوسط رس، دارای نیاز حرارتی حدود ۱۶۰۰ درجه روز و از رشد نامحدود برخوردار بود. بذور سویای مورد آزمایش از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. بذور ذرت و سویا به ترتیب دارای ۹۵ و ۹۳ درصد جوانه‌زنی بودند. بذور ذرت قبلاً با ویتاواکس ضدعفونی شده بودند و بذور سویا با کاپتان ۲/۵ در هزار ضدعفونی شدند.

برای تهیه بستر بذر، در پاییز سال ۱۳۷۵ زمین مورد نظر با گاوآهن برگرداندار شخم عمیق (۳۰ سانتی‌متر) زده شد. در ۱۵ اردیبهشت ماه ۱۳۷۶ با دیسک مقادیر ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به خاک اضافه شد. پس از آماده‌سازی زمین به کمک فارور پشته‌هایی به عرض ۷۵ سانتی‌متر ایجاد گردید (۴ و ۵). ابعاد هر کرت ۵×۳ متر و شامل ۴ پشته بود که یک پشته در هر طرف به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد.

کاشت ذرت و سویا بطور همزمان در تاریخ ۲۴ اردیبهشت ماه سال ۱۳۷۶ بصورت هیرم‌کاری و با دست انجام پذیرفت. در کشتهای خالص و مخلوط، ذرت بصورت کپه‌ای (در هر کپه ۳ بذر) در یک سمت پشته و سویا از طریق باز کردن شیاری در سمت دیگر پشته و قراردادن ۲ بذر در هر کپه کاشته شد. الگوی کاشت بصورت آرایش ردیفهای متناوب و با فاصله ردیفی ثابت بود.



## نتایج و بحث

نتایج حاصل از برآورد عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تک بوته ذرت و سویا در کشتهای خالص با استفاده از مدل خطی عکس عملکرد در جدول ۱ ارایه شده است. رقابت درون گونه‌ای در کلیه موارد معنی‌دار شد که نشان می‌دهد در کشتهای خالص ذرت و همچنین در کشت های خالص سویا بین بوته‌های مجاور رقابت معنی‌داری دیده می‌شود. همچنین، حداکثر عملکرد تک بوته در شرایط مزرعه با مقدار برآورد شده از مدل اختلاف داشت. علت این تفاوت را می‌توان در استفاده از حداکثر عملکرد تنوریک تک بوته در شرایط عاری از رقابت در برآورد مدل ذکر کرد. در حالی که مقدار حداکثر عملکرد مشاهده شده در شرایط مزرعه‌ای می‌تواند از تأثیر تنش‌های محیطی مختلف ناشی گردد (۱۰). با استفاده از مدل‌های خطی عکس عملکرد و معادلات [۱] و [۳] و رابطه تراکم با عملکرد تک بوته و عملکرد در واحد سطح ذرت محاسبه شد. عکس عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک تک بوته ذرت در کشت خالص با افزایش تراکم ذرت افزایش یافت که این موضوع، کاهش وزن تک بوته را با افزایش تراکم نشان می‌دهد. با وجود این، افزایش تراکم بوته در واحد سطح، کاهش وزن تک بوته را جبران می‌کند و باعث افزایش عملکرد اقتصادی و بیولوژیک ذرت در واحد سطح می‌شود (شکل ۱). منحنی رشد ذرت نسبت به تراکم بصورت مجانب بدست آمد. سایر پژوهشگران نیز این روند را گزارش کرده‌اند (۲۰). با استفاده از قانون عکس عملکرد، رابطه عملکرد در واحد سطح سویا با تراکم نیز محاسبه گردید. عکس عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک در سویا با افزایش تراکم در کشت خالص سویا به شدت افزایش یافت. این امر حاکی از کاهش عملکرد تک بوته سویا بر اثر

رقابت درون گونه‌ای می‌باشد. رابطه [۳] بنام قانون عکس عملکرد معروف است. حال اگر مخلوط دو گونه را مدنظر قرار دهیم، عملکرد تک بوته مربوط به هر گونه تابع تراکم هر دو جز مخلوط خواهد بود، یعنی:

$$W_i = f(N_1, N_2) \quad [4]$$

$i=1$  به هرگونه مربوط بوده و برابر  $1/2$  می باشد (۲) و (۱۵). بسط معادله [۳] با استفاده از تابع [۴] برای مخلوط دو گونه بصورت زیر در می‌آید:

$$1/W_1 = a_1 + b_1 N_1 + q_{1/2} b_1 N_2 \quad [5]$$

$$1/W_2 = a_2 + b_2 N_2 + q_{2/1} b_2 N_1$$

$q_{2/1}$  و  $q_{1/2}$  را عوامل تبدیل تراکم می‌گویند. بدین مفهوم که اگر  $q_{1/2} = 0.5$  باشد، یک گیاه از گونه اول از نظر رقابتی معادل دو گیاه از گونه دوم خواهد بود (۱۵).

از آنجایی که رابطه عکس عملکرد تک بوته یک گونه خطی تحت تأثیر گیاهان اضافه شده به آن گونه قرار می‌گیرد، بنابراین افزودن گیاهانی از گونه‌های دیگر نیز بر روی عکس عملکرد تک بوته گونه مفروض بصورت خطی تأثیر می‌گذارد (۱۰). برای اساس معادلات زیر ارایه گردیدند (۲۰):

$$w_1^{-1} = a_{10} + b_{11} N_1 + b_{12} N_2 \quad [6]$$

$$w_2^{-1} = a_{20} + b_{22} N_2 + b_{21} N_1$$

$W_1^{-1}$  و  $W_2^{-1}$  به ترتیب عکس عملکرد تک بوته گونه‌های اول و دوم،  $N_1$  و  $N_2$  تراکم گونه‌های اول و دوم،  $a_{10}$  و  $a_{20}$  عکس حداکثر عملکرد تک بوته گونه‌های اول و دوم در شرایط بدون رقابت،  $b_{11}$  و  $b_{22}$  رقابت درون گونه‌ای و  $b_{12}$  و  $b_{21}$  رقابت برون گونه‌ای در بین گونه‌های اول و دوم می‌باشد (۷، ۱۳، ۱۷ و ۱۸). اگر  $q_{2/1}$  مستقل از تراکم باشند خواهیم داشت:

$$q_{1/2} = b_{12} / b_{11} \quad [7]$$

$$q_{2/1} = b_{21} / b_{22}$$







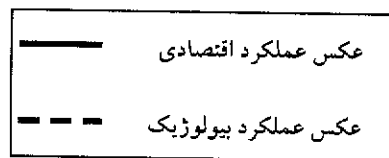
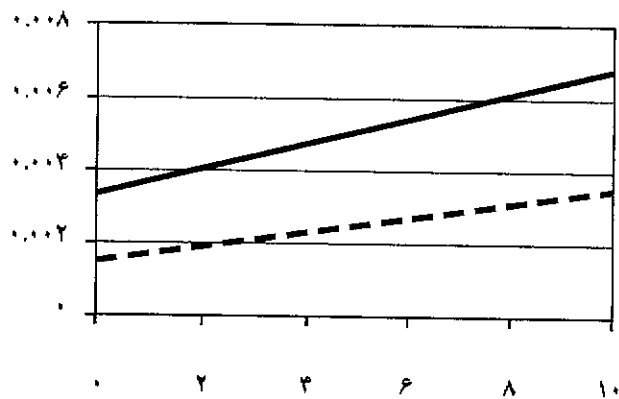
جدول ۳- تابع حاصل از برآورد عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نکی بوته سویا با استفاده از مدل خطی عکس عملکرد  $(W^{-1} = a_0 + a_1N_1 + a_2N_2 + a_3N_3)$ .

متغیر پاسخ:	عکس حداکثر وزن	کمیت رقیابت	کمیت رقیابت برون	حداکثر وزن تنک	حداکثر وزن تنک	حداکثر وزن تنکی	تعداد قطعات بکار	رقه برای برآزش	ضریب تبیین (R <sup>2</sup> )	ضریب همبستگی
$W^{-1}$	نکی بوته در شرایط عاری از رقیابت	درون گیوه‌های $b_{11}$ مترمربع	گیوه‌های $b_{12}$ مترمربع	بوته در شرایط عاری از رقیابت	بوته مشاهده شده	بوته مشاهده نشده	$b_{11}$	رقه برای برآزش	(۳)	(۲)
۱	$a_{11}$	تعداد×گرم	تعداد×گرم	$a_{11-1}$	در شرایط مزرعه	در شرایط مزرعه	$b_{12}$	مدل		
گرم	گرم									
عکس عملکرد	-۰/۰۰۲۵۸۴	-۰/۰۰۰۰۲۸۳۸NS	۰/۱۲۳۲۴**	-۱/۹۸۹۷۱۷۱۴	۲/۰۰۶۵	۰/۰۰۲۳۳۹	۲۴	۰/۹۱۵	۰/۸۵۷	
دانه نکی بوته										
سویا										
عکس عملکرد	-۰/۰۷۷۲۹۲	۰/۰۰۰۲۶۵۳**	۰/۰۲۱۸۴**	-۱۲/۹۳۷۹۴۹۵	۳۹/۸۴۵	۰/۱۲۲۶۷	۲۴	۰/۸۰۱	۰/۸۹۵	
بیولوژیک نکی بوته سویا										

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ \* معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ NS غیر معنی‌دار

الف

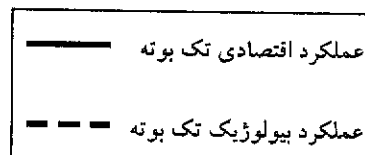
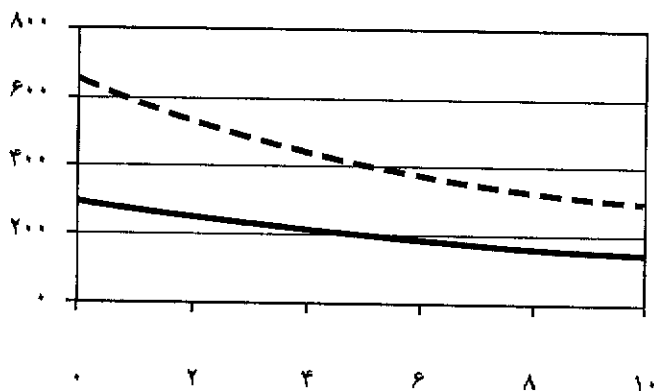
معکوس وزن تک بوته ذرت (گرم / ۱)



تراکم ذرت (بوته در متر مربع)

ب

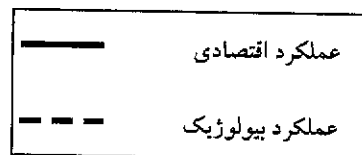
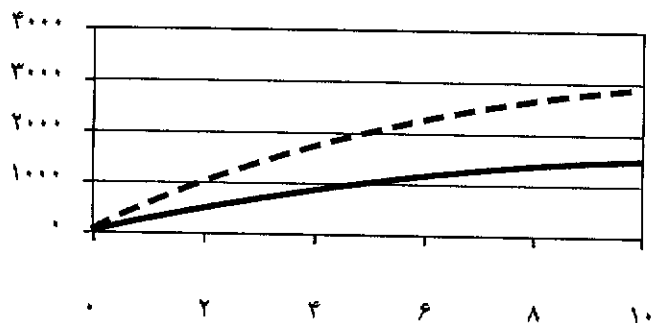
عملکرد تک بوته ذرت (گرم)



تراکم ذرت (بوته در متر مربع)

ج

عملکرد ذرت (متر مربع / گرم)

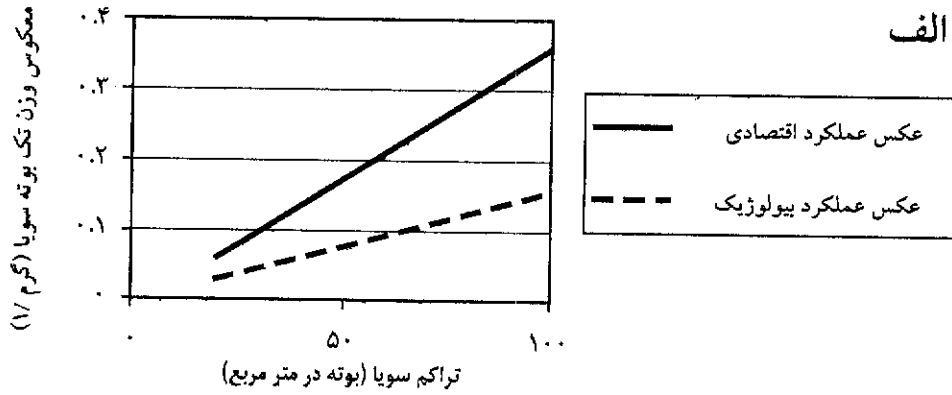


تراکم ذرت (بوته در متر مربع)

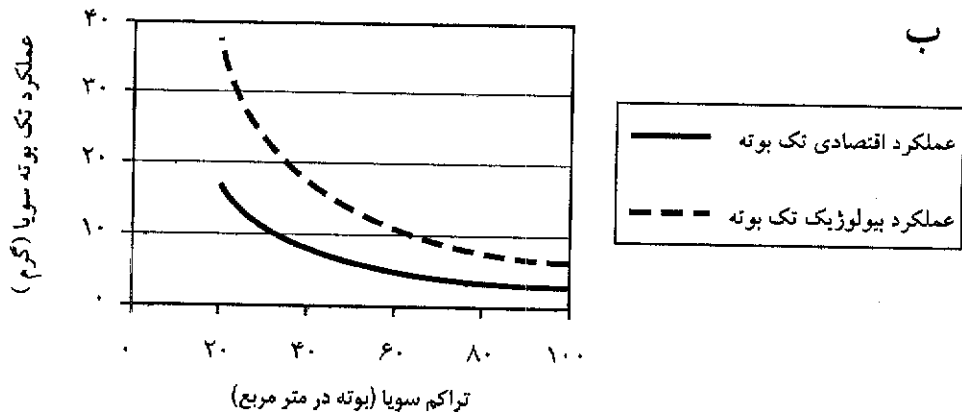
شکل ۱- مدل‌های برازش شده از طریق رگرسیون که نشان‌دهنده اثر تراکم‌های ذرت بر روی عکس عملکرد (الف)، عملکرد تک بوته (ب) و عملکرد در واحد سطح ذرت (ج) می‌باشد.



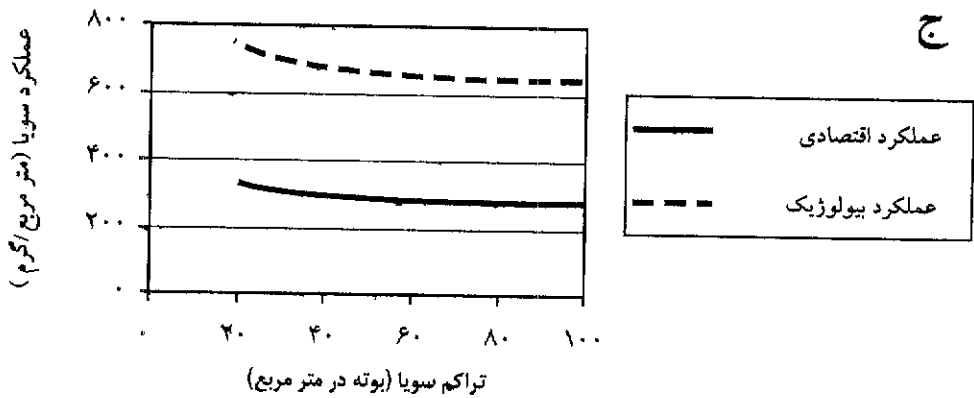
الف



ب



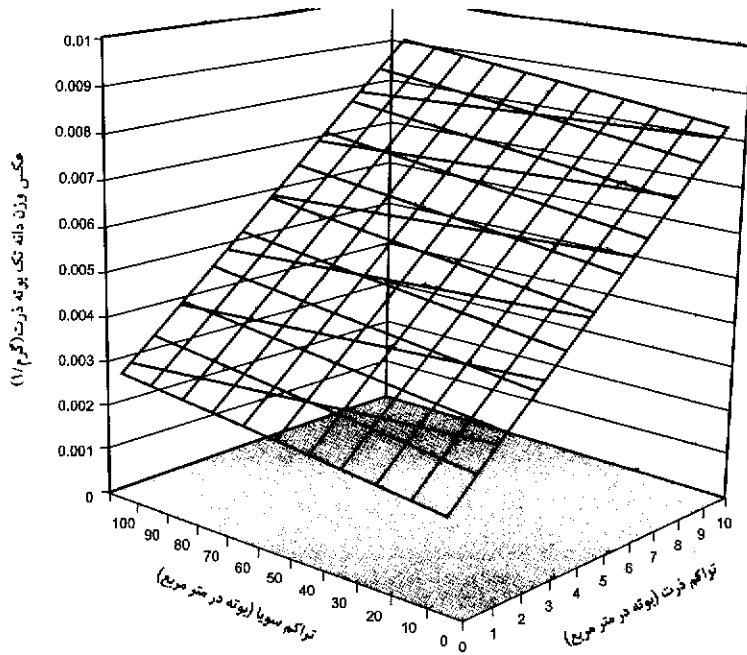
ج



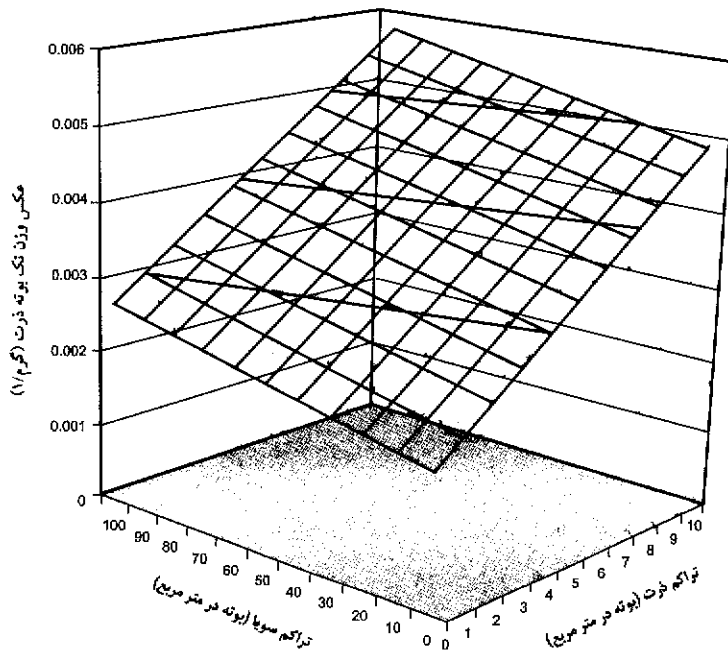
شکل ۲- مدلهای برازش شده از طریق رگرسیون، که نشان‌دهنده اثر تراکم‌های سویا بر روی عکس عملکرد (الف)، عملکرد تک بوته (ب) و عملکرد در واحد سطح سویا (ج) می‌باشد.







شکل ۳- سطح برازش شده از طریق رگرسیون چندگانه، که نشان‌دهنده اثر تراکم‌های ذرت و سویا بر روی عکس عملکرد اقتصادی تک بوته ذرت می‌باشد.



سطح ۴- سطح برازش شده از طریق رگرسیون چندگانه، که نشان‌دهنده اثر تراکم‌های ذرت و سویا بر روی عکس عملکرد بیولوژیک تک بوته ذرت می‌باشد.



افزایش تراکم است. با افزایش تراکم، عملکرد تک بوته سویا در ابتدا به شدت کاهش یافت، ولی در افزایش‌های بعدی تراکم، از شدت این کاهش کاسته شد. افزایش تراکم سویا در واحد سطح، کاهش عملکرد تک بوته را جبران نمود ولی این افزایش به حدی نبود که عملکرد در واحد سطح را افزایش دهد. بنابراین، عملکرد اقتصادی سویا در واحد سطح با افزایش تراکم ثابت ماند و عملکرد بیولوژیک ابتدا یک کاهش جزئی با افزایش تراکم نشان داد، ولی بعد از آن ثابت شد (شکل ۲). این روند نیز بوسیله سایر پژوهشگران گزارش شده است (۵).

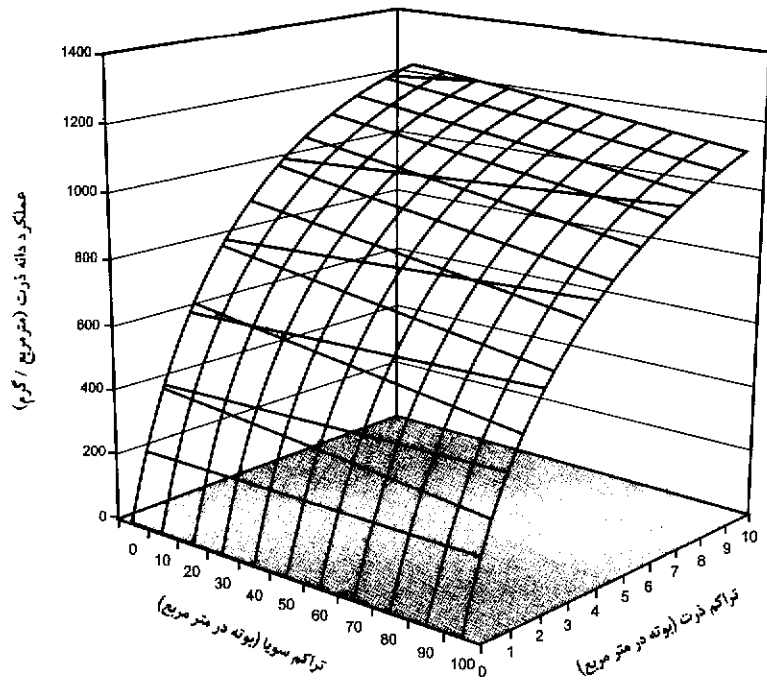
نتایج حاصل از برآورد عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تک بوته ذرت و سویا در کشت مخلوط با استفاده از مدل خطی عکس عملکرد در جدولهای ۲ و ۳ ارائه شده است. رقابت درون‌گونه‌ای بوته‌های ذرت بر روی عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک ذرت معنی‌دار شده است، ولی رقابت برون‌گونه‌ای، یعنی تأثیر بوته‌های سویا بر روی عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک ذرت غیرمعنی‌دار است. در شکل‌های ۳ و ۴ شیب نمودار در جهت افزایش تراکم ذرت بیشتر از شیب آن در جهت افزایش تراکم سویا است. این امر نشان می‌دهد که ذرت در رقابت با سویا بصورت گونه برتر عمل می‌کند. همچنین تفاوتی در بین حداکثر وزن تک بوته در شرایط عاری از رقابت، در مقایسه با شرایط مزرعه دیده شد که این اختلاف ناشی از اثر عوامل و محدودیتهای محیطی در شرایط مزرعه می‌باشد (جدول ۲). شکل‌های ۵ و ۶ رابطه عملکرد در واحد سطح ذرت با تراکم ذرت و سویا را نشان می‌دهند. در اینجا نیز عملکرد ذرت در واحد سطح تحت تأثیر تراکم سویا قرار نگرفت، ولی عملکرد ذرت با افزایش تراکم آن در ابتدا به شدت افزایش یافت و در تراکم‌های بالاتر از

شدت این افزایش کاسته شد و در نهایت در تراکم‌های نزدیک به ۱۰ بوته در هر مترمربع نمودار به صورت مجانب درآمد.

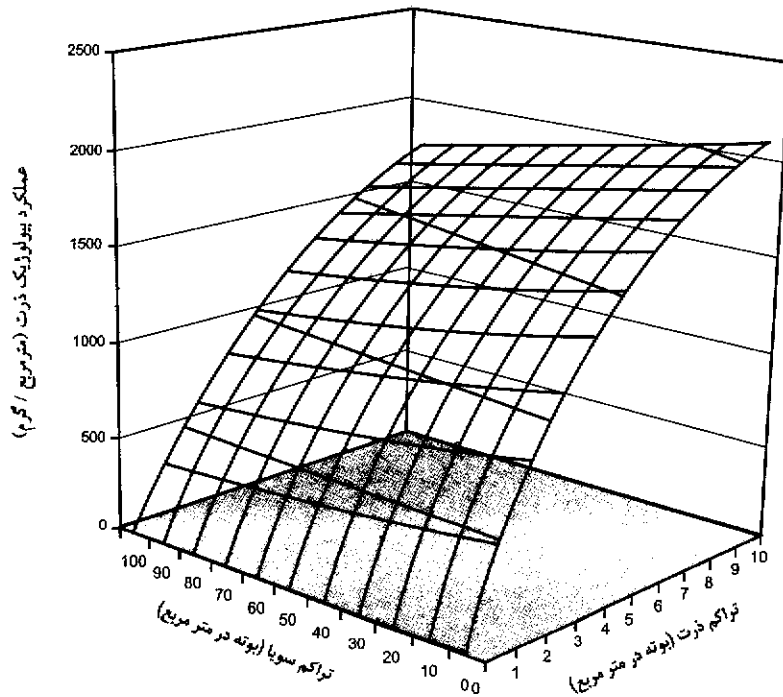
رقابت درون‌گونه‌ای برای عملکرد اقتصادی سویا غیرمعنی‌دار است، ولی برای عملکرد بیولوژیک بسیار معنی‌دار می‌باشد. این امر نشان می‌دهد که رقابت در بین بوته‌های سویا در کشت مخلوط تأثیری بر روی عملکرد اقتصادی آن ندارد. رقابت برون‌گونه‌ای در عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک سویا بسیار معنی‌دار شد. بنابراین، عملکرد سویا به شدت تحت تأثیر بوته‌های ذرت قرار دارد (جدول ۳). حداکثر وزن تک بوته در شرایط عاری از رقابت در سویا منفی بدست آمد که از نظر بیولوژیک مفهومی ندارد و علت آن را می‌توان به خطای برآورد نسبت داد (۱۲، ۱۳ و ۱۵).

شکل‌های ۷ و ۸ رابطه عکس عملکرد تک بوته سویا در کشت مخلوط را با تراکم‌های ذرت و سویا نشان می‌دهند. عکس عملکرد دانه سویا تحت تأثیر افزایش تراکم سویا قرار نگرفت، ولی با افزایش تراکم سویا عکس عملکرد بیولوژیک سویا افزایش یافت. همچنین عکس عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک سویا به شدت تحت تأثیر تراکم‌های ذرت قرار گرفت. عملکرد دانه سویا در واحد سطح با افزایش تراکم سویا، در ابتدا یک افزایش جزئی نشان داد، ولی در تراکم‌های بالای سویا، هیچگونه افزایشی مشاهده نشد. با افزایش تراکم ذرت، عملکرد دانه سویا در واحد سطح با یک کاهش سریع مواجه شد (شکل ۹). همچنین عملکرد بیولوژیک سویا با افزایش تراکم سویا به شدت افزایش یافت و این افزایش تا تراکم‌های بالاتر نیز متوقف نگردید. عملکرد بیولوژیک سویا با افزایش تراکم ذرت به شدت کاهش یافت. این امر از رقابت برون‌گونه‌ای ناشی



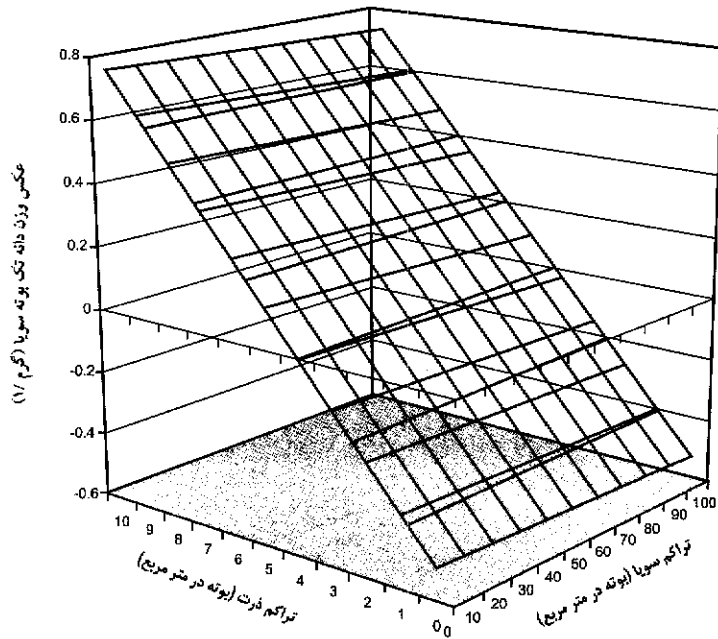


سطح ۵- سطح برآورد عملکرد دانه در ذرت با استفاده از مدل خطی عکس عملکرد.

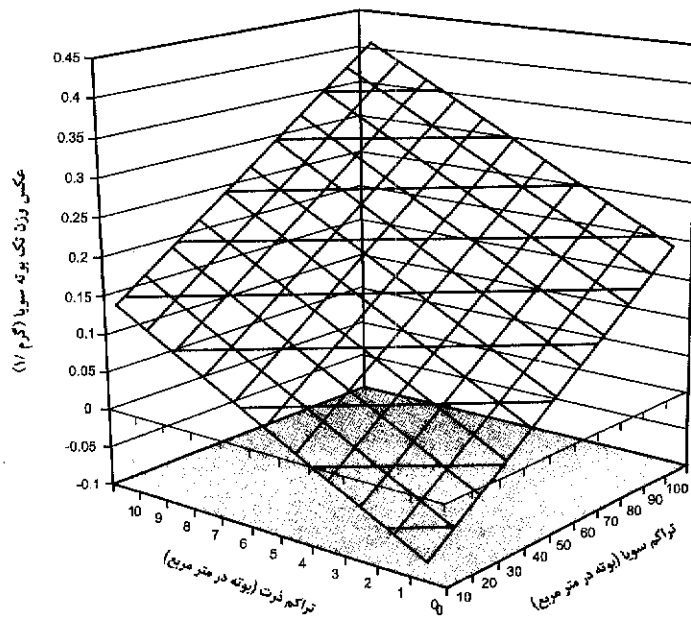


شکل ۶- سطح برآورد عملکرد بیولوژیک ذرت با استفاده از مدل خطی عکس عملکرد.

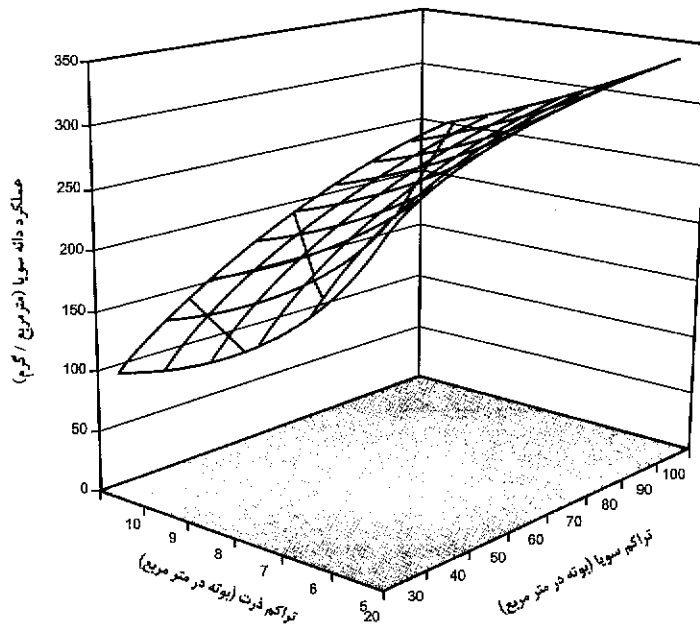




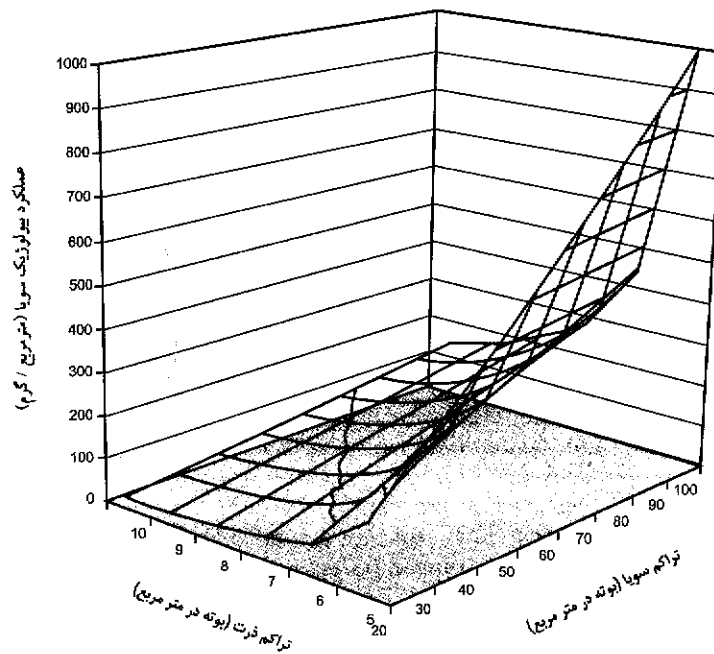
شکل ۷- سطح برازش شده از طریق رگرسیون چندگانه، که نشان‌دهنده اثر تراکم‌های ذرت و سویا بر روی عکس عملکرد اقتصادی تک بوته سویا می‌باشد.



شکل ۸- سطح برازش شده از طریق رگرسیون چندگانه، که نشان‌دهنده اثر تراکم‌های ذرت و سویا بر روی عکس عملکرد بیولوژیک تک بوته سویا می‌باشد.



شکل ۹- سطح برآورد عملکرد دانه در سویا با استفاده از مدل خطی عکس عملکرد.



شکل ۱۰- سطح برآورد عملکرد بیولوژیک در سویا با استفاده از مدل خطی عکس عملکرد.



گشته ورقابت شدید بوته‌های ذرت موجب کاهش عملکرد سویا شده است (شکل ۱۰).

بررسی قابلیت رقابت نسبی ذرت در جدول ۲ نشان می‌دهد که اثر یک بوته ذرت بر روی عکس عملکرد بیولوژیک خود، معادل مقدار اثری است که ۳۳/۵۵ بوته سویا بر روی عکس عملکرد بیولوژیک ذرت دارد. همچنین اثر یک بوته ذرت بر روی عکس عملکرد دانه ذرت معادل ۷۴/۷۲ بوته سویا می‌باشد. به همین ترتیب در مورد سویا (جدول ۳) هر ۰/۱۲۲۲ و ۰/۰۰۲۲ بوته ذرت به ترتیب اثری معادل یک بوته سویا بر روی عکس عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی سویا بر جای می‌گذارد. بالاتر بودن تعداد بوته‌های سویایی که با تأثیر یک بوته ذرت بر روی عملکرد دانه سویا برابری می‌کند، ناشی از این واقعیت است

که رقابت درون‌گونه‌ای در سویا پایین‌تر است و تراکم سویا بر روی عملکرد دانه سویا تا حدودی بی‌تأثیر می‌باشد.

هر چند که نتایج حاصل از این آزمایش اطلاعات مفیدی را در ارتباط با کشت مخلوط و رقابت فراهم نمودند، ولی بطور کلی به نظر می‌رسد که در مطالعات کشت مخلوط استفاده از معادله‌های عکس عملکرد از مزایای برجسته‌ای برخوردار هستند. همچنین، پیاده کردن طرح آزمایشی بصورت فاکتوریل دو متغیره، بررسی کلیه ترکیبات تراکمی دو گونه را ممکن می‌سازد و نیز امکان گسترش آزمایش برای بیشتر از دو گونه را نیز فراهم می‌سازد. در ضمن، براساس مدل‌های عکس عملکرد، رقابت گیاه زراعی را نیز با علفهای هرز می‌توان بررسی کرد.

### منابع

۱. بی‌نام. ۱۳۷۵. نشریه فرهنگی سازمان هواشناسی کشور. شماره‌های ۱۱۸۴ تا ۱۲۰۶. وزارت راه و ترابری.
۲. پیرزاد، ع. ر. ۱۳۷۸. بررسی رقابت، عملکرد و اجزای عملکرد در کشت مخلوط ذرت و سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
۳. کوچکی، ع. م.، حسینی و ا. هاشمی دزفولی. ۱۳۷۴. کشاورزی پایدار (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد. ۱۶۳ صفحه.
۴. میرعارفین، ع. ر. کسرایی و م. اردبیلی. ۱۳۵۵. بررسی مقدماتی در مورد برخی خواص خاکهای کرکج وابسته به ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. مجله علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. سال دوم. جلد دوم. شماره ۲.
۵. ناصری، ف. ۱۳۷۰. دانه‌های روغنی (ترجمه). چاپ اول. انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد. ۸۲۳ صفحه.
6. Anond Reddy, K., K. Raj Reddy, and M. Derender Reddy. 1980. Effects of intercropping on yield and returns in corn and sorghum. *Exp. Agric.* 16: 179-184.
7. Connolly, I. 1986. On difficulties with replacement series methodology in mixture experiments. *Appl. Ecol.* 23: 125-137.
8. F.A.O. 1998. *FAO production yearbook.* 51: 71-103.
9. Fehr, W.R., C.E. Cariness, D.T. Burmood, and J.S. Pennington. 1971. Stages of development: descriptions of soybean (*Glycin max L. merr*). *Crop Sci.* 11: 929-931.
10. Kropff, M.J., and L.A.P. Lotz. 1993. Empirical models for crop-weed competition. p. 9-24. In: M.J. Kropff and H.H. Van Laar (eds.). *Modeling crop-weed interaction.* CAB International in association with the International Rice Research Institute.
11. Natarajan, M. 1989. Spatial arrangement of the component crops in developing intercropping system: some concepts and methodologies. p. 68-730. In: S.R. Waddington et al. (eds.). *Research methods for cereal/legume intercropping.* Sponsored CYMMIT, CIAT and Government of Malawi.
12. Pantone, D.J., and J.B. Baker 1991. Reciprocal yield analysis of red rice (*Oryza sativa*) competition in cultivated rice. *Weed Sci.* 39: 42-47.



13. Pantone, D.J., W.A. Williams, and A.R. Moggenti. 1989. An alternative approach for evaluating the efficiency of potential biocontrol agents of weeds. I. Inverse linear model. *Weed Sci.* 37: 771-777.
14. Radosevich, S.R. 1988. Methods to study crop and weed interaction. p. 121-143. In: M.A. Akieri and M. Liebman (eds.). *Weed management in agroecosystems: Ecological approaches*. CRC Press. New York.
15. Rejmanek, M., G.R. Robinson, and E. Rejmankova. 1989. Weed-crop competition: Experimental design and models for data analysis. *Weed Sci.* 37: 276-284.
16. Ritchie, S.W., J.J. Hanway, and G.O. Benson. 1989. How a corn plants develops. p. 1-22. In: J.C. Herman (ed.). *Special Report No. 48*. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension service Ames, Iowa, U.S.A.
17. Roush, M.I., S.R. Radosevich, R.G. Wagner, B.D. Maxwell, and T.D. Peterson. 1989. A comparison of methods for measuring effects of density and proportion in plant competition experiments. *Weed Sci.* 37: 268-275.
18. Snaydon, R.W. 1991. Replacement and additive designs for competition studies. *J. Appl. Ecol.* 28:930-946.
19. Snaydon, R.W. 1994. Replacement and additive designs for revisited: comments on the review paper N.R. Sackrille Hamilton, *J. Appl. Ecol.* 31: 784-786.
20. Spitters, C.J.T. 1983. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments: 1. Estimation of competition effect. *Neth. J. Agric. Sci.* 31: 1-11.



## **Competition study in pure culture and intercropping of corn and soybean using reciprocal yield method**

**A.R. Pirzad, A. Javanshir, H. Alyari, M. Moghaddam and M.R. Shakiba**  
Faculty of Agriculture, Tabriz University of Tabriz, Iran.

---

### **Abstract**

A study was performed in 1997 on the experimental field of Faculty of Agriculture, Tabriz University, in order to study competition and find a model for intercropping of corn and soybean. The experiment was factorial based on randomized complete block design with 3 replications. Corn and soybean densities constituted the factors under study. In this experiment, the relationship of density with yield per plant and yield per meter square were obtained. The growth curve of corn responding to density was asymptotic but the curve for soybean felled at first by increasing density and finally became constant. Competitive models were also fitted by Spitters method. It was shown that inter-species competition of corn was greater than intra-species competition. In the basis of relative competitive ability of corn, the effect of one plant of corn on its reciprocal biological and grain yield was equal to the effect of 33.55 and 74.72 plants of soybean on the reciprocal biological and grain yield of corn. For soybean, each 0.122 and 0.0022 plants of corn had an effect equal to one plant of soybean reciprocal biological and grain yield of soybean, respectively.

**Keywords:** Competition; Corn; Soybean; Intercropping; Reciprocal yield.

