"مجله علوم زراعي ايران"

جلد هشتم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۵

ارزيابي كشت مخلوط سويا (*Glycine max*) و سورگوم (*Sorghum bicolor*) با استفاده از مدل عكس عملكرد

Assessment of soybean (*Glycine max*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) intercropping by using reciprocal model of yield

يعقوب راعی[۱]، كاظم قاسمی گلعذانی[۲]، عزيز جوانشير[۳]، هوشنگ آليارى[۴] و سيدابوالقاسم محمدی[۵]

چكيده

راعی، ی.، ک. قاسمی گلعذانی، ع. جوانشير، ه. آليارى، س. ا. محمدی. ۱۳۸۵. ارزيابی كشت مخلوط سويا (*Glycine max*) و سورگوم (*Sorghum bicolour*) با استفاده از مدل عكس عملكرد. مجله علوم زراعی ايران، جلد هشتم، شماره ۱، صفحه: ۱ تا ۱۳.

اين بررسي به منظور برآورد كمي ضرايب تداخل برون‌گونه‌اي و درون‌گونه‌اي و نيز ارزيابي اثرات تراكم سورگوم بر روي عملكرد سويا انجام گرفت. ارتباط بين عملكرد تك بوته سويا با تراكم سورگوم در تراكم‌هاي مختلف سويا و نيز ارتباط آن با تراكم سويا در تراكم‌هاي مختلف سورگوم از طريق معادلات عكس عملكرد به خوبي توصيف گرديد. عملكرد سويا در واحد سطح با افزايش تراكم سورگوم كاهش يافت، به طوريكه بالاترين افت عملكرد (۵۷%) به ترتيب به تراكم‌هاي ۵۰ و ۱۲ بوته در مترمربع سويا و سورگوم مربوط بود. تراكم‌هاي مطلوب سويا بر اساس حداكثر عملكرد آن در واحد سطح در تراكم‌هاي صفر، ٤، ٨ و ۱۲ بوته در مترمربع سورگوم، برابر ۵۰، ٣٤، ٣٢ و ٣٦ بوته در مترمربع به دست آمد. اثرات توأم تراكم‌هاي سورگوم و سويا بر روي عملكرد تك بوته سويا و بيوماس تك بوته سورگوم نشان داد كه سورگوم رقيب قوی‌تری نسبت به سويا است، بدين ترتيب كه يك بوته سورگوم بر اساس عملكرد سويا معادل ۲/۵ بوته سويا محاسبه شد. در مقابل، يك بوته سويا براساس بيوماس سورگوم معادل با ۰/۱۸ بوته سورگوم بود. بنابراين، مي‌توان نتيجه گرفت كه ميزان عملكرد بيولوژيك سورگوم بيشتر تحت تأثير رقابت درون گونه‌اي و عملكرد سويا، تحت تأثير رقابت برون‌گونه‌اي قرار دارد.

واژه‌هاي كليدي: سورگوم، سويا، رقابت، مدل عكس عملكرد، عملكرد دانه ، عملكرد بيولوژيك.

تاريخ دريافت: ۸۲/۹/۲۳

۱ـ استاديار دانشگاه محقق اردبيلی، اردبيل (مكاتبه كننده)

۲ و ۵- استاديار دانشگاه تبريز

۳ و ۴ـ استاد دانشگاه تبريز

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]

مقدمه

گونه، تراکم نسبی و طول دورهٔ همزیستی علف هرز با گیاه زراعی در طول فصل رشد و نمو از عوامل مهم در افت عملکرد سویا است (Harrison, 1990).

سورگوم علوفه‌ای *(Sorghum bicolor)* علف هرزی است که بسیاری از مزارع گیاهان زراعی را آلوده می‌سازد (Williams and Itays, 1984). سورگوم قادر است با ارتفاع ۱ تا ۳ متری خود بالغ بر هزار دانه در هر پانیکول تولید کند. دانه‌های رسیده ممکن است قبل از برداشت محصول ریزش کنند. دانه‌های واقع در زیر خاک نیز قادرند قوه نامیه خود را تا سیزده سال حفظ کنند (Burnside, 1980). فلوو و روس (Fellows and Roeth, 1992) گزارش کردند که عملکرد سویا در تداخل با سورگوم علوفه‌ای ممکن است قبل از رسیدن اختلاف ارتفاع آن‌ها به ۳۰ سانتی‌متر، تا ۲۵ درصد کاهش نشان دهد. سورگوم با تمامی گیاهان زراعی به شدت رقابت می‌کند (Burnside, 1980; Fellows and Roeth, 1992).

ویلیامز و ایتایز (Williams and Itays, 1984) افت عملکرد سویا را در رقابت باقیاق از ۵۹ تا ۸۸٪ گزارش کرده‌اند. در این آزمایش مشخص شده است که اگر تراکم قیاق از ۱ به ۱۶ بوته در هر ۴/۶ متر ردیف طولی سویا افزایش یابد، کاهش عملکرد سویا به صورت خطی تظاهر می‌کند. مک‌ورتر و هارتوینگ (Mcwhorter and Hartwing, 1972) افت عملکرد سویا را از ۳۳ تا ۴۳ درصد درشرایط رقابت با سورگوم گزارش کرده‌اند. وسکی وهمکاران (Vesecky *et al.*, 1973) نشان داده‌اند که سورگوم علوفه‌ای قادر است عملکرد سورگوم دانه‌ای را تا ۵۰٪ کاهش دهد. بکت و همکاران (Beckett *et al.*, 1988) دریافتند که اگر تراکم سورگوم به ۶/۶ بوته در هر متر ردیف طولی ذرت برسد، عملکرد ذرت ۲۲ درصد کاهش می‌یابد. بررسی کنل (Cannel, 1986) نشان می‌دهد که تراکم سورگوم از ۰/۲ تا ۶/۶ بوته در هر متر ردیف طولی سویا، عملکرد آن را از ۶ تا ۶۲٪ کاهش می‌دهد.

اندازه‌گیری اثر متقابل در بین گیاهان بسیار مهم است. این اثرات ممکن است به دو طریق زیر مطالعه شوند:

الف- مطالعات افزایشی: اثر ناشی از افزایش تراکم گونه دوم بر روی گونهٔ اول را به صورت کمی در می‌آورد.

ب- مطالعات جایگزینی: تعیین اثرات نسبت گونه‌ای هر یک از گونه‌ها را در شرایط ثابت بودن تراکم کل امکان‌پذیر می‌سازد (Prather and Calihan, 1991).

تا به حال در ارتباط با تعیین اثرات تداخلی در بین دو گونه، مدل‌های رگرسیونی متعددی ارایه شده است که براساس ارتباط عملکرد- تراکم استوار هستند.

از بین این مدل‌ها، مدل عکس عملکرد (Reciprocal yield model) یکی از روش‌های معتبر مطالعه رقابت محسوب می‌شود (Roush *et al.*, 1989; Kropff and Lotz, 1993; Willey and Heuth, 1960; Wright, 1981).

این مدل ضمن تعیین کمی اثرات رقابت درون گونه‌ای و برون گونه‌ای، قادر است قدرت رقابتی و تمایز آشیان اکولوژیک دو گونه را نیز به صورت کمی درآورد (Fribeank and Watkinson, 1985; Panatone *et al.*, 1989; Panatone and Baker, 1991).

اسپیترز (Spiters, 1983) روش سری‌های افزایشی را برای ارزیابی کارکرد مدل عکس عملکرد در یک سیستم کشت مخلوط دو یا چند گونه به صورت زیر مورد استفاده قرار داد. تداخل بین دو گونه با استفاده از مدل عکس عملکرد می‌تواند با استفاده از مدل‌های رگرسیونی چندگانه به شرح زیر مورد بررسی قرار گیرد.

معادلهٔ[۱] $1 / W_1 = b_{1,0} + b_{1,1} N_1 + b_{1,2} N_2$

معادلهٔ[۲] $1 / W_2 = b_{2,0} + b_{2,2} N_2 + b_{2,1} N_1$

که W_1 و W_2 وزن تک بوتهٔ گونه‌های اول و دوم، $b_{1,0}$ و $b_{2,0}$ عرض از مبدأ معادله، یعنی عکس عملکرد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]

تک بوته‌ها در شرایط عاری از رقابت، $b_{1,1}$ و $b_{2,2}$ ضرایب رگرسیونی تداخل درون گونه‌ای، $b_{1,2}$ و $b_{2,1}$ ضرایب رگرسیونی تداخل برون‌گونه‌ای و N_1 و N_2 به ترتیب تراکم دو گونهٔ اول و دوم هستند.

در تحقیق حاضر، بررسی کارآیی مدل‌های عکس عملکرد در توصیف ارتباط موجود بین عملکرد و تراکم سویا، برآورد تراکم‌های مطلوب سویا در تداخل با تراکم‌های مختلف سورگوم، کمی‌سازی تداخل سویا و سورگوم و در نهایت ارزیابی تأثیر تراکم سورگوم بر روی عملکرد سویا مد نظر قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز (۱۷ ˚ ٤٦ طول شرقی و ٥ ˚ ۳۸عرض شمالی و ۱٦۰ ارتفاع از سطح دریا) واقع در ۸ کیلومتری شرق تبریز در یک خاک شنی-لومی انجام پذیرفت. بذور سویا، رقم ویلیامز و سورگوم علوفه‌ای، رقم اسپیدفید از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذرکرج تهیه شد. الگوی کاشت از نوع روش سری‌های افزایشی بود. تیمارها نیز شامل تراکم‌های ۲۰، ۳۰، ٤۰ و ٥۰ بوته در مترمربع سویا و تراکم‌های صفر، ٤، ۸ و ۱۲ بوته در مترمربع سورگوم بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار پیاده شد. تراکم‌های مطلوب گیاهی، از طریق کاشت مقادیر بالاتر از تراکم مورد نظر و سپس تنک دستی آن‌ها به دست آمد. هر کرت مزرعه شامل ٦ ردیف با فواصل ٦۰ سانتی‌متر و به طول ٦ متر بود. دور آبیاری هفته‌ای یک بار در نظر گرفته شد.کنترل علف‌های هرز در طول فصل رشد حداقل چهار مرتبه به روش دستی انجام گرفت، برداشت به منظور تعیین عملکرد و بیوماس از ردیف‌های وسطی، بعد از حذف حاشیه‌ها (دو ردیف از هر طرف و نیم متر از کناره‌های تمام ردیف‌ها) از سطح چهار مترمربعی انجام شد. بلافاصله بعد از برداشت، دانه‌های سویا با دست از نیام‌ها خارج و به وسیلهٔ جریان طبیعی هوا در مدت زمان یک ماه، زمان رسیدن به وزن ثابت، خشک شدند. بیوماس سورگوم نیز باقرار دادن نمونه‌ها به مدت ٤۸ ساعت در آونی با دمای ۸۰ ˚C درجه سانتیگراد تعیین شد.

داده‌های مربوط به عملکرد سویا و بیوماس سورگوم با استفاده از روش رگرسیونی پله‌ای (Rejmanek *et al.*, 1989) مورد تجزیه قرار گرفتند. روش مرحله‌ای یا پله‌ای در نرم‌افزار SAS، مدل مناسبی را با استفاده از متغیرهای تراکم، به عنوان متغیر مستقل و عملکرد بیولوژیک سورگوم و عملکرد دانه‌ای سویا به عنوان متغیر مستقل ارایه کرد. در این بین، بهترین مدل، مدل رگرسیون چندگانهٔ عکس عملکرد با توجه به r^2 تصحیح شدهٔ برخوردار از مقادیر بالا تعیین شد.

به منظور بررسی ارتباط عکس عملکرد تک بوته با تراکم گونه در حالت تک کشتی از معادله زیر استفاده می‌شود (Watkinson, 1984).

$$W^{-1} = A + BN \qquad \text{معادلهٔ[۳]}$$

که برای محاسبه عملکرد در واحد سطح معادله به صورت زیر در می‌آید.

$$Y = N / (A+BN) \qquad \text{معادلهٔ[۴]}$$

در این معادلات، W^{-1}، Y، N، A و B به ترتیب عملکرد تک بوته، عملکرد گونه در واحد سطح، تراکم، عملکرد تک بوته در حالت عاری از رقابت و ضریب تداخل درون گونه‌ای است. در این تحقیق معادلات ارایه شده در جداول ۱، ۲، ۳، و۴ بخش نتایج و بحث حالت توسعه یافته‌ای از معادله۳، در شرایط کشت دو گیاه به صورت مخلوط است که ارتباط عکس عملکرد تک بوته را با تراکم بوته از حالت خطی خارج می‌سازد. پارک و همکاران (Park *et al.*, 2003) نیز ارتباط غیرخطی عکس عملکرد تک بوته را با تراکم در حالت کشت مخلوط دو یا چند گونه گزارش کردند.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]

غالبیت از طریق تقسیم ضریب تداخل درون گونه‌ای به ضریب تداخل برون گونه‌ای برای هر یک از گونه‌ها به صورت زیر محاسبه گردید (Rejmanek *et al.*, 1989).

معادلهٔ[۵] غالبیت گونه اول = b_{11} / b_{12}

معادلهٔ [۶] غالبیت گونه دوم =b_{22} / b_{21}

شاخص تمایز آشیان اکولوژیک نیز به صورت زیر محاسبه شد.

معادلهٔ [۷] $NDI = (b_{1,1} / b_{1,2}) (b_{2,2} / b_{2,1})$

لازم به ذکر است که برای محاسبه معادلات ۳، ۴ و ۵ از معادلات ۱ و ۲ موجود در بررسی منابع استفاده شد.

به منظور محاسبه درصد افت عملکرد نسبت به تیمارهای شاهد نیز از رابطه زیر استفاده گردید (Mamolos and Klburtji, 2001).

معادلهٔ [۸]

(عملکرد شاهد)/(عملکرد واقعی – عملکرد شاهد) = درصد افت عملکرد

نتایج

تأثیر تراکم سورگوم بر روي عملکرد و افت عملکرد سویا

نتایج نشان دا دکه عکس عملکرد تک بوته سویا در تمامی تراکم‌ها با افزایش تراکم سورگوم افزایش نشان داد (شکل ۱). مقادیر محاسبه شده برای پارامترهای عرض از مبدا و شیب هر خط رگرسیونی (جدول ۱) برای برآورد عملکرد سویا در واحد سطح (گرم در مترمربع) در تراکم‌ها ی مختلف سورگوم مورد استفاده گرفت. لازم به ذکر است که عملکرد در واحد سطح با توجه به معادلات مندرج در جدول ۲ برآورد شدند. نتایج نشان داد که میزان عملکرد در واحد سطح سویا با افزایش تراکم سورگوم کاهش می‌یابد (شکل ۲). این کاهش در تراکم‌های پایین سورگوم بیشتر از تراکم‌های بالا بود. بالاترین درصد افت عملکرد (۵۷ درصد) به ترتیب در تراکم‌های ۵۰ و ۱۲ بوته در مترمربع سویا و سورگوم مشاهده شد (شکل ۲).

مدل عکس عملکرد نه تنها برای نشان دادن ارتباط بین تراکم سورگوم و عملکرد سویا در واحد سطح مورد استفاده قرار گرفت، بلکه برای توصیف روابط بین تراکم و عملکرد سویا در واحد سطح نیز به کار گرفته شد. با این حال، معادلات به کار رفته برای این دو حالت متفاوت بودند (جدول‌های ۱ و ۳). مقادیر محاسبه شده برای پارامترهای جدول ۳، در تعیین معادلات مربوط به میزان عملکرد در واحد سطح (گرم در مترمربع) و در تراکم‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفت (جدول ٤).

ارتباط بین عملکرد سویا در واحد سطح و تراکم سویا در تراکم‌های مختلف سورگوم به حالت پارابولیک بود، ولی این رابطه برای تیمار عاری از سورگوم تا حدودی به حالت اسیمپتیک به دست آمد (شکل ٤).

با اینکه عملکرد سویا در واحد سطح (گرم در مترمربع) در تیمارهای عاری از سورگوم با افزایش تراکم سویا تا ۵۰ بوته در مترمربع (حداکثر تراکم کشت شده در این آزمایش) افزایش یافت، ولی در تراکم‌های ٤، ۸ و ۱۲ بوته در مترمربع سورگوم، میزان آن با افزایش تراکم‌های سویا به ترتیب تا ۳٤، ۳۲ و ۳٦ بوته در مترمربع افزایش و سپس کاهش نشان داد (شکل ٤).

بالاترین میزان عملکرد سویا در تیمارهای شاهد (در تمامی تراکم‌های مختلف) به دست آمد، ولی میزان آن با افزایش تراکم سورگوم کاهش یافت (شکل ٤). اختلافات بین تراکم صفر و سه تراکم دیگر سورگوم در تراکم‌های بالاتر از ٤۰ بوته در مترمربع سویا از نظر عملکرد شدیدتر بود (شکل ٤).

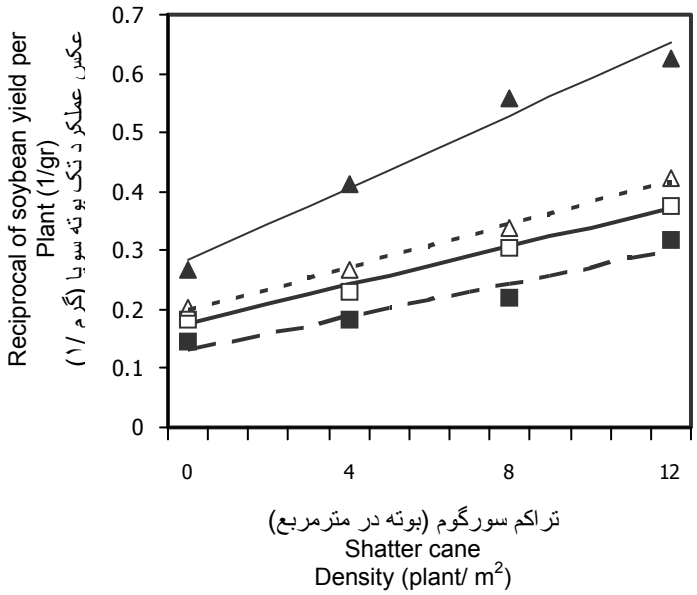
تعیین کمي ضرایب تداخل درون گونه‌اي و برون‌گونه‌اي

تجزیه رگرسیونی داده‌های مربوط به عملکرد سویا نشان داد که تأثیر تراکم سورگوم بر روی عملکرد سویا معنی‌دار است. بر این اساس عملکرد سویا با استفاده از معادله زیر برازش شد.

معادلهٔ[۷]

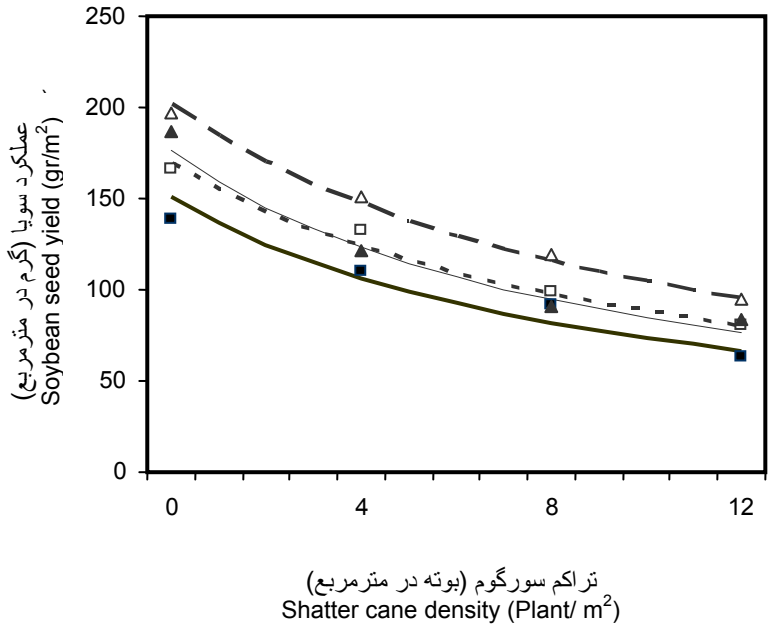
$W_1=1 / (-۰/۰۷۹۹٤۲+۰/۰۰۷۹N_1+۰/۰۱۹۸N_2)$

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]



شکل ۱ـ روند تغییرات عکس عملکرد تک بوته سویا ۲۰ (■----■)، ۳۰ (□——□)، ۴۰ (Δ----Δ) و ۵۰ (▲——▲) و تراکم سورگوم در تراکمهای ۴۰،۳۰،۲۰و ۵۰ بوته در متر مربع سویا

Fig. 1 Trend of variation in the reciprocal of Soybean *(Glycine max)* seed yield per plant and shatter cane (*Sorghum bicolor*) densities at soybean densities 20 (■----■), 30 (□——□), 40 (Δ----Δ) , and 50 (▲——▲)plants/m^2



شکل ۲ـ روند تغییرات عملکرد سویا در واحد سطح و تراکم سورگوم در تراکمهای ۲۰ (■——■)، ۳۰ (□----□)، ۴۰ (Δ——Δ) و ۵۰ (▲----▲) بوته در مترمربع سویا

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]

Fig. 2 Trend of variation in soybean *(Glycine max)* seed yield per unit area and shatter cane density (*Sorghum bicolor*) at soybean densities 20 (■——■), 30 (□·····▣), 40 (▲– – –▲), and 50(Δ———Δ) plants/m^2

جدول ۱ـ معادلات به کار رفته برای محاسبهٔ مدل عکس عملکرد تک بوته سویا در تراکم‌های مختلف سورگوم

Table 1. Applied equations for calculation of reciprocal of soybean yield per- plant at different densities of shatter cane

تراکم سویا (بوته در مترمربع)	معادلهٔ عکس عملکرد (گرم/۱)	r^2 تصحیح شده
Soybean density (plants/m^2)	Equation of yield reciprocal	R^2adj
20	1/W=0.13222+0.013962ds	0.88
30	1/W=0.17678+0.016268ds	0.89
40	1/W=0.19788+0.018306ds	0.92
50	1/W=0.2825+0.030826ds	0.76

جدول ۲ـ معادلات به کار رفته برای محاسبهٔ عملکرد سویا در واحد سطح (y) در تراکم‌های مختلف سورگوم

Table 2. Applied equations for calculation of soybean yield at various densities of shatter cane

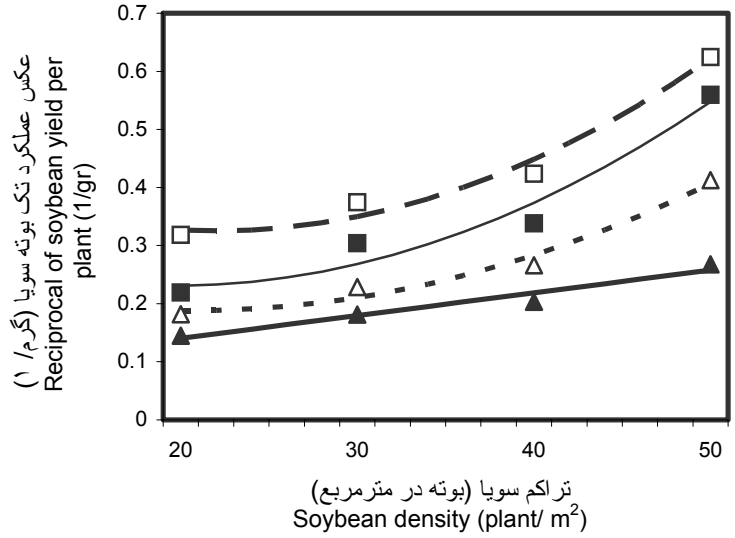
تراکم سویا (بوته در مترمربع)	معادلهٔ عملکرد (گرم در مترمربع)	r^2 تصحیح شده
Soybean density (plant/m^2)	Equation of yield (gr/m^2)	R^2adj
20	Y = 20/(0.13222+0.013962ds)	0.88
30	Y = 30/(0.17678+0.016268ds)	0.89
40	Y= 40/(0.19788+0.018306ds)	0.92
50	Y= 50/(0.2825+0.030826ds)	0.76

جدول ۳ـ معادلات به کار رفته برای محاسبهٔ عکس عملکرد تک بوتهٔ سویا در تراکم‌های مختلف سویا

Table 3. Applied equations for calculation of reciprocal of soybean yield per-plant at different densities of soybean

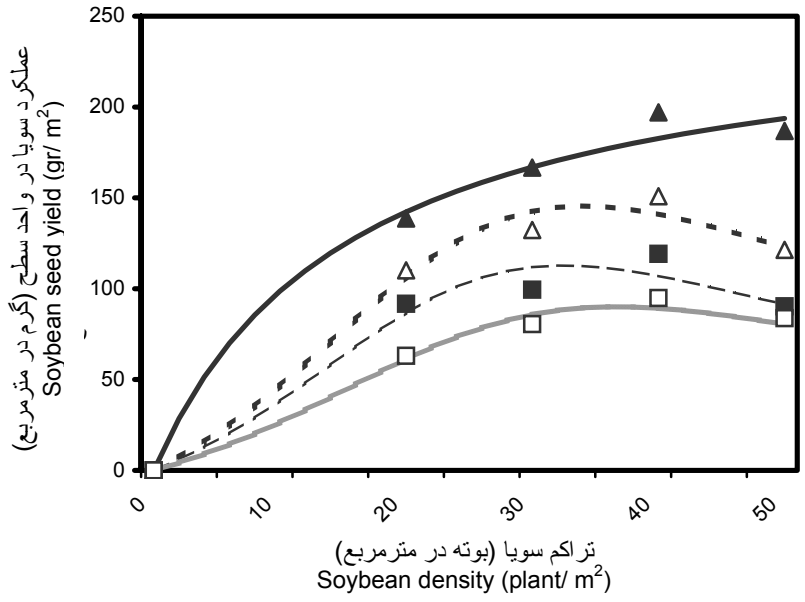
تراکم سورگوم (بوته در مترمربع)	معادلهٔ عملکرد (گرم/ ۱)	r^2 تصحیح شده
Shatter cane (plant/m^2)	Equation of yield reciprocal (1/gr)	R^2adj
0	1/W = 0.06219+0.00391dsy	0.9
4	1/W=0.29215-0.01022dsy+0.00025dsy^2	0.94
8	1/W=0.36085-0.0133dsy+0.00034dsy^2	0.86
12	1/W=0.29215-0.0165dsy+0.00038dsy^2	0.76

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]



شکل ۳ـ روند تغییرات عکس عملکرد تک بوته سویا در تراکم‌های مختلف سورگوم صفر (▲———▲)،
٤ (Δ.....Δ)، ۸ (■———■) و ۱۲ (□ــ ــ ــ□)

Fig. 3. Trend of variation in the reciprocal of Soybean *(Glycine max)* seed yield per plant and soybean density at shatter cane (*Sorghum bicolor*) densities of 0 (▲———▲), 4 (Δ.....Δ), 8 (■———■), and 12 (□ــ ــ ــ□) plants/m^2



شکل ۴ـ روند تغییرات عملکرد سویا در واحد سطح و تراکم سویا در تراکم‌های صفر (▲———▲)،
٤ (Δ.....Δ)، ۸ (■———■) و ۱۲ (□ــ ــ ــ□) بوته در مترمربع سورگوم

Fig. 4 Trend of variation in the reciprocal of Soybean *(Glycine max)* seed yield per unit area and soybean density at shatter cane (*Sorghum bicolor*) densities of 0 (▲———▲), 4 (Δ.....Δ), 8 (■———■), and 12 (□ــ ــ ــ□) plants/m^2

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]

در این رابطه، W_1 ، N_1 و N_2 به ترتیب عملکرد تک بوته سویا، تراکم سویا و تراکم سورگوم هستند.

ضریب تداخل درون گونه‌ای و برون گونه‌ای به ترتیب برابر با۰/۰۰۷۹ و ۰/۰۱۹۸۷ به دست آمد (جدول ۱). عکس عملکرد تک بوته سویا در شرایط عاری از رقابت معادل ۰/۰۷۹۹۹ شد که عکس آن بیانگر حداکثر عملکرد سویا است. واضح است که هر اندازه این عدد کوچکتر باشد، به همان اندازه نیز عملکرد تک بوته در شرایط عاری از رقابت افزایش می‌یابد. غالبیت سویا نیز (معادلهٔ ۳) برابر ۰/٤ برآورد شد.

بیوماس سورگوم نیز از طریق معادلهٔ زیر برازش شد.

معادلهٔ [۸]

$$W_2 = 1 / (-0/00317\text{٤} + 0/000\text{٧٦٤}N_2 + 0/000\text{١٤٢٥}N_1)$$

W_2، N_2 و N_1 به ترتیب بیوماس تک بوته سورگوم، تراکم‌های سورگوم و سویا را نشان می‌دهند. ضرایب تداخل درون گونه‌ای و برون گونه‌ای، همراه با غالبیت سورگوم در جدول ۵ آورده شده‌اند. حداکثر بیوماس تک بوتهٔ سورگوم معادل ۳۱۵/٤٦ گرم به دست آمد که از طریق معکوس کردن عرض از مبدا معادلهٔ [۸] حاصل شد. شاخص تمایز آشیان اکولوژیک معادل ۲/۰۹ بود که حاکی از وجود تمایز آشیان اکولوژیک است.

نسبت‌های ضرایب رگرسیونی نشان داد که براساس عملکرد سویا، یک بوته سورگوم معادل ۲/۵ بوته سویا و در مقابل براساس بیوماس سورگوم، هر تک بوتهٔ سویا معادل ۰/۱۸بوته سورگوم است.

شکل ۵ اثرات توام تراکم‌های سورگوم و سویا را بر روی عکس عملکرد تک بوته سویا نشان می‌دهد. در این شکل شیب صفحات عبارت از ضرایب رقابت است. ملاحظه می‌شود که شیب مربوط به تراکم‌های سورگوم بیشتر از شیب مربوط به تراکم‌های سویا است. بنابراین، ضریب رگرسیونی تداخل برون گونه‌ای بیشتر از ضریب رگرسیونی تداخل درون گونه‌ای است. در مورد اثرات توام تراکم‌های سورگوم و سویا بر روی عکس بیوماس تک بوته سورگوم (شکل ٦) مشاهده می‌شود که با افزایش تراکم هر دو گونه عکس بیوماس تک بوته سورگوم افزایش می‌یابد، ولی شیب مربوط به تراکم‌های سورگوم (ضریب رگرسیونی تداخل درون گونه‌ای) تندتر از شیب مربوط به تراکم‌های سویا (ضریب رگرسیونی تداخل برون گونه‌ای) است.

جدول ٤ـ معادلات به کار رفته برای محاسبهٔ عملکرد سویا در واحد سطح در تراکم‌های مختلف سویا

Table 4. Applied equation for calculation of soybean yield (gr/m^2) of different densities of soybean

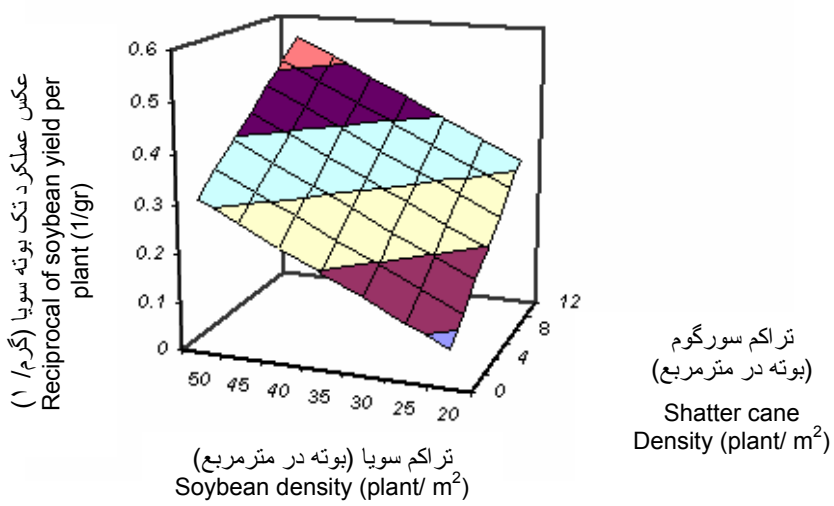
تراکم سورگوم (بوته در مترمربع) Soybean density ($plants/m^2$)	معادلهٔ عملکرد (گرم در مترمربع) Equation of yield (gr/m^2)	r^2 تصحیح شده R^2adj
0	$Y = dsy / (0.06219+0.00391\ dsy^2)$	0.88
4	$Y = dsy / (0.29215-0.01022dsy+0.00025dsy^2)$	0.89
8	$Y = dsy / (0.36085-0.0133dsy+0.00034dsy^2)$	0.92
12	$Y = dsy / (0.50604-0.0165dsy+0.00038dsy^2)$	0.76

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]

جدول ۵ـ برآورد عملکرد تک بوتهٔ سویا و بیوماس تک بوتهٔ سورگوم با استفاده از مدل عکس عملکرد

Table 5. Estimation of reciprocal of soybean yield per plant and shatter cane biomass per plant (1/W)

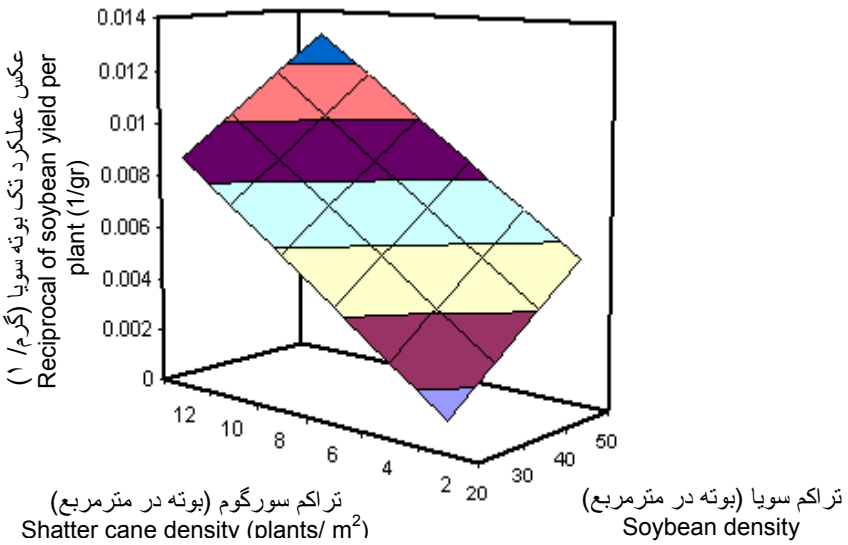
متغیر پاسخ Response variable 1/W	ضریب تداخل برون گونه‌ای Intraspecific interference coefficient ($1/gr.m^2$)	ضریب تداخل درون گونه‌ای Intraspecific interference coefficient ($1/gr.m^2$)	قدرت رقابتی Competitive ability	ضریب تبیین تصحیح شده R^2adj	سطح احتمال معنی دار شدن Probability level
عکس عملکرد تک بوتهٔ سویا (گرم/۱) Reciprocal of soybean yield per plant (1/gr)	0.01987	0.0079	0.4	0.81	0.00001
عکس بیوماس تک بوتهٔ سویا (گرم/۱) Reciprocal of shatter cane biomass per plant (1/gr)	0.00014	0.00076	5.23	0.78	0.00001



شکل ۵- نمایش سه بعدی اثرات توام تراکم‌های سورگوم و سویا بر روی عکس عملکرد دانه تک بوته سویا

Figure 5. Three dimensional plot of the combined effects of soybean and shatter cane densities on the reciprocal yield of soybean

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]



شکل ۶- نمایش سه بعدی اثرات توأم تراکم‌های سورگوم و سویا عکس بیوماس تک بوته سورگوم

Figure 6. Three-dimensional plot of the combined effects of soybean and shatter cane densities on the reciprocal yield of shatter cane (1/gr)

نتیجه‌گیری و بحث

ارتباط بین عملکرد سویا در واحد سطح و تراکم سورگوم در تراکم‌های مختلف سویا و نیز رابطهٔ بین عملکرد تک بوتهٔ سویا و تراکم سویا در تراکم‌های مختلف سورگوم به نحو مناسبی به وسیله معادلات عکس عملکرد نشان داده شدند (جدول‌های ۱ و ۳ و شکل‌های ۱ و ۳). به کارگیری مقادیر عددی محاسبه شده برای پارامترهای معادلات معکوس برای پیش‌بینی تغییرات عملکرد سویا در واحد سطح در تراکم‌های مختلف سورگوم و سویا با توجه به معادلات موجود در جدول‌های ۲ و ٤ بسیار موفقیت‌آمیز بود (شکل‌های ۲ و ٤). افزایش تراکم سورگوم عملکرد سویا را در واحد سطح در تراکم‌های مختلف آن کاهش داد، به طوریکه بالاترین افت عملکرد (۵۷ درصد) در بالاترین تراکم سویا مشاهده گردید (شکل ۲). دلیل این امر را می‌توان به افزایش تداخل درون‌گونه‌ای در بین بوته‌های سویا نسبت داد. در تراکم‌های پایین سورگوم، میزان کاهش در عملکرد سویا (گرم در مترمربع) بیشتر از تراکم‌های بالا بود. زیمداهل (Zimdahl, 1999) نیز اعلام کرد که در تراکم‌های پایین، رشد تک بوته‌ها بیشتر شده و اثر تراکم علف هرز بر روی گیاه زراعی بیشتر می‌شود. با توجه به حداکثر عملکرد سویا در واحد سطح، تراکم‌های مطلوب سویا در تراکم‌های صفر، ٤، ۸ و ۱۲ بوته در مترمربع سورگوم به ترتیب در تراکم‌های ۵۰، ۳٤، ۳۲ و ۳٦ بوته در مترمربع به دست آمد که نشان می‌دهد بخش اعظم اثرات دوگونه بر روی یکدیگر به تراکم سورگوم بستگی دارد. نقش این اثر در تراکم‌های بالاتر از ٤۰ بوته در مترمربع به‌نحو بارزتری مشخص است (شکل ٤). این نتایج به وسیلهٔ غالبیت پایین سویا (۰/٤) در مقایسه با سورگوم (۵/۲۳) تائید می‌شود. همچنین، تداخل درون گونه‌ای پایین سویا نسبت به تداخل برون گونه‌ای سورگوم، با توجه به عملکرد تک بوتهٔ سویا نشان داد که

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]

تأثیر یک بوتهٔ سورگوم بیش از یک بوتهٔ سویا است. (یک بوتهٔ سورگوم برابر با ۲/۵ بوته سویا). در مقابل، براساس بیوماس سورگوم، تداخل درون گونه‌ای بزرگتر از تداخل برون گونه‌ای بود، (یک بوتهٔ سویا معادل ۰/۱۸ بوته سورگوم). بنابراین، عملکرد رقیب قویتر (سورگوم) بیشتر تحت تأثیر رقابت درون گونه‌ای است در صورتی که عملکرد رقیب ضعیفتر (سویا) بیشتر تحت تأثیر رقابت برون گونه‌ای است.

بررسی اثرات توام تراکم‌های سویا و سورگوم بر روی عملکرد تک بوته سویا نشان داد که اثرات رقابت برون گونه‌ای سورگوم بر روی عکس عملکرد تک بوته سویا، بیشتر از اثرات رقابت درون گونه‌ای بوته‌های سویا است. در مقابل مشاهده می‌شود که اثرات رقابت برون گونه‌ای سویا بر روی عکس بیوماس تک بوته سورگوم، کمتر از اثرات رقابت درون گونه‌ای سورگوم است. رجمانک و همکاران (Rejmanek *et al*., 1998) گزارش کردند که یک بوتهٔ ارزن ژاپنی معادل با ۳/٦۷ بوتهٔ گوجه‌فرنگی است. در مقابل، براساس اثرات وارده بر روی بیوماس ارزن، یک بوتهٔ گوجه‌فرنگی معادل با ۰/١٤ ارزن ژاپنی محاسبه شد. این امر با توجه به اثرات اعمال شده بر روی بیوماس گوجه‌فرنگی مشخص شد. راعی (۱۳۷۷) گزارش کرد که یک بوتهٔ سورگوم از نظر قدرت رقابتی معادل ۳/۳ بوته شبدر برسیم و یک بوتهٔ شبدر برسیم معادل ۰/۳ بوتهٔ سورگوم است. دباغ (۱۳۸۱) گزارش کرد که در اجتماع اکولوژیک سویا و سورگوم، سورگوم رقیب قویتری نسبت به سویا است.

دونان و زیمداهل (Dunan and Zimdahl, 1991) گزارش کردند که NDI برای یولاف وحشی و جو بالاتر از یک به دست می‌آید. نتایج بررسی حاضر نیز نشان می‌دهد که NDI بالاتر از واحد است (۲/۰۹). این امر نشان می‌دهد که تمایز آشیان اکولوژیک وجود دارد و کشت مخلوط عملکرد بیشتری را نسبت به کشت‌های خالص گونه‌های انتخابی تولید می‌کند.

منابع مورد استفاده References

راعي. ۱۳۷۷. بررسی کشت مختلط سورگوم و شبدر برسیم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۱۲۰ صفحه.

دباغ. ع. ۱۳۸۱. اکولوژی اجتماع گیاهی سویا و سورگوم. پایان‌نامه دکتری زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

Beckett, T. H., E. W. Stoller and L. M. Wax. 1988. Interference of four annual weeds in corn.Weeds Sci. 36: 764-769.

Burnside, O. C. 1980. Shatter cane control in narrow row soybeans. Agron. J. 72: 753-757.

Burnside, O. C., G. A. Wicks and C. R. Fenster. 1997. Longevityof shatter cane seed in soil across Nebraska. Weed Sci. 17: 139-143.

Cannel, A. M. 1986. Interference of shatter cane in soybeans. M.S. Thesis, Univ. Illionis, Urban.Campoin, II. Pages 28-58.

Dunan, C. M. and R. L. zimdahl. 1991. Competitive ability of wild oats (*Avena fatua*) and barely (*Hordeun vulgare*). Weed Sci. 39: 558-563.

Fellows, G. M. and F. W. Roeth. 1992. Shatter cane (*Sorghum bicolor*) interference in soybean (*Glycine max*). Weed Sci. 40: 68-73.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]

Fribeank, L. G. and A. R. Watkinson. 1985. On the analysis of competition with two mixture of plants. J. Appl. Ecol., 22: 503-517.

Harrison, S. K. 1990. Interference and seed production by common lambs quartes (*Chenopodium album*) in soybean (*Glycin max*). Weed Sci. 38: 113-118.

Kropff, M. J. and A. P. Lotz. 1993. Emprical models for crop-weed competition. In: M. J. Kropff and H. H. Van laar (eds.). Modeling crop-weed interaction. CAB International in association with the international Rice Research Institute. pp. 9-24.

Mamolos, A. P. and K. L. Kalburtji. 2001. Competitive between Canada thistle and winter wheat.Weed Sci. 49: 755-759.

Mcwhorter, C. G. and E. E. Hartwing. 1972. Competition of Johnson grass and Cocklebur with six soybean varities. Weed Sci. 20: 56-59.

Panatone, D. J. and J. B. Baker. 1991. Reciprocal yield analysis of rice (*Oryza sativa*) competition in cultivated rice. Weed Sci. 39: 42-47.

Pantone, D. J., W. A. Williams and A. R. Maggenti. 1989. An alternative approach for evaluation the efficiency of potential biocontrol agents of weeds. 1. Inverse Linear. Weed Sci. 37: 771-777.

Park, S., L. R. Benjamin and A. R. Watkinson. 2003. The theory of plant competition models; an agronomic perspective. Annals of Botany. 92: 741-743.

Prather, T. S. and R. L. Callihan. 1991. Interference between yellow starstile and pubescent wheat grass during grass establishment. Journal of Range Management. 44(5). 443-447.

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

Roush, L. M., S. R. radosevich, R. G. Wagner, B. Maxwell and T. d. Petersen. 1989. A comparison of methods for measuring effects of density and proportion in plant competition experiments. Weed Sci. 37: 268-275.

Spiters, C. J. T. 1983. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. I.Estimation of competition effects. Neth. J. Agr. Sci. 31: 1-11.

Watkinson, A. R. 1984. Yield-density relationships: the influence of resource valiability on growth and self-thinning in populations of *Vulpia fasiculata*. Annals of Botany. 53:469-482.

Willey, R. W. and S. B. Heuth. 1960. The quantiative relationships between Plant population and crop yield. University of Reading. Reading. Berk shire, England. pp: 281-320.

Williams, C. S. and R. M. Itayes. 1984. Johnson grass competition in soybean. Weed Sci. 32:498-501.

Wright, A. J. 1981. The analysis of yield - density relation ship in binary mixture using inverse polynomials. J. Agric. Sci. Camb. 96: 561-567.

Vesecky, J. F., K. C. Feltner and R. L. Vanderlip. 1973. Wild cane and forages sorghum competition on grain sorghum. Weed Sci. 21: 28-32.

Zimdahl, R. L. 1999. Fundamental of weed science Academic press.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]

Assessment of soybean (*Glycine max*) and shatter cane(*Sorghum bicolor*) intercropping with using of reciprocal model of yield

Raee. Y[1]., K. Ghasemi-Golozani[2], A. Javanshir[3], H. Aliari[4] and S. A. Mohammadi[5]

Abstract

A field study was conducted to evaluate the effects of shatter cane and soybean densities on soybean seed yield, and to quantify interspecific and intraspecific interference coefficients. The relationship between soybean seed yield per plant and shatter cane density at different densities of soybean and also with soybean densities at different densities of shatter cane is well described by the reciprocal model. Soybean seed yield per unit area decreased with increasing shatter cane densities. The highest yield loss (57%) was related to 50 and 12 plants/m^2 of soybean and shatter cane densities, respectively. Optimum soybean densities on the basis of maximum soybean seed yield per unit area at 0, 4, 8, and 12 plants/m^2 of shatter cane were achieved at 50, 34, 32, and 36plants/m^2. The combined effects of soybean and shatter cane densities showed that shatter cane was a stronger competitor than soybean, as a shatter cane plant was equal to 2.5 soybean plants, based on soybean seed yield. In contrast, a soybean plant was equal to 0.18 shatter cane plant, on the basis of shatter cane biomass. It was, therefore, concluded that the superior competitor was mostly affected by intraspecific interference, but the weaker competitor was mostly affected by interspecific interference.

Key words: Soybean, Shatter cane, Competition, Reciprocal model of yield, Seed yield, Biological yield.

Received: December, 2003
1- Assistant Professor, The University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. (Corresponding author)
2 and 5- Assistant professor, The University of Tabriz, Iran.
3 and 4- Professor, The University of Tabriz, Iran.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.1.0]