

## بررسی رقابت در اجتماع گیاهی سویا و سورگوم با استفاده از مدل عکس عملکرد

عادل دباغ محمدی نسب، عزیز جوانشیر، هوشنگ آلیاری، محمد مقدم و حمدا. کاظمی

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: ۸۲/۶/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۳/۵/۵

### چکیده

به منظور بررسی رقابت درون گونه‌ای و برون گونه‌ای در اجتماع سویا-سورگوم به روش عکس عملکرد، آزمایش مزرعه‌ای در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در خلعت‌پوشان در سال ۱۳۷۹ اجرا گردید. طرح آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار پیاده شد. فاکتور اول شامل رقم سویا در دو سطح (هارکور و ویلیامز)، فاکتور دوم شامل تراکم سویا در سه سطح (۳۰، ۵۰ و ۷۰ بوته در مترمربع) و فاکتور سوم شامل تراکم سورگوم در سه سطح (۵، ۱۰ و ۱۵ بوته در مترمربع) و همچنین کشت‌های خالص سویا و سورگوم در تراکم‌های مورد نظر بودند. ضریب رقابت برون گونه‌ای سورگوم بر روی سویا بیشتر از رقابت برون گونه‌ای سویا بر روی سورگوم بود. سورگوم از اثرات رقابت درون گونه‌ای بزرگتری نسبت به اثرات رقابتی سویا بر روی سورگوم برخوردار بود. همچنین بوته‌های سویا کمتر از بوته‌های سورگوم رقابت درون گونه‌ای را نشان دادند. رقم ویلیامز در مقایسه با رقم هارکور اثرات درون گونه‌ای کمتر داشته است و رقابت بیشتری را بر روی سورگوم اعمال کرد. اثر رقابت نسبی در مورد عملکرد بیولوژیک سویا برای ارقام هارکور و ویلیامز به ترتیب ۰/۱۱۷ و ۰/۲۲۳ به دست آمد که نشانگر قوی بودن ویلیامز از نظر قابلیت رقابت با سورگوم می‌باشد. عملکرد نسبی رقم هارکور نسبت به ویلیامز در بازتاب به افزایش تراکم سورگوم، افت بیشتری را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد نسبی، رقابت درون گونه‌ای، رقابت برون گونه‌ای، سویا، سورگوم

۱۲۰



### مقدمه

سیستم‌های پایدار بر اساس اصول اکولوژیک استوار بوده و از نهاده‌های شیمیایی و انرژی تبعیت نمی‌کنند. بنابراین، در این راستا بررسی روابط موجود بین دو یا چند گونه گیاهی و اکولوژی اجتماع گیاهی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشند. (جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۹؛ کوچکی و همکاران، ۱۳۷۳). به منظور دستیابی به حداکثر بهره‌وری در سیستم مخلوط، به درک دقیق روابط درون و برون گونه‌ای نیاز است (رادوسویچ، ۱۹۸۸ و پیرزاد و همکاران، ۱۳۷۸). رقابت وضعیتی است که در آن هر یک

از گیاهان در مورد یک یا چند عامل محدود با یکدیگر کشمکش دارند (جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۹ و باربور و همکاران، ۱۹۸۰). رقابت می‌تواند بصورت رقابت در بین اندام‌های یک گیاه باشد، رقابت درون گونه‌ای<sup>۱</sup> عبارت از اثرات متقابل منفی در بین گیاهان یک گونه می‌باشد و رقابت برون گونه‌ای<sup>۲</sup> تداخل در میان گونه‌های مختلف گیاهی را بیان می‌کند. قدرت رقابتی تأثیری است که یک واحد بیوماس یا سایر ویژگی‌ها از یک گونه بر روی گونه

دیگر دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۳). برای اندازه‌گیری رقابت و سایر انواع تداخل از برخی از کمیت‌های رشد مانند عملکرد استفاده می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۳ و ویرنندر و همکاران، ۱۹۹۶). عملکرد ممکن است برحسب عملکرد دانه یا بیوماس کل در نظر گرفته شود. در عین حال استفاده از عملکرد برای هر گونه، بهترین روش اندازه‌گیری رقابت به‌شمار می‌رود. روش‌ها و طرح‌های متعددی برای مطالعه روابط برون‌گونه‌ای کشت مخلوط و اجتماعات گیاهی وجود دارد. برای هر یک از این آزمایش‌ها سه عامل تراکم، آرایش فضایی و نسبت گونه‌ای با درجات متفاوت را در نظر می‌گیرند. از این روش‌ها می‌توان به طرح‌های افزایشی<sup>۱</sup>، جانشینی<sup>۲</sup> و سیستماتیک اشاره کرد (جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۹). مدل عکس عملکرد<sup>۳</sup> در سیستم‌های گیاه زراعی- گیاه زراعی و گیاه زراعی- علف هرز و یا سایر اجتماعات گیاهی، به‌منظور پیش‌بینی موفقیت یک گونه با تغییر تراکم نسبی سایر گونه‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (کروپف و لوتز، ۱۹۹۳؛ اسپیتز و همکاران، ۱۹۸۹ و اسپنسر و ساندر، ۲۰۰۰). قانون عکس عملکرد به‌عنوان پایه مطالعات رقابت مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل، ارتباط رگرسیونی موجود در بین وزن تک بوته و تراکم گیاه را بیان می‌دارد و یکی از معتبرترین روش‌ها جهت تعیین اثرات کلی رقابت، قدرت رقابتی و تمایز آشیان اکولوژیک گونه‌هاست. در مدل مزبور، فرض‌ها بر این است که اثرات رقابتی بر روی تغییرات عکس عملکرد هرگونه بصورت افزایشی است، همچنین اثرات تداخلی مستقل از جمعیت کل گونه‌ها بوده و آرایش گیاهان ثابت می‌باشد (رادوسویچ، ۱۹۸۸ و اسپیتز و همکاران، ۱۹۸۹). مدل‌های ریاضی شامل مدل عکس عملکرد، بدلیل مزایای فراوان از قبیل فهم بهتر پدیده‌های بیولوژیک، امکان انجام برون‌یابی و ارایه نتایج بصورت خلاصه و مفید در

تحقیقات کشاورزی رواج بیشتری پیدا کرده‌اند (جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۹ و رادوسویچ، ۱۹۸۸).

مدل عکس عملکرد بر اساس رابطه هذلولی مستطیلی عملکرد- تراکم استوار است که در آن از روش رگرسیون خطی زیر استفاده می‌شود:

$$Y = N / (a + bN) \quad \text{رابطه [۱]}$$

در این مدل  $Y$ ، عملکرد در واحد سطح،  $N$  تراکم در واحد سطح و  $a$  و  $b$  ضرایب معادله می‌باشند.

به‌منظور بررسی تغییرات عملکرد تک بوته ( $W$ ) نسبت به تغییر تراکم می‌توان رابطه ۱ را بصورت زیر نوشت:

$$W = Y/N = 1 / (a + bN) \quad \text{رابطه [۲]}$$

در نهایت مدل عکس عملکرد تک بوته بصورت رابطه [۳] در می‌آید:

$$W^{-1} = a + bN \quad \text{رابطه [۳]}$$

معادله فوق برای دو گونه و بیشتر نیز قابل تعمیم می‌باشد (شینوزاکی و کیرا، ۱۹۵۶). مدل عکس عملکرد به‌عنوان یکی از روش‌های معتبر تجزیه رقابت، ضمن تعیین اثرات رقابت درون و برون‌گونه‌ای به صورت کمی قادر است قدرت رقابتی دو گونه را نیز بصورت کمی در آورد (پانتون و بیگر، ۱۹۹۱ و اسپیتز، ۱۹۸۳). سویا به‌عنوان یک گیاه روغنی (۳۵-۴۵ درصد روغن در دانه) و پروتئینی (۲۴-۱۶ درصد) در جهان مقام اول را دارد و دارای ارقام مختلفی از نظر ویژگی‌های رشدی و مورفولوژیک و رسیدگی می‌باشد (ناصری، ۱۳۷۰). سورگوم با تیپ‌های مختلف موارد مصرف زیادی داشته و ارقام مختلف از تیپ علوفه‌ای آن با سرعت رشدی زیاد و تولید بالا در نقاط مختلف دنیا کشت می‌گردد. اهداف اصلی پژوهش حاضر بررسی رقابت دو رقم سویا با سورگوم در حالت کشت مخلوط با استفاده از مدل خطی عکس عملکرد، تعیین ضرایب رقابت درون‌گونه‌ای و برون‌گونه‌ای به همراه معیارهای رقابتی دیگر و مقایسه تفاوت‌های دو رقم سویا از نظر قابلیت رقابتی می‌باشد.

- 1- Additive
- 2- Substitutive
- 3- Reciprocal yield model



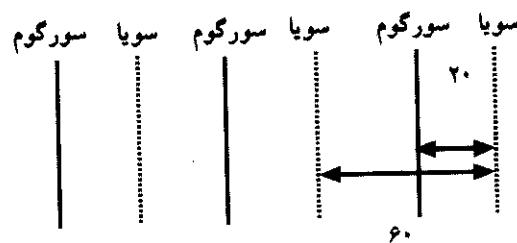
## مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۷۹ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در هشت کیلومتری شرق تبریز اجرا گردید. اقلیم منطقه آزمایش نیمه‌استپی سرد و یا نیمه‌خشک بوده و میانگین متوسط دما و بارندگی سالیانه در طی یک دوره ده ساله به ترتیب برابر ۱۰ درجه سانتی‌گراد و ۲۷۱ میلی‌متر گزارش شده است (جعفرزاده، ۱۳۷۷). خاک محل آزمایش تا عمق ۳۰ سانتی‌متری از نوع شنی لومی و حاوی ۱۴ درصد رس، ۲۳ درصد سیلت، ۶۰ درصد شن و ۰/۸ درصد مواد آلی می‌باشد. هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع (EC) معادل ۰/۵۲ دسی‌زیمنس بر متر و میزان pH خاک در حدود ۷/۳ است. میزان بارندگی و متوسط دمای منطقه آزمایش در فصل زراعی (اردیبهشت تا شهریور) به ترتیب ۳۰/۲ میلی‌متر و ۲۰/۴ درجه سانتی‌گراد بود.

در فصل پاییز به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار  $P_2O_5$  و به هنگام بهار ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به خاک اضافه شد. بذور سویا قبل از کاشت با باکتری *Brady-rhizobium japonicum* به میزان ۳۶ گرم برای ۱۰ کیلوگرم بذر آغشته گردید. بذور سویا و سورگوم به صورت همزمان در نیمه اول اردیبهشت ماه در عمق سه سانتی‌متر و با رعایت تراکم‌های مورد نظر در محل داغاب و هر کدام در یک طرف پشته کشت گردیدند. عملیات وجین علف‌های هرز بطور مرتب انجام و آبیاری نیز در هر هفته یک بار اجرا شد.

آزمایش کشت مخلوط افزایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار پیاده شد. فاکتور اول شامل رقم سویا در دو سطح (هارکور و ویلیامز از گروه‌های ۲ و ۳ رسیدگی)، فاکتور دوم شامل تراکم سویا در سه سطح (۳۰، ۵۰ و ۷۰ بوته در مترمربع) و فاکتور سوم شامل تراکم سورگوم در سه سطح (۵، ۱۰ و ۱۵ بوته در مترمربع) و همچنین کشت‌های خالص سویا و سورگوم در تراکم‌های مورد نظر بودند. از سورگوم تیپ علوفه‌ای رقم اسپیدفید در این آزمایش استفاده گردید. آزمایش در کل شامل ۸۱ پلات بوده و هر واحد آزمایش شامل ۶ ردیف سویا و سورگوم به طول ۲ متر بود. فاصله ردیف‌های سویا ۶۰ سانتی‌متر بوده و سورگوم‌ها با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از ردیف سویا کشت شدند. بین واحدهای آزمایشی دو ردیف نکاشت معادل ۱۲۰ سانتی‌متر فاصله گذاشته شد.

دو رقم سویا بطور همزمان به مرحله رسیدگی برداشت رسیدند و در زمان برداشت سویا بوته‌های سورگوم به منظور تعیین بیوماس برداشت گردیدند. عملکرد دانه سویا با توزین بذور با رطوبت حدود ۱۴ درصد تعیین گردید. بیوماس سویا و سورگوم در واحد سطح و در بوته با قرار دادن بوته‌ها در آون (۷۸ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۴۸ ساعت و پس از ثابت ماندن وزن خشک به دست آمدند.



شکل ۱- آرایش فضایی سویا و سورگوم در پلات آزمایشی.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات تراکم سویا و سورگوم بر روی عملکرد تک بوته سویا و بیوماس سورگوم معنی دار بوده است. همچنین ترکیب تیماری رقم در تراکم سویا و تراکم سویا در تراکم سورگوم بر روی بیوماس سورگوم اثرات معنی داری داشتند (جدول ۱). مدل‌های عکس عملکرد برای برآورد ضرایب رقابت درون‌گونه‌ای و برون‌گونه‌ای با استفاده از رابطه‌های [۴] و [۵] مورد برآزش قرار گرفته و در جدول ۲ درج شده‌اند. بررسی ضرایب رقابت درون‌گونه‌ای در دو گیاه سویا و سورگوم نشان می‌دهد که برای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک هر دو رقم سویا کمیت رقابت درون‌گونه‌ای ( $B_{11}$ ) کمتر از رقابت برون‌گونه‌ای سورگوم بر روی سویا ( $B_{12}$ ) می‌باشد. بدین مفهوم که در حالت اجتماع دو گیاه، یک بوته سویا از بوته‌های سورگوم مجاور اثرات رقابتی بیشتری را نسبت به بوته‌های سویا دریافت کرده است. مقایسه دو رقم سویا حاکی از آن است که رقم هارکور نسبت به رقم ویلیامز از میزان رقابت درون‌گونه‌ای بیشتری برخوردار است، بطوریکه ضریب رقابت درون‌گونه‌ای برای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک رقم ویلیامز نسبت به رقم هارکور به ترتیب ۲۹ و ۲۰ درصد کمتر می‌باشد.

میزان تأثیر رقابتی سورگوم بر روی عملکرد دانه و بیولوژیک رقم هارکور بیشتر از رقم ویلیامز می‌باشد. این برتری با درصد اختلاف رقابت برون‌گونه‌ای سورگوم بر روی هارکور با رقابت برون‌گونه‌ای سورگوم بر روی ویلیامز قابل محاسبه بوده که در مورد عملکرد دانه ۳۸ درصد و در مورد عملکرد بیولوژیک ۲۹ درصد بوده است (جدول ۲). کمیت ضریب رقابت بدین مفهوم است که اضافه شدن یک بوته از گونه موردنظر در هر مترمربع به چه میزان باعث تغییر در عکس عملکرد تک بوته گونه دیگر می‌گردد.

مدل عکس عملکرد برای اجتماع دو گونه به صورت روابط [۴] و [۵] تعیین گردید:

$$1/W_1 = A_1 + B_{11} N_1 + B_{12} N_2 \quad \text{رابطه [۴]}$$

$$1/W_2 = A_2 + B_{21} N_1 + B_{22} N_2 \quad \text{رابطه [۵]}$$

در این روابط  $W_1$  و  $W_2$  به ترتیب بیوماس یا عملکرد تک بوته گونه اول (سویا) و دوم (سورگوم)،  $N_1$  و  $N_2$  به ترتیب تراکم گونه اول و دوم،  $B_{11}$  و  $B_{22}$  به ترتیب ضریب رقابت درون‌گونه‌ای برای گونه اول و دوم،  $B_{12}$  و  $B_{21}$  ضریب رقابت برون‌گونه‌ای گونه دوم بر روی گونه اول،  $A_1$  و  $A_2$  به ترتیب حداکثر عکس عملکرد یا بیوماس تک بوته برآورد شده به ترتیب برای گونه اول و دوم می‌باشند (رادوسویچ، ۱۹۸۸).

قابلیت رقابت نسبی (RCA) توسط روابط زیر تعیین گردیدند (روش و همکاران، ۱۹۸۹؛ رایت، ۱۹۸۱).

$$RCA_1 = B_{11} / B_{12} \quad \text{رابطه [۶]}$$

$$RCA_2 = B_{22} / B_{21} \quad \text{رابطه [۷]}$$

روابط  $RCA_1$  و  $RCA_2$  به ترتیب قابلیت رقابت نسبی برای گونه اول و دوم می‌باشند.

اثر رقابت نسبی (RCE) نیز با استفاده از روابط زیر

محاسبه شد:

$$RCE_1 = B_{21} / B_{11} \quad \text{رابطه [۸]}$$

$$RCE_2 = B_{12} / B_{22} \quad \text{رابطه [۹]}$$

عملکرد نسبی سویا و سورگوم با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

رابطه [۱۰] عملکرد گونه  $i$  در حالت کشت خالص /

$$RY_i = \text{عملکرد گونه } i \text{ در حالت کشت مخلوط}$$

در مورد ویژگی‌های اندازه‌گیری شده، تجزیه واریانس انجام گردید. پس از انجام تجزیه رگرسیون در مورد عکس عملکرد تک بوته سویا و بیوماس سورگوم، منحنی‌های برآزش ترسیم شدند.



جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد دانه تک بوته سویا و بیوماس سورگوم.

| منابع تغییر                  | درجه آزادی | میانگین مربعات | عملکرد تک بوته سویا | بیوماس سورگوم |
|------------------------------|------------|----------------|---------------------|---------------|
| تکرار                        | ۲          |                | ۱/۸۹*               | ۶۴۸/۲         |
| رقم سویا                     | ۱          |                | ۰/۲۸۹               | ۹۴۰۷/۳۵       |
| تراکم سویا                   | ۲          |                | ۱۹/۸۳***            | ۸۸۹۲۵/۶***    |
| رقم*تراکم سویا               | ۲          |                | ۰/۰۵۳               | ۳۳۹۳۳/۴*      |
| تراکم سورگوم                 | ۳          |                | ۱۵/۸۳***            | ۴۳۲۰۰۶/۲***   |
| رقم*تراکم سورگوم             | ۳          |                | ۰/۲۵۸               | ۷۱۴۳/۹        |
| تراکم سویا*تراکم سورگوم      | ۶          |                | ۱/۰۱۷               | ۳۷۱۹۵/۵***    |
| رقم* تراکم سویا*تراکم سورگوم | ۶          |                | ۰/۴۸۴               | ۷۵۸۳/۷        |
| خطا                          | ۴۶         |                | ۰/۵۷۵               | ۸۵۳۲/۴        |
| کل                           | ۷۱         |                |                     |               |

\* و \*\* و \*\*\* برترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

نتایج حاصل بیانگر این است که با وجود آرایش فضایی همسان در اجتماع هارکور- سورگوم و ویلیامز- سورگوم، رقم هارکور نسبت به ویلیامز اثرات رقابتی بیشتری را از بوته‌های هم نوع خود دریافت می‌کند. همچنین سورگوم در اعمال فشار رقابتی بر روی هارکور نسبت به ویلیامز از توانایی بیشتری برخوردار است. به عبارت دیگر، رقم ویلیامز نسبت به هارکور رقیب قوی‌تری برای سورگوم می‌باشد. ضرایب رقابت برون‌گونه‌ای سویا بر روی سورگوم ( $B_{11}$ ) نسبت به ضرایب رقابت برون‌گونه‌ای سورگوم بر روی سویا ( $B_{12}$ ) از مقادیر کوچکتری برخوردار است، بدین مفهوم که سویا رقیب ضعیف‌تری برای سورگوم بوده است و برعکس. دلیل این امر را می‌توان به بیشتر بودن اندازه بوته و قدرت رشدی سورگوم نسبت داد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۳). بوته‌های سورگوم در مجاورت رقم ویلیامز نسبت به رقم هارکور اثرات رقابت برون‌گونه‌ای را حدود ۳۴ درصد بیشتر تجربه کرده‌اند (جدول ۲).

عطری (۱۳۷۷) با بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا گزارش کرد که رقابت درون‌گونه‌ای ذرت بیشتر از رقابت برون‌گونه‌ای آن با لوبیاست.

قابلیت رقابت نسبی (RCA) برای عملکرد دانه و بیولوژیک سویا به تفکیک رقم نشان داد که ویلیامز نسبت به هارکور از RCA بیشتری برخوردار می‌باشد. مقادیر RCA بدین مفهوم بیولوژیک هستند که هر بوته هارکور و ویلیامز به ترتیب به اندازه ۰/۲۷ و ۰/۳۱ بوته سورگوم بر روی عکس عملکرد دانه خود تأثیر داشته‌اند. همچنین هر بوته هارکور و ویلیامز به ترتیب معادل ۰/۳۴ و ۰/۴ بوته سورگوم بر روی عکس عملکرد بیولوژیک خود تأثیرات رقابتی را اعمال کرده‌اند. در مقابل هر بوته سورگوم توانسته است معادل ۹/۵ بوته هارکور و ۵/۳ بوته ویلیامز اثر رقابتی را بر روی عکس عملکرد بیولوژیک سورگوم اعمال کند. پایین بودن مقادیر عددی RCA برای سویا در مقایسه با سورگوم بدلیل بیشتر بودن ضریب رقابت برون‌گونه‌ای نسبت به رقابت درون‌گونه‌ای سویا می‌باشد، یعنی یک بوته سویا بیشتر از اینکه تحت تأثیر رقابت بوته‌های سویا قرار گیرد، از رقابت بوته‌های سورگوم متأثر می‌شود.

براساس گزارش پیرزاد و همکاران (۱۳۸۱) سویا رقیب ضعیف‌تری برای ذرت به‌شمار می‌آید و رقابت برون‌گونه‌ای ذرت با سویا نسبت به رقابت درون‌گونه‌ای سویا بیشتر است. در تحقیقی بر روی کشت مخلوط ذرت



و لوبیا چشم بلبلی، بوته‌های ذرت از ضریب غالبیت بالاتری نسبت به سویا برخوردار بودند (سعید وزان و محمد جعفر بحرانی، ۱۳۷۷).

در مدل‌های خطی عکس عملکرد، عرض از مبدأ (A) نشان‌دهنده حداکثر عملکرد تک‌بوته در شرایط عاری از رقابت می‌باشد و هر چه کمیت A بیشتر باشد، عملکرد تک‌بوته در شرایط فاقد رقابت بیشتر خواهد بود (رادوسویچ، ۱۹۸۸ و رایت، ۱۹۸۱). علامت منفی برای A ناشی از خطای برآورد بوده و فاقد مفهوم بیولوژیک می‌باشد. عملکرد تک‌بوته سویا با تراکم سویا و سورگوم روابط رگرسیونی خطی و کاهشی را نشان دادند که حاکی از وجود اثرات رقابتی است. شیب نزولی خط برای تراکم سورگوم (۰/۱۴۵۶-) به مراتب بیشتر از تراکم سویا (۰/۰۴۵۵-) به دست آمد (شکل ۲). براساس شکل ۳، افزایش تراکم سورگوم در تمامی سطوح تراکم سویا موجب کاهش خطی بیوماس تک‌بوته سورگوم گردید، در عین حال، سرعت این کاهش با افزایش تراکم سویا بیشتر شد. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شدت رقابت در بین بوته‌های سورگوم در صورت وجود بوته‌های بیشتر سویا تشدید شده است و این امر ناشی از کمبود فضا و

عوامل غذایی و آبی در دسترس می‌باشد. نمودارهای سه بعدی مدل عکس عملکرد، اثرات توأم تراکم‌های مختلف دو گونه را بر روی عکس عملکرد دانه و بیولوژیک هرگونه نشان می‌دهند (شکل‌های ۴ و ۵). شیب صفحه در جهت تراکم گونه هم نوع، میزان رقابت درون‌گونه‌ای و در جهت تراکم گونه دیگر، رقابت برون‌گونه‌ای را مشخص می‌سازد. حداقل عکس عملکرد تک‌بوته در هر دو رقم سویا مربوط به تراکم ۳۰ بوته در مترمربع سویا و فقدان سورگوم می‌باشد. به همین ترتیب حداکثر عکس عملکرد نیز به تراکم ۷۰ بوته در مترمربع سویا و تراکم ۱۵ بوته در مترمربع سورگوم مربوط است. در هر دو رقم، عکس عملکرد تک‌بوته سویا به موازات افزایش تراکم‌های سورگوم و سویا رو به افزایش نهاد (شکل ۴). این تغییرات بیانگر افزایش رقابت در بین بوته‌های سویا به موازات افزایش تراکم سویا و سورگوم می‌باشد. شیب بیشتر صفحه عکس عملکرد تک‌بوته در جهت افزایش تراکم سورگوم نسبت به جهت تراکم سویا نشان‌دهنده تأثیر رقابت برون‌گونه‌ای بیشتر سورگوم در مقایسه با رقابت درون‌گونه‌ای سویا است (شکل ۴).

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

| رقم سویا | W-1             | A1-A2     | B11, B22   | B12, B21    | A1-1, A2-1 | RCC  | R2   |
|----------|-----------------|-----------|------------|-------------|------------|------|------|
| هارکور   | عکس عملکرد دانه | -۰/۹۸     | ۰/۱۰۸۶**   | ۰/۰۴۰۱۹۱**  | ۳/۵        | ۰/۲۷ | ۰/۷۶ |
| ویلیامز  | تک بوته سویا    | -۰/۰۵۷    | ۰/۰۰۷۷*    | ۰/۰۲۴۷۶۶**  | ۹/۵        | ۰/۳۱ | ۰/۹  |
| هارکور   | عکس بیوماس      | -۰/۰۱۵۷۵۵ | ۰/۰۰۲۴۷۷۹* | ۰/۰۰۷۱۸۵۶** | ۶۳/۷       | ۰/۳۴ | ۰/۹۶ |
| ویلیامز  | تک بوته سویا    | -۰/۰۱۳۱۶۵ | ۰/۰۰۱۹۷۶۱* | ۰/۰۰۴۹۲۳۹** | ۷۶         | ۰/۴  | ۰/۹۴ |
| هارکور   | عکس بیوماس      | -۰/۰۰۶۵۷  | ۰/۰۰۲۷۵۷** | ۰/۰۰۰۲۹*    | ۱۵۳/۸      | ۹/۵  | ۰/۷۶ |
| ویلیامز  | تک بوته سورگوم  | -۰/۰۱۱    | ۰/۰۰۲۳۳*   | ۰/۰۰۰۴۴*    | ۹۰         | ۵/۳  | ۰/۷۵ |

\*، \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

A1-A2: عکس حداکثر وزن تک بوته در شرایط عاری از رقابت (گرم/۱)

B11-B22: کمیت رقابت درون‌گونه‌ای (تعداد \*گرم / مترمربع)

B12-B21: کمیت رقابت برون‌گونه‌ای (تعداد \*گرم / مترمربع)

RCC: قابلیت رقابت

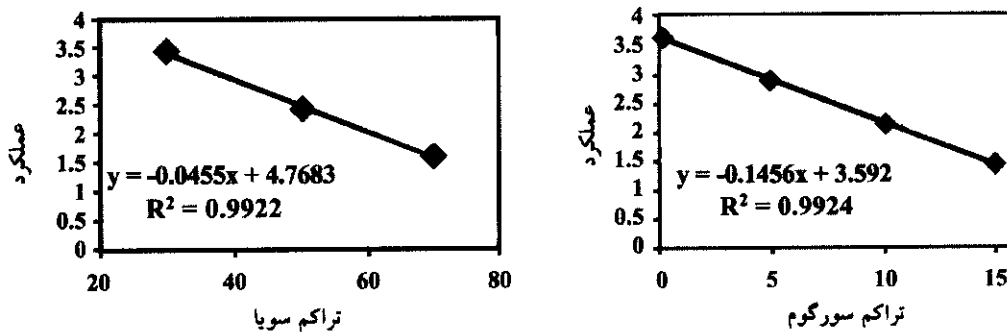


کشت مخلوط با ذرت در برخی از تراکم‌ها اثرات مثبتی را در رشد ذرت داشته و بدین دلیل عملکرد دانه ذرت در تراکم پایین سویا بیشتر شده است. پارک و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی رقابت در کشت مخلوط ذرت و لوبیا با استفاده از مدل عکس عملکرد، گزارش نمودند که افزایش تراکم لوبیا تأثیر کمی بر روی عملکرد ذرت داشت ولی عملکرد لوبیا به تبع افزایش تراکم لوبیا و ذرت به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌دار پیدا کرد.

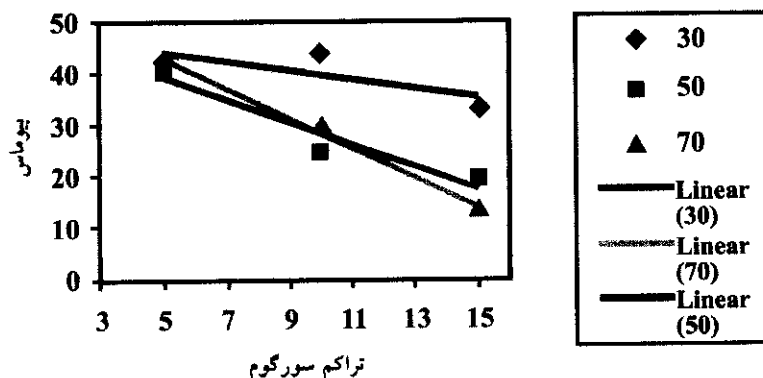
نسبت قابلیت رقابت نسبی (سویا /RCA) سورگوم نشان‌دهنده قابلیت رقابتی کلی یک گونه از نظر رقابت درون و برون‌گونه‌ای در مقایسه با گونه دیگر می‌باشد. این نسبت برای هارکور و ویلیامز به ترتیب ۲۷/۹ و ۱۳/۲۵ بوده است. نسبت بزرگتر نشانگر تفاوت بیشتر در قابلیت رقابت دو گونه می‌باشد. بنابراین رقم ویلیامز در مقایسه با هارکور رقیب قوی‌تر برای سورگوم به حساب می‌آید. به عبارت دیگر، سورگوم توانسته است فشار رقابتی کمتری را بر روی ویلیامز اعمال نماید.

عکس بیوماس تک‌بوته سورگوم در کلیه تراکم‌های سویا متناسب با افزایش تراکم سورگوم رو به افزایش نهاد، بطوریکه شیب صفحه در جهت تراکم سورگوم به مراتب بیشتر بود و این امر نشانگر اعمال اثرات رقابت قابل توجه بوته‌های سورگوم نسبت به بوته‌های سویا بر روی بیوماس تک‌بوته سورگوم می‌باشد (شکل ۵). شیب مربوط به تراکم سورگوم حدود ۹/۵ برابر شیب مربوط به تراکم رقم هارکور و ۵/۳ برابر شیب مربوط به تراکم ویلیامز می‌باشد (جدول ۲). دلیل این امر که اختلاف شیب صفحات در دو جهت چندان مشخص نیست، عدم مقیاس یکسان در دو محور تراکم سورگوم و سویا می‌باشد. در مجموع می‌توان عنوان کرد که سورگوم رقیب قوی‌تری نسبت به سویا است.

در یک بررسی بر روی کشت مخلوط ذرت و لوبیا شیب مربوط به تراکم‌های مختلف ذرت ۲۹ مرتبه بزرگتر از شیب مربوط به تراکم‌های لوبیا از نظر اثر بر روی عکس وزن دانه ذرت گزارش شد (عطری، ۱۳۷۷). براساس گزارش بیجندی و رحیمیان (۱۳۷۷) رقم ویلیامز سویا در



شکل ۲- رابطه رگرسیونی تراکم سویا و تراکم سورگوم با عملکرد دانه تک بوته سویا (گرم).

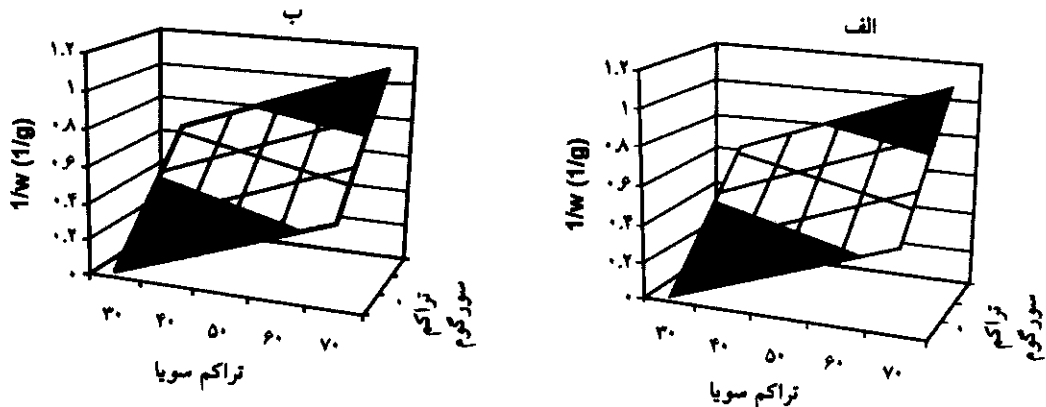


شکل ۳- رابطه رگرسیونی تراکم سورگوم با بیوماس تک بوته سورگوم (گرم) در تراکم‌های مختلف سویا (۳۰-۵۰-۷۰ بوته در مترمربع).

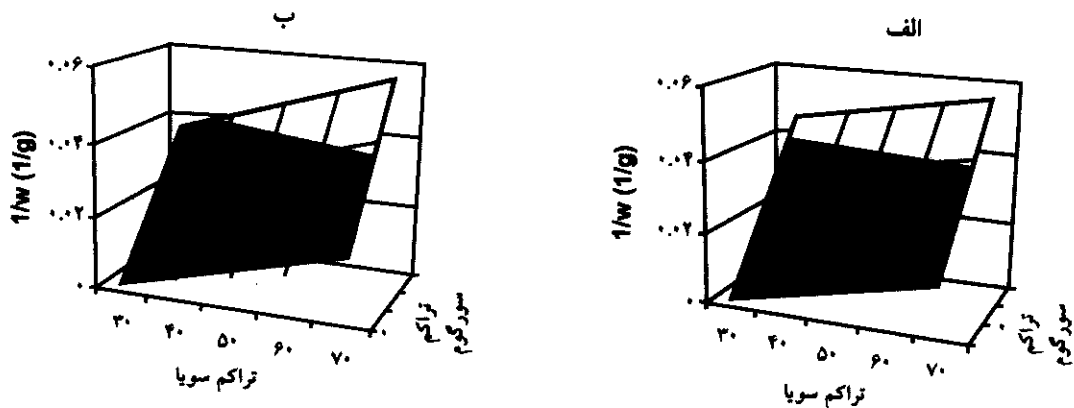


می‌توان نتیجه گرفت که بوته‌های هارکور همدیگر را با شدت بیشتری تحت تأثیر رقابت درون‌گونه‌ای قرار داده‌اند و به دنبال آن به دلیل ضعیف شدن بوته‌ها، از طرف بوته‌های سورگوم نیز فشار رقابتی بیشتر را پذیرفته‌اند. مقدار RCE برای سورگوم در مورد رقم هارکور ۲/۷ و در مورد ویلیامز ۲/۱ محاسبه شد.

اثر رقابت نسبی (RCE) بیانگر توانایی یک گونه در رقابت با گونه دیگر نسبت به بوته‌های هم‌گونه می‌باشد. مقدار این نسبت در مورد عملکرد بیولوژیک سویا برای ارقام هارکور و ویلیامز به ترتیب ۰/۱۱۷ و ۰/۲۲۳ به دست آمد. مقدار عددی بزرگتر برای RCE نشان‌دهنده قابلیت رقابت بیشتر آن گونه با بوته‌های گونه دیگر می‌باشد. در مقایسه اجتماع ویلیامز - سورگوم و هارکور - سورگوم



شکل ۴- ارتباط عکس عملکرد تک بوته هارکور (الف) و ویلیامز (ب) با تراکم سویا و سورگوم.



شکل ۵- ارتباط عکس بیوماس تک بوته سورگوم با تراکم هارکور (الف) و ویلیامز (ب) و سورگوم.



جدول ۳- عملکرد نسبی دو رقم سویا در حالت مخلوط با سورگوم.

| عملکرد نسبی |         | عملکرد نسبی |        | تراکم (بوته در مترمربع) |      |
|-------------|---------|-------------|--------|-------------------------|------|
| سورگوم      | ویلیامز | سورگوم      | هارکور | سورگوم                  | سویا |
| ۰.۸         | ۰.۸۱    | ۰.۶۲        | ۰.۷۷   | ۵                       | ۳۰   |
| ۰.۸۳        | ۰.۶۴    | ۰.۶۸        | ۰.۴۵   | ۱۰                      | ۳۰   |
| ۰.۹         | ۰.۵۵    | ۰.۶۵        | ۰.۳    | ۱۵                      | ۳۰   |
| ۰.۶۱        | ۰.۸۱    | ۰.۶۶        | ۰.۶۷   | ۵                       | ۵۰   |
| ۰.۴۴        | ۰.۵۴    | ۰.۵۲        | ۰.۶۲   | ۱۰                      | ۵۰   |
| ۰.۴۱        | ۰.۳۴    | ۰.۵         | ۰.۳۷   | ۱۵                      | ۵۰   |
| ۰.۵۹        | ۰.۷۸    | ۰.۷۵        | ۰.۹۵   | ۵                       | ۷۰   |
| ۰.۵۳        | ۰.۶۳    | ۰.۵۴        | ۰.۷۹   | ۱۰                      | ۷۰   |
| ۰.۴         | ۰.۵۰    | ۰.۳۴        | ۰.۳۵   | ۱۵                      | ۷۰   |

بیشتر ویلیامز ناشی می‌شود. از مطالعات رقابتی در اجتماع گیاه زراعی - علف هرز می‌توان با تغییر پارامترهای زراعی از قبیل تراکم در جهت افزایش توان رقابتی گیاه زراعی بهره جست، همانند رقم هارکور سویا که افزایش تراکم آن موجب افزایش توان رقابتی با سورگوم گردید. همچنین در کشت مخلوط گیاهان زراعی اطلاع از قابلیت‌های رقابتی در ایجاد تعادل رقابتی از لحاظ درون‌گونه و برون‌گونه‌ای و دستیابی به عملکردهای مطلوب از هر گونه مفید خواهد بود.

به دلیل تفاوت ارقام از نظر توانایی‌های رقابت، بایستی برای حصول عملکردهای مطلوب و موردنظر در کشت‌های مخلوط، ترکیبات تراکمی مناسب هر رقم را تعیین و اعمال نمود، بطوریکه از نظر افزایش بهره‌وری تولید دو گونه در کشت مخلوط، به ترتیب تراکم‌های ۷۰ و ۵ بوته در مترمربع در اجتماع هارکور - سورگوم و ۳۰ و ۵ بوته در مترمربع در اجتماع ویلیامز - سورگوم از وضعیت بهتری برخوردار بودند. در سیستم‌های کشت مخلوط برتری بیولوژیک نسبت به کشت خالص زمانی حاصل می‌گردد که رقابت برون‌گونه‌ای و رقابت درون‌گونه‌ای دارای تعادل باشند. در کشت مخلوط، فشار رقابتی زیاد بر روی یک گونه موجب افت عملکرد نسبی آن گونه و در نهایت بازده کل مخلوط می‌گردد.

بررسی عملکرد نسبی (عملکرد در حالت خالص / عملکرد در حالت مخلوط = RY) به‌عنوان یک شاخص رقابت نشان می‌دهد که RY سویا در هر سطح تراکم با افزایش تراکم سورگوم رو به کاهش نهاد. رقم هارکور در تراکم ۷۰ بوته در مترمربع سویا و ۵ بوته در مترمربع سورگوم بیشترین عملکرد نسبی (۰/۹۵) را بخود اختصاص داد. رقم ویلیامز نیز در تراکم ۵ بوته در مترمربع سورگوم و ۳۰ و ۵۰ بوته در مترمربع سویا بیشترین عملکرد نسبی (۰/۸۱) را داشت. بیشترین RY سورگوم در تراکم ۵ بوته در مترمربع و ۷۰ بوته در مترمربع هارکور (۰/۷۵) و همچنین تراکم ۱۵ بوته در مترمربع سورگوم و ۳۰ بوته در مترمربع ویلیامز (۰/۹) حاصل شد (جدول ۳). RY رقم هارکور نسبت به ویلیامز در اثر افزایش تراکم سورگوم، افت بیشتری را بویژه در تراکم ۳۰ و ۵۰ بوته در مترمربع داشت که دلیل این امر را می‌توان به فشار رقابتی بیشتر سورگوم در تراکم پایین‌تر هارکور و افزایش رقابت درون‌گونه‌ای آن در تراکم بالاتر نسبت داد. در مقابل رقم ویلیامز کمترین افت RY را به ازای افزایش تراکم سورگوم در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع داشت، که خود دلیلی بر توانایی رقابتی آن رقم می‌باشد. سورگوم در تراکم‌های بالاتر هارکور قادر به تولید RY بالاتر بود ولی در تراکم‌های بالاتر ویلیامز عملکردهای نسبی پایین‌تری را داشت که از فشار رقابت برون‌گونه‌ای



## منابع

۱. بیجنیدی، ع. و رحیمیان مهدی، ح. ۱۳۷۷. کشت مخلوط ذرت و سویا همراه با برگ زدایی ذرت در منطقه کاشمر. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. کرج، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. صفحه ۵۲۷.
۲. پیرزاد، ع. ۱۳۷۸. بررسی رقابت، عملکرد و اجزای عملکرد در کشت مخلوط ذرت و سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
۳. پیرزاد، ع.، جوانشیر، ع.، آلیاری، ه.، مقدم، م.، و شکیبیا، م. ۱۳۸۱. رقابت در کشت‌های خالص و مخلوط ذرت و سویا به روش عکس عملکرد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۹ (۳): ۸۵-۱۰۰.
۴. جعفرزاده، ع. ا. ۱۳۷۷. مطالعات تفصیلی ۲۶ هکتار از اراضی و خاک‌های ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان. نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی. شماره ۲، ۳ و ۴. صفحه ۱۶ تا ۲۹.
۵. جوانشیر، ع.، دباغ محمدی نسب، ع.، حمیدی، آ.، و قلی‌پور، م. ۱۳۷۹. اکولوژی کشت مخلوط (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی، مشهد. ۲۲۲ صفحه.
۶. عطری، ع. ۱۳۷۷. بررسی رقابت، عملکرد و اجزای عملکرد در کشت مخلوط ذرت ولویا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۲۳۳ صفحه.
۷. کوچکی، ع.، رحیمیان، ح.، نصیری محلاتی، م.، و خیابانی، ح. ۱۳۷۳. اکولوژی علف‌های هرز (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۴۳ صفحه.
۸. اناصری، ف. ۱۳۷۰. دانه‌های روغنی (ترجمه). چاپ اول. انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد. ۸۲۳ صفحه.
۹. وزان، س.، و بحرانی، م. ج. ۱۳۷۷. واکنش کشت مخلوط ذرت و لویا چشم بلبلی به تراکم بوته و نسبت‌های کاشت. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. کرج، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. صفحه ۴۶۴.
10. Barbour, M.G., Burk, J.H., and Pitts, W.D. 1980. *Terrestrial plant ecology*. Benjamin Cumming, Menlo Park.CA.USA. pp.604.
11. Kropff, M.J., and Lotz, A.P. 1993. Empirical 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. 5-40.
12. Pantone, D.J., and Baker, J.B. 1991. Reciprocal yield analysis of rice (*Oriza sativa*) competition in cultivated rice. *Weed Science* .39:42-47.
13. Park, S., Benjamin, L., and Watkinson, A. 2003. Estimating the optimal relative density combination of two crops in an intercrop. *Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference, Geelong, Victoria*. Australian Society of Agronomy. 44-47.
14. Radosevich, S.R. 1988. Methods to study crop and weed interactins. In: M.A. Altieri, and M.Liebman (eds.). *Weed management in agroecosystems: ecological approaches*. CRC Press. pp:121-145.
15. Roush, M.I., Radosevich, S.R., Wagner, R.G., Maxwell, B.D., and Peterson, T.D. 1989. A comparison of methods for measuring effects of density and proportion in plant competition experiments. *Weed Science*.37:268-275.
16. Shinozaki, K., and Kira, Y. 1956. Intraspecific competition among higher plants.VII. Logistic theory of C-D effect. *J. Inst. Polythec. Osaka Univ.Ser.D*,7:35-72.
17. Spencer, D.F., and Ksander, G.G. 2000. Interaction between american poundweed and monoecious hydrilla grown in mixture. *J. Aquat. Plant Manage* .38:5-13.
18. Spitters, C.J.T. 1983. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. II. Marketable yield Netherland *Journal of Agricultural Science*.31:143-148.
19. Spitters, C., J.T., Kropff, M.J., and de Groot, W. 1989. Competition between maize and *Echinochloa crus-galli* analysed by a hyperbolic regression model. *Annals of Applied Biology*.115:541-551.
20. Virender, K., Yadav, B.D., Ashok, Y., Kumar, V., and Yadav, A. 1996. Crop-weed competition in clusterbean. *Weed Science* .35(1):79-81.
21. Wright, A.J. 1981. The analysis of yield-density relationship in binary mixture using inverse polynomials. *Journal of Agricultural Science* .96:561-567.



---

## Assessment of competition between soybean and sorghum by reciprocal yield model

A. Dabbagh Mohammadi Nasab, A. Javanshir, H. Alyari, M. Moghadam and H. Kazemi  
Dept., of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Univ., of Tabriz

---

### Abstract

To assess the intra- and inter-specific competition between soybean (*Glycine max* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) by reciprocal yield model, an experiment was conducted at the Research Station of Faculty of Agriculture, University of Tabriz in 2000. The trial was performed as factorial based on Randomized Complete Block Design with three replications. The three factors including two soybean cultivars (Harkur and Williams), three levels of soybean densities (30,50 and 70 plant /m<sup>2</sup>), three levels of sorghum densities (5,10 and 15 plant / m<sup>2</sup>) and soybean and sorghum monocultures at different densities. Interspecific competition coefficient of sorghum on soybean was greater than that for soybean on sorghum. Intraspecific competition coefficient for soybean was smaller than sorghum. Williams's soybean cultivar showed higher competitive effects on sorghum compared to Harkur cultivar. The intraspecific competitive effects of sorghum were greater than that of soybean on sorghum. The relative competitive effects for biological yield of soybean in Harkur and Williams cultivars were 0.117 and 0.223, respectively. Meanwhile, Williams proven to be a stronger competitor for sorghum, the relative yield of Harkur soybean cultivar suffered a greater decrease from an increase in sorghum density, when compared to other soybean cultivar.

**Keywords:** Intraspecific; Interspecific competition; Relative yield; Sorghum; Soybean

