نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص. ۳۶۷-۳۵۶

Journal of Agroecology
Vol. 7, No. 3, Fall 2015, p. 356-367

ارزیابی توان رقابتی کنجد (*Sesamum indicum* L.) و ماش (*Vigna radiata* L.) در دو بوم‌نظام تک‌کشتی و کشت مخلوط

سجاد راستگو[۱]، امیر آینه بند[۲*] و اسفندیار فاتح[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۲۷

چکیده

به منظور مطالعه پتانسیل تولید و توان رقابتی گیاهان کنجد (*Sesamum indicum* L.) و ماش (*Vigna radiata* L.)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در تابستان ۱۳۹۱ اجرا شد. طرح آزمایشی به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار بود. تیمار اصلی شامل دو آرایش کشت (فواصل بین ردیف ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر) بود. عامل فرعی نسبت‌های مختلف تراکمی گیاهان در پنج سطح (شامل نسبت صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و۱۰۰٪ تراکم بوته) بود. خصوصیات عملکرد و واکنش رقابتی گیاهان در الگوی کشت بررسی شد. این آزمایش نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه در نسبت تراکمی ۵۰+۵۰٪ بدون تأثیر معنی‌دار افزایش فاصله ردیف از ۵۰ به ۷۵ سانتی‌متر به دست آمد (به ترتیب ۲/۰۵ و ۲ تن در هکتار). در بیشتر تیمارها عملکرد دانه کنجد بیش‌تر از ماش بود. با افزایش نسبت تراکمی هر یک از گیاهان، عملکرد دانه هر یک از آن‌ها نیز بهبود یافت. افزایش فواصل بین ردیف، شاخص برداشت مخلوط را بهبود داد (از ۲۶/۶ به ۳۲/۸ درصد) که در اکثر حالات به علت افزایش عملکرد دانه و کاهش عملکرد بیولوژیک بود. مقدار شاخص نسبت برابری زمین در کلیه الگوهای مخلوط بیش‌تر از یک بود که بیانگر برتری کشت مخلوط دو گیاه نسبت به تک‌کشتی است. نتایج تیمارها نشان داد که گیاه کنجد توان رقابتی بیش‌تری نسبت به ماش داشت. لذا در تیمارهایی که بیش‌ترین عملکرد مخلوط را دارا بودند، کنجد گونه غالب مخلوط بود.

واژه‌های کلیدی: آرایش کشت، درجه‌ی تهاجمی، شدت رقابتی، نسبت برابری زمین، نسبت تراکمی

مقدمه

وجود تفاوت‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی همراه با به کارگیری برخی تکنیک‌های زراعی بر توانایی هر یک از گیاهان در الگوی مخلوط در خصوص میزان و چگونگی استفاده از منابع محیطی تأثیرگذار می‌باشد (Zhang & Li, 2003). در الگوی کشت مخلوط عواملی هم‌چون نوع گیاه زراعی (Oroka & Omoregie, 2007)، نسبت تراکمی (Bhatti at al., 2008) و واکنش‌های رقابتی (Wahla et al., 2009) هر یک از گیاهان در مخلوط، در رشد مناسب هر دو یا یکی از گونه‌های زراعی مؤثر می‌باشند. برای مثال یک راهکار برای انتخاب گیاه بقولات با توان رقابت‌کنندگی مناسب با گیاه غیر بقولات در مخلوط، افزایش نسبت تراکمی و یا تغییر فواصل بین ردیف است (Sobkowcz, 2006). اظهار شده که بقولات در شرایط کشت مخلوط با غیر بقولات ضمن کاهش ریسک تولید، میزان استفاده از برخی نهاده‌های بیولوژیکی را در مقایسه با نهاده‌های شیمیایی (مانند نیتروژن بیولوژیکی و کاهش مصرف سموم شیمیایی) بهبود می‌بخشند (Ali et al., 2007). برای نمونه در خوزستان گیاه ماش (*Vigna radiata* L.) عنوان تنها گیاه حبوبات دارای عملکرد مطلوب در طول تابستان‌های گرم خوزستان، جایگاه ویژه‌ای در سیستم‌های کشت این منطقه دارا می‌باشد (Aynehband et al., 2010). به هر حال کاشت این گیاه با کنجد (*Sesamum indicum* L.) در کشت مخلوط، تحت تأثیر فرآیند رقابت قرار می‌گیرد (Aynahband & Behrooz, 2011). لذا با آگاهی از توان رقابتی هر یک از گیاهان در شرایط مخلوط و ارتباط آن با تغییرات عملکرد، کشت مخلوطی مناسب خواهد بود که در آن علی‌رغم وجود شرایط رقابتی، واکنش غالب یا

۱، ۲ و۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، استاد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: Email: aynehband@scu.ac.ir)

مغلوب بودن گیاهان به گونه‌ای باشد کـه عملکـرد نهـایی مخلـوط از عملکرد تک‌کشتی هر یک بـیش‌تـر باشـد (Oseni, 2010). در ایـن ارتباط برای بررسی اکولوژیکی کشت مخلوط کنجد و ماش، علاوه بر معیـار عملکـرد (عملکـرد دانـه و عملکـرد بیولوژیـک)، از برخـی شاخص‌های رقابتی نیـز مـی‌تـوان اسـتفاده نمـود (Yilmaz et al., 2008; Dahima et al., 2007). بنابراین هدف این تحقیـق بررسـی الگوی مناسب استقرار دو گیاه کنجد و ماش به لحاظ تولید عملکرد و همچنین بررسی چگونگی تـأثیر تغییـر در نسـبت تراکمـی و آرایـش کشت گیاهان بر توان رقابتی هر یک از گیاهان در مخلوط است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی خصوصیات رقـابتی گیاهـان کنجـد و مـاش در الگوی کشت مخلوط دانه‌ای، تحت تأثیر تیمارهای فواصل بین ردیـف و نسبت‌های مختلف تراکمی گیاهان آزمایشـی در مزرعـه تحقیقـاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در تابسـتان ۱۳۹۱ بـا عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و۲۰ دقیقه شمالی و طـول جغرافیـایی ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و در ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا و با میانگین بارندگی سالانه ۲۱۳/۹۴ میلی‌متـر و متوسـط درجـه حـرارت سـالانه ۲۵/۲۴ درجه سانتی‌گراد انجام شد. آزمایش به صورت طرح کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. تیمار اصلی شامل فاصله بین ردیف‌های کشت در دو سطح فاصله بین ردیف ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر بود. تیمـار فرعـی شـامل نسـبت‌هـای تراکمی هر یک از گیاهان زراعی ماش و کنجد در مخلوط به صـورت کشت ۱۰۰٪ کنجد + صفر درصد ماش (تـک‌کشـتی کنجـد)، کشـت ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ ماش، کشـت ۵۰٪ کنجـد + ۵۰٪ مـاش، کشـت ۲۵٪ کنجد + ٪۷۵ ماش و کشت صفر درصد کنجـد + ۱۰۰٪ مـاش (تک‌کشتی ماش) بود. تراکم گیاه کنجد و ماش بـه ترتیـب ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع بود. کنجد رقم داراب ۱۴ و ماش رقـم NM92 بـود. همچنین مقدار کود بر حسب N-P-K معادل ۵۰–۵۰–۷۰ بود.

آزمایش به صورت طرح کرت‌های یـک‌بـار خـرد شـده در قالـب بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. تیمـار اصـلی شـامل فاصله بین ردیف‌های کشت در دو سطح فاصله بـین ردیـف ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر بود. تیمار فرعی شـامل نسـبت‌هـای تراکمـی هـر یـک از گیاهان زراعی ماش و کنجد در مخلوط به صورت کشت ۱۰۰٪ کنجد + صفر درصد ماش (تک‌کشـتی کنجـد)، کشـت ۷۵٪ کنجـد + ۲۵٪ ماش، کشت ۵۰٪ کنجـد + ۵۰٪ مـاش، کشـت ۲۵٪ کنجـد + ۷۵٪ ماش و کشت صفر درصد کنجد + ۱۰۰٪ ماش (تک‌کشتی ماش) بود. تراکم گیاه کنجد و ماش به ترتیـب ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربـع بـود. کنجد رقم داراب ۱۴ و ماش رقم nm92 بود. همچنین مقدار کود بـر حسب N-P-K معادل۵۰–۵۰–۷۰ بود. روش کاشت به صورت ردیفی بود. زمان کاشت و برداشت به ترتیب نیمـه دوم تیـر مـاه و نیمـه اول مهرماه سال ۱۳۹۱ بود. کلیه عملیات داشت مطابق بـا عـرف منطقـه انجام شد. عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک هر یک از گیاهان کنجـد و ماش در شرایط تک‌کشتی و مخلوط اندازه‌گیری شد. بـرای بررسـی اثـرات رقـابتی بـین گیاهـان کنجـد و مـاش در شـرایط مخلـوط از شاخص‌های مختلف رقابت به شرح زیر استفاده شـد (Banik et al., 2000; Ghosh, 2004; Dhima et al., 2007).

۱- نسبت برابری زمین[1] (LER):

$$LER = LER_a + LER_b \quad (۱)$$

$$LER_a = Y_{ab} / Y_a \quad (۲)$$

$$LER_b = Y_{ba} / Y_b \quad (۳)$$

در این رابطه، Y: عملکرد دانه هر یک از گیاهان، a: کنجـد و b: ماش

۲- کاهش واقعی عملکرد[2] (AYL):

$$AYL = AYL_a + AYL_b \quad (۴)$$

$$AYL_a = ((Y_{ab} / X_{ab}) / (Y_a / X_a)) - 1 \quad (۵)$$

$$AYL_b = ((Y_{ba} / X_{ba}) / (Y_b / X_b))- 1 \quad (۶)$$

در این معادله، X: نسبت تراکمی هر یک از گیاهـان در مخلـوط است.

۳- درجه تهاجمی[3] (A):

$$Aa = (Yab / Ya \times Xab) - (Yba / Yb \times Xba) \quad (۷)$$

$$Ab = (Yba / Yb \times Xba) - (Yab / Ya\times Xab) \quad (۸)$$

۴- ضریب نسبی شلوغی[4] (K):

$$K = (K_a \times K_b) \quad (۹)$$

1- LER: Land equivalent ratio
2- AYL: Actual yield loss
3- A: Aggressivity
4- K: Relative crowding coefficient

$$Ka = (Yab \times Xba) / ((Ya - Yab) \times Xab) \quad (۱۰)$$

$$Kb = (Yba \times Xab) / ((Yb - Yba) \times Xba) \quad (۱۱)$$

۵- شدت نسبی رقابت[1] (RCI):

$$RCI_a = ((Y_a - Y_{ab}) / Y_a) \times 100 \quad (۱۲)$$

$$RCI_b = ((Y_b - Y_{ba}) / Y_b) \times 100 \quad (۱۳)$$

۶- نسبت رقابت‌کنندگی[2] (CR):

$$CR_a = (LER_a / LER_b) \times (X_{ba} / X_{ab}) \quad (۱۴)$$

$$CR_b = (LER_b / LER_a) \times (X_{ab} / X_{ba}) \quad (۱۵)$$

۷-شدت مطلق رقابت[3] (ACI):

$$ACI = Y_{mono} - Y_{mix} \quad (۱۶)$$

نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

عملکرد گیاهان زراعی: بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک (۵/۸۵ تن در هکتار) در شرایط تک‌کشتی و فواصل بین ۵۰ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۱). در حالی‌که در هر دو آرایش کشت ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر، کمترین نسبت تراکمی گیاه کنجد در مخلوط (۲۵٪ تراکمی)، کمترین عملکرد بیولوژیک را تولید کرد (برای فواصل ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر به ترتیب ۳/۵۲ و ۳/۱۲ تن در هکتار). بررسی عملکرد دانه کنجد نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه (۱/۵۱ تن در هکتار) در شرایط تک‌کشتی و فواصل بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر به دست آمد. هر چند که مشابه با نتایج عملکرد بیولوژیک، نسبت‌های تراکمی ۲۵ درصد این گیاه در شرایط مخلوط، در هر دو آرایش کشت ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر، کمترین عملکرد دانه را تولید کرده است (۰/۸۴ و ۰/۸۵). بیش‌ترین درصد شاخص برداشت (۲۹/۳ درصد) در الگوی کشت مخلوطی است که گیاهان کنجد با نسبت تراکمی ۷۵ درصد و با فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر قرار داشتند. این نتایج نشان می‌دهد که تغییر آرایش کشت (افزایش فواصل بین ردیف از ۵۰ به ۷۵ سانتی‌متر) عملکرد بیولوژیک را کاهش داده (از ۴/۹ به ۴/۱) اما تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشته که در نهایت باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت شده است (از ۲۵/۹ به ۲۹/۲ درصد). این تغییرات بیانگر این است که افزایش فواصل بین ردیف برای گیاه کنجد تأثیر مثبت بیش‌تری بر عملکرد دانه داشته تا عملکرد بیولوژیک. به علاوه زمانی که حضور کنجد در الگوهای کشت مخلوط را بررسی کنیم، مشخص می‌شود که افزایش فواصل بین ردیف از ۵۰ به ۷۵ سانتی‌متر اساساً میانگین عملکرد بیولوژیک را بیش‌تر از عملکرد دانه کاهش داده است. نتیجه این تغییرات، افزایش میانگین شاخص برداشت این گیاه است که بیش‌ترین مقدار آن (۲۹/۸ درصد) در نسبت تراکمی ۵۰+۵۰٪ و در فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر به دست آمد. با بررسی وضعیت عملکرد گیاه ماش تحت تأثیر تیمارهای آزمایش مشخص می‌شود که در هر دو الگوی آرایش کشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در شرایط تک‌کشتی بیش‌تر از مخلوط است. به علاوه، در شرایط مخلوط نیز با افزایش نسبت تراکمی از ۲۵ به ۷۵ درصد، هر دو صفت فوق بهبود یافته است. البته بیش‌ترین عملکرد دانه (۱/۶۳ تن در هکتار) در شرایط تک‌کشتی ماش و با فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر به دست آمد. در حالی‌که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی این گیاه (۵/۵ تن در هکتار) در شرایط تک‌کشتی و در فواصل ردیف ۵۰ سانتی‌متر حاصل شده است. به عبارت دیگر، الگوی واکنش ماش به تغییر آرایش کشت به گونه‌ای است که افزایش فواصل بین ردیف باعث بهبود عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک شده، که دلیل این بهبود نیز با بهبود شاخص برداشت قابل توجیه است. بیش‌ترین کمیت شاخص برداشت (۳۹/۶ درصد) در شرایط تک‌کشتی و فواصل بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر حاصل شد. از آن‌جایی که در ماش دانه‌ها و غلاف‌ها در درون اندام‌های داخلی گیاه توسعه پیدا می‌کنند، لذا به نظر می‌رسد افزایش فواصل بین ردیف، تأثیر منفی فشردگی سایه‌انداز که در نتیجه افزایش تعداد بوته‌های ماش در روی ردیف‌های کشت به وجود آمده را کاهش داده و با گسترش اندام‌های زایشی به فضای بین ردیف‌ها، کمیت اندام‌های زایشی را بهبود داده است. در حالی‌که استقرار اندام‌های زایشی در کنجد که در بخش‌های بالایی گیاه می‌باشد موجب شده که تغییر فواصل بین ردیف تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشته باشد. نتایج عملکرد الگوی کاشت مخلوط دو گیاه کنجد و ماش نیز نشان می‌دهد که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی

1- RCI: Relative competition intensity
2- CR: Competitive ratio
3- ACI: Absolute competition intensity

(۷/۶۴ تن در هکتار) و عملکرد دانه (۲/۰۵ تن در هکتار) در نسبت تراکمی ۵۰+۵۰٪ هر یک از گیاهان و در فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر حاصل شده است. به هر حال نتایج این آزمایش نشان داد که در شرایط مخلوط، افزایش فواصل بین ردیف از ۵۰ به ۷۵ سانتی‌متر عملکرد بیولوژیک کل مخلوط را کاهش داده (از ۶/۶ به ۵/۴ تن در هکتار) ولی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه مخلوط نداشته است (۱/۷۶ و ۱/۷۶ تن در هکتار). در ادامه با مقایسه خصوصیات عملکرد گیاهان کنجد و ماش در شرایط مخلوط با شرایط تک‌کشتی هر یک از آن‌ها مشخص می‌شود که در تعیین عملکرد بیولوژیک مخلوط در هر دو فاصله بین ردیف ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر (۶/۶ و ۵/۴ تن در هکتار)، گیاه کنجد سهم بیش‌تری نسبت به ماش داشته است. همین وضعیت یا به عبارتی بیش‌تر بودن سهم کنجد در مخلوط، در رابطه با عملکرد دانه نیز دیده می‌شود. لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که کنجد به لحاظ کمیت عملکرد، گیاه برتر نسبت به ماش در الگوی کشت مخلوط بوده هر چند که واکنش عملکرد بیولوژیک و دانه این دو گیاه با تغییر در فواصل بین ردیف اندکی متفاوت بود. در این ارتباط، کاهش در وزن خشک بقولات زمانی که گیاه غلات رقابت‌کننده قوی‌تری بوده و یا در شرایطی که نسبت تراکمی بقولات زیاد بود، گزارش شده است (Koocheki et al., 2009). به علاوه اظهار شده که حضور گیاه ماش در مخلوط با گیاه کنجد ضمن بهبود خصوصیات شیمیایی خاک، عملکرد دانه کنجد را بیش‌تر از عملکرد دانه ماش بهبود داده است (Bhatti et al., 2008). همچنین گزارش شده که کشت مخلوط کنجد و نخود (*Cicer arietinum* L.) با نسبت تراکمی ۵۰٪ از هر یک از دو گیاه، مجموع عملکرد مخلوط بیش‌تری در مقایسه با سایر نسبت‌های تراکمی تولید کرد (Pouramir et al., 2010). در پژوهشی بر روی کشت مخلوط علوفه‌ای ذرت (*Zea mays* L.) و ماش اظهار شده که نسبت تراکمی ۷۵ درصد ذرت و ۲۵ درصد ماش، بیش‌ترین کمیت علوفه مخلوط را در مقایسه با سایر نسبت‌های تراکمی تولید کردند (Aynehband et al., 2010).

جدول ۱- اثر تیمارهای آزمایش بر خصوصیات عمکرد دانه و بیولوژیک کیاهان کنجد و ماش در الگوهای تک‌کشتی و مخلوط

Table 1- Effect of treatments on seed and biological yield of sesame and mung bean on mono and intercropping systems

فاصله بین ردیف (سانتی‌متر) Inter-row (cm)	نسبت تراکمی (درصد) Planting ratios (%) کنجد:ماش Mung bean: sesame	کنجد Sesame			ماش Mung bean			مخلوط Intercropping		
		عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد دانه (تن در هکتار) yield ($t.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Seed yield ($t.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد دانه (تن در هکتار) seed yield ($t.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
50	0:100	5.85^{a}	1.51^{a}	25^{bc}	–	–	–	5.85^{bc}	1.51^{ab}	25.8^{c}
	25:75	5.43^{a}	1.37^{a}	25.3^{bc}	1.59^{d}	0.45^{b}	28.3^{c}	7.03^{a}	1.82^{a}	25.9^{c}
	50:50	5.15^{ab}	1.35^{a}	26.3^{bc}	2.4^{c}	0.69^{ab}	28.7^{c}	7.64^{a}	2.05^{a}	26.8^{c}
	75:25	3.52^{c}	0.84^{b}	24^{c}	3.59^{b}	1.03^{a}	28.6^{c}	7.11^{a}	1.87^{a}	26.2^{c}
	100:0	–	–	–	5.5^{a}	1.54^{a}	28^{c}	5.5^{bc}	1.54^{ab}	28^{bc}
75	0:100	4.77^{ab}	1.41^{a}	29^{a}	-	-	-	4.77^{bc}	1.41^{b}	29.5^{bc}
	25:75	4.46^{b}	1.3^{a}	29.1^{a}	1.65^{cd}	0.6^{ab}	36.6^{b}	6.11^{b}	1.9^{a}	31^{b}
	50:50	4.19^{b}	1.25^{a}	29.8^{a}	2.04^{c}	0.74^{ab}	36.2^{b}	6.23^{b}	2^{a}	22.1^{b}
	75:25	3.12^{c}	0.85^{b}	27.3^{bc}	2.6^{c}	0.98^{a}	37.6^{b}	5.79^{bc}	1.84^{a}	31.7^{b}
	100:0	-	-	-	4.11^{b}	1.63^{a}	39.6^{a}	4.11^{c}	1.63^{ab}	39.6^{a}
میانگین ۵۰ Average 50		4.9^{a}	1.27^{a}	24.5^{b}	3.2^{a}	0.93^{a}	28.4^{b}	6.6^{a}	1.76^{a}	26.6^{b}
میانگین ۷۵ Average 75		4.1^{a}	1.2^{a}	28.3^{a}	2.6^{b}	0.99^{a}	37.5^{a}	5.4^{b}	1.76^{a}	32.8^{a}

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک به لحاظ آماری در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means with the same letters in each column are not significantly different at the 0.05 level of probability.

شاخص‌های رقابت:

۱- نسبت برابری زمین: اگرچه نسبت برابری زمین به طور مستقیم شاخص تعیین کننده وضعیت رقابت در کشت مخلوط نمی‌باشد، اما از آن‌جا که به طور غیرمستقیم معیاری از تأثیر رقابت بر عملکرد هر یک از گیاهان در مخلوط و نیز عملکرد نهایی مخلوط می‌باشد، لذا می‌توان آن را معیاری از وضعیت رقابت در جامعه گیاهی مخلوط در نظر گرفت. نتایج این آزمایش نشان داد که در کلیه

حالات، اجرای کشت مخلوط کنجد و ماش نسبت به تک‌کشتی هر یک از آن‌ها برتری دارد (جدول ۲). بیش‌ترین مقدار نسبت برابری زمین (۱/۳۴) در نسبت تراکمی ۵۰+۵۰٪ هر یک از گیاهان به دست آمد و تغییر فاصله بین ردیف‌ها تأثیری بر آن نداشت. در هر دو آرایش کشت و در دو نسبت تراکمی ۵۰٪ و ۷۵٪ کنجد، مقدار نسبت برابری زمین نسبی کنجد بیش‌تر از ماش می‌باشد. اما در شرایطی که گیاه کنجد با نسبت تراکمی ۲۵٪ در مخلوط قرار گرفت، این مزیت دیده نمی‌شود. بنابراین از این تغییرات می‌توان چنین استنباط نمود که برتری تولید دانه کنجد در شرایط مخلوط نسبت به شرایط تک‌کشتی زمانی نسبت به ماش مزیت خواهد داشت که درصد تراکمی این گیاه همواره از ۵۰٪ بیش‌تر باشد. به هر حال در این آزمایش بیش‌ترین مقدار شاخص نسبت برابری زمین (۱/۳۴) در هر دو آرایش کشت عمدتاً تحت تأثیر گیاه کنجد بوده تا گیاه ماش. افزایش مقدار این شاخص با افزایش فواصل بین ردیف از ۵۰ به ۷۵ سانتی‌متر (۱/۲۵ به ۱/۲۸) می‌تواند بیان‌گر این نکته باشد که کاهش فشردگی سایه‌انداز نقش مطلوبی برای هر دو گیاه کنجد و ماش در شرایط مخلوط ایفا کرده است. بهبود شاخص LER در شرایط مخلوط غلات و بقولات نسبت به تک‌کشتی هر یک از آن‌ها در منابع دیگر نیز گزارش شده است (Aynehband & Behrooz, 2010; Ali et al., 2007). همچنین گزارش شده که افزایش نسبت برابری زمین در کشت مخلوط غلات با بقولات بیش‌تر به خاطر افزایش نسبت برابری جزئی در ذرت (غلات) بوده و عملکرد دانه و ماده خشک لوبیا (حبوبات) رابطه مستقیم و معنی‌داری با تراکم لوبیا و نیز رابطه منفی و معنی‌داری با تراکم ذرت (غلات) داشت که احتمالاً به دلیل سایه‌اندازی ذرت بوده است (Koocheki et al., 2009).

۲- کاهش عملکرد واقعی: در کلیه حالات، مقدار این شاخص مثبت می‌باشد که نشان‌گر سودمندی اجرای این مخلوط البته بر اساس تک بوته است (جدول ۲). بیش‌ترین (۳/۲ درصد) و کمترین (۲/۳۸ درصد) مقدار این شاخص به ترتیب در شرایط آرایش کشت ۷۵ سانتی‌متر با نسبت ۷۵٪ ماش و ۲۵٪ کنجد و در آرایش کشت ۵۰ سانتی‌متر با نسبت تراکمی ۲۵٪ ماش و ۷۵٪ کنجد به‌دست آمد. صرف نظر از نسبت‌های تراکمی، در هر دو آرایش کشت ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر مقدار این شاخص در کنجد بیش‌تر از ماش بود. برای مثال در فواصل بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر ۱/۷۵ و ۰/۹۸ و در فواصل بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر ۱/۸۱ و ۱/۰۷ به ترتیب برای کنجد و ماش بود.

جدول ۲- اثر تیمارهای آزمایش بر شاخص‌های کاهش واقعی عمکرد و نسبت برابری زمین

Table 2- effect of treatments on Land equivalent ratio and Actual yield loss indexes

فاصله بین ردیف (سانتی‌متر) Inter-row (cm)	نسبت تراکمی (درصد) Planting ratios (%)	کاهش واقعی عملکرد Actual yield loss			نسبت برابری زمین Land equivalent ratio		
	کنجد:ماش Mung bean: sesame	کنجد Sesame	ماش Mung bean	مخلوط Intercropping	کنجد Sesame	ماش Mung bean	مخلوط Intercropping
50	0:100	–	–	–	–	–	1
	25:75	1.2	1.16	2.38	0.91	0.29	1.2
	50:50	1.7	0.89	2.69	0.89	0.44	1.34
	75:25	2.2	0.88	3.12	0.55	0.66	1.22
	100:0	–	–	–	–	–	1
75	0:100	–	–	–	–	–	1
	25:75	1.2	1.48	2.72	0.92	0.37	1.3
	50:50	1.7	0.91	2.69	0.89	0.45	1.34
	75:25	2.4	0.8	3.2	0.6	0.6	1.21
	100:0	–	–	–	–	–	1
میانگین ۵۰ Average 50		1.75^{b}	0.98^{a}	2.73^{a}	0.79^{a}	0.46^{a}	1.25^{a}
میانگین ۷۵ Average 75		1.81^{a}	1.07^{a}	2.88^{a}	0.8^{a}	0.47^{a}	1.28^{a}

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک به لحاظ آماری در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

* Means with the same letters in each column are not significantly different at the 0.05 level of probability.

این مسأله نشان‌دهنده این نکته است که میزان کاهش عملکرد گیاه کنجد در مخلوط نسبت به تک‌کشتی آن بیش‌تر از گیاه ماش است. به عبارت دیگر، تغییرات افت عملکرد گیاه ماش در الگوی مخلوط کمتر از گیاه کنجد است. این مسأله شاید به تعبیری انعطاف-پذیری بیش‌تر گیاه ماش را به الگوهای مختلف کشت (تک کشتی و مخلوط) در مقایسه با کنجد نشان می‌دهد. اظهار شده که در مخلوط‌های ماشک (*Vicia sativa* L.) با گیاهان جو (*Hordeum vulgare* L.) و یولاف (*Avena sativa* L.)، گیاهان غلات گونه غالب در مخلوط بودند، زیرا AYL جزیی غلات بیش‌تر از AYL جزیی ماشک بود (Dahima et al., 2007).

۳- درجه تهاجمی: مقدار این شاخص برای گیاه کنجد در هر دو آرایش کشت ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر صرفاً زمانی که نسبت تراکمی این گیاه ۲۵٪ بود، منفی شد (۰/۳۵- و ۰/۳- به ترتیب برای فواصل ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر). در مقابل، برای گیاه ماش تغییرات به گونه‌ای است که کمیت این شاخص در هر دو فاصله بین ردیف ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر تنها زمانی که نسبت تراکمی ماش ۷۵٪ بود، مقدار آن مثبت شده و در سایر حالات منفی است (جدول ۳). به بیان دیگر، چنان‌چه نسبت تراکمی کنجد از ۲۵٪ کل تراکم مخلوط کمتر شود، این گیاه قدرت تهاجمی مطلوبی در مخلوط نخواهد داشت. اما گیاه ماش تنها زمانی از قدرت تهاجمی مناسبی در مخلوط برخوردار خواهد بود که نسبت تراکمی آن در مخلوط ۷۵٪ به بالا باشد. لذا چنان‌چه دو گیاه در نسبت تراکمی یک‌سان در مخلوط کشت شوند (۵۰+۵۰٪)، گیاه کنجد تهاجمی‌تر بوده و بر این اساس از منابع محیطی بهتر استفاده خواهد کرد. حال چنان‌چه نسبت‌های تراکمی را در نظر نگیریم، افزایش فواصل بین ردیف باعث تشدید درجه تهاجمی کنجد خواهد شد (از ۰/۱۵ به ۰/۱۷)، اما در مقابل باعث تضعیف این ویژگی در در گیاه ماش می‌گردد (از ۰/۱۵- به ۰/۱۷-). به نظر می‌رسد بخشی از این واکنش‌های متفاوت دو گیاه کنجد و ماش از یک سو ناشی از تفاوت در ارتفاع بوته گیاهان (کنجد اندکی بلندتر از ماش) و از سوی دیگر به علت تفاوت در محل قرار گیری اندام‌های زایشی دو گیاه باشد (گیاه کنجد عمدتاً در بالای بوته و در گیاه ماش عمدتاً در قسمت میانی گیاه).

جدول ۳- اثر تیمارهای آزمایش بر شاخص‌های درجه تهاجمی و ضریب شلوغی و شدت رقابت نسبی

Table 3- Effect of treatments on Relative competition intensity and relative crowding coefficient and aggressivity indexes

فاصله بین ردیف (سانتی‌متر) Inter-row (cm)	نسبت تراکمی (درصد) Planting ratios (%) کنجد:ماش Mung bean: (sesame	درجه تهاجمی Aggressivity		ضریب شلوغی Relative crowding coefficient			شدت رقابت نسبی (درصد) Relative competition intensity (%)	
		کنجد Sesame	ماش Mung bean	کنجد Sesame	ماش Mung bean	مخلوط Intercropping	کنجد Sesame	ماش Mung bean
50	0:100	–	–	–	–	–	–	–
	25:75	0.6	-0.61	3.4	1.23	4.2	8.8	70
	50:50	0.2	-0.22	8.9	0.82	7.2	10	55
	75:25	-0.35	0.35	3.8	0.66	2.5	44	33
	100:0	–	-	–	–	–	–	–
75	0:100	–	-	–	–	–	–	–
	25:75	0.6	-0.6	4.3	1.77	7.7	7	62
	50:50	0.21	-0.21	8.2	0.84	6.9	10	54
	75:25	-0.3	0.3	4.5	0.51	2.3	39	39
	100:0	–	–	–	–	–	–	–
میانگین ۵۰ Average 50		0.15^b	-0.15^a	5.3^a	0.9^a	4.6^b	20.9^a	53.1^a
میانگین ۷۵ Average 75		0.17^a	-0.17^b	5.7^a	1.04^a	5.6^a	19.1^a	52.1^a

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک به لحاظ آماری در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means with the same letters in each column are not significantly different at the 0.05 level of probability.

از دلایل پذیرش تفسیر فوق، بهبود درجه تهاجمی گیاه ماش در شرایطی است که نسبت تراکمی آن در مخلوط بیش از ۷۵٪ بوده است. در این ارتباط اظهار شده که در مخلوط سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) صرف نظر از الگوی کشت و با توجه به کمیت شاخص درجه تهاجمی، سورگوم گیاه غالب و لوبیا چشم بلبلی گیاه مغلوب بود. بخش زیادی از این غالبیت به علت ارتفاع زیادتر و سرعت رشد اولیه بیش‌تر سورگوم بود (Oseni, 2010)، اما در کشت مخلوط برنج و لوبیا چشم بلبلی، حبوبات در تراکم‌های بالا از درجه تهاجمی بیش‌تری نسبت به غلات (برنج) برخوردار بودند که بخشی از آن به خاطر مشابه بودن ارتفاع دو گیاه بوجود آمد (Oroka & Omoregie, 2007).

٤- ضریب شلوغی: الگوی کشت مخلوط کنجد و ماش زمانی بیش‌ترین کمیت شاخص ضریب شلوغی را دارا بود (۷/۷) که هر دو گیاه در فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر با نسبت تراکمی ۲۵٪ ماش و ۷۵٪ کنجد استقرار یافته بودند (جدول ۴). در کلیه نسبت‌های تراکمی و همچنین در هر دو آرایش کشت ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر، میزان کمیت شاخص ضریب نسبی شلوغی برای گیاه کنجد بیش‌تر از ماش بود، لذا این گیاه نقش تعیین‌کننده‌تری نسبت به ماش در تعیین آرایش هندسی سایه‌انداز مخلوط داشته است. گزارش شده با افزایش نسبت تراکمی غلات به ویژه در شرایطی که گیاهان غلات در مقایسه با بقولات ارتفاع و جثه بزرگ‌تری داشته باشند، شلوغی بیش از حد کانوپی در رابطه با رقابت به نفع غلات خواهد بود (Yilmaz et al., 2008). به طور مشابه نیز مقدار ضریب شلوغی نسبی غلات در مقایسه با بقولات در شرایطی که ماشک علوفه‌ای با تریتیکاله (*Triticosecale witmack*)، جو و یولاف کشت شده بود، نیز گزارش شد. البته در برخی نسبت‌های تراکمی مقدار این ضریب بین الگوهای مخلوط تفاوت معنی‌داری نداشته که نشان‌دهنده این است که اجرای این نسبت‌های تراکمی به لحاظ عملکرد نهایی سودمند یا زیان‌آور نخواهد بود (Dhima et al., 2007).

٥- شدت رقابت نسبی: بیش‌ترین مقدار این شاخص برای کنجد (۴۴٪) در شرایط فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و در نسبت تراکمی ۲۵٪ کنجد و ۷۵٪ ماش به دست آمد (جدول ۳). در این شرایط گیاه کنجد بیش‌ترین افت عملکرد را در اثر رقابت با گیاه ماش در الگوی کشت مخلوط نسبت به شرایط تک‌کشتی آن داشته است. همچنین با افزایش فواصل بین ردیف از ۵۰ به ۷۵ سانتی‌متر، کمیت این شاخص کاهش یافته (از ۲۰/۹ به ۱۹/۱) که نشان می‌دهد گیاه کنجد در الگوی کشت مخلوط به افزایش فاصله بین ردیف واکنش بهتری نشان داده است. به تعبیری، افزایش فاصله بین ردیف‌ها باعث شده که از شدت رقابت بر این گیاه کاسته شده لذا افت عملکرد نسبت به تک‌کشتی کاهش یابد. بررسی وضعیت گیاه ماش برای این شاخص حاکی از این است که مشابه گیاه کنجد، با افزایش فواصل بین ردیف از ۵۰ به ۷۵ سانتی‌متر، میزان افت عملکرد از ۵۳/۱٪ به ۵۲/۱٪ کاهش یافته است. به هر حال نتایج به دست آمده برای شاخص شدت رقابت نسبی و مقایسه آن بین دو گیاه کنجد و ماش نشان‌دهنده این مطلب است که تأثیر منفی رقابت در الگوی کشت مخلوط نسبت به شرایط عدم رقابت (که در شرایط تراکم بهینه در الگوی تک‌کشتی حاصل می‌شود)، به طور میانگین برای ماش بیش‌تر از کنجد است، البته به غیر از تیمار فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و نسبت تراکمی ۲۵٪ کنجد و ۷۵٪ ماش که در آن مقدار این شاخص برای کنجد بیش‌تر از ماش است (به ترتیب ۴۴٪ و ۳۳٪). پژوهشگران اظهار داشتند که شاخص شدت رقابت نسبی همبستگی مثبت و خطی با میزان وزن زیست‌توده اندام هوایی گیاهان دارد (Banik et al., 2000). البته بیان شده که کاهش تراکم کل، باعث افزایش جثه گیاهان مغلوب در پوشش گیاهی شده که این مسأله مزیت غالبیت گونه‌هایی با ارتفاع زیاد نسبت به گونه‌هایی با ارتفاع کم را در مخلوط از بین خواهد برد (Bhatti et al., 2008).

٦- نسبت رقابت‌کنندگی: بیش‌ترین (۲/۵) و کمترین (۱/۰۴) کمیت شاخص نسبت رقابتی برای کنجد در فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر، به ترتیب در نسبت تراکمی ۲۵٪ و ۷۵٪ کنجد به دست آمد (جدول ۴). با افزایش فواصل بین ردیف از ۵۰ به ۷۵ سانتی‌متر، توان رقابتی کنجد کاهش (از ۱/۸۵ تا ۱/۴۲) اما در مقابل، مقدار این شاخص در گیاه ماش افزایش یافت (از ۰/۵۲ به ۰/۶۸). اعداد این نسبت نشان می‌دهد که در اکثر موارد توان رقابت‌کنندگی گیاه کنجد بیش‌تر از ماش بود (به استثناء تیمار فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر و نسبت تراکمی ۷۵٪ کنجد و ۲۵٪ ماش).این برتری رقابت‌کنندگی کنجد در مقایسه با ماش را می‌توان با توجه به وضعیت عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه هر دو گیاه نیز مشاهده نمود (جدول ۱). زیرا میانگین کاهش عملکرد گیاه کنجد در شرایط مخلوط نسبت به

تک‌کشتی کمتر از میزان کاهش عملکرد گیاه ماش در شرایط مخلوط نسبت به تک‌کشتی آن است. به عبارت دیگر در شرایط کشت مخلوط، گیاه کنجد گونه غالب محسوب می‌گردد. گزارش شده که میانگین کمیت شاخص توان رقابتی برای ذرت در کشت مخلوط ذرت و آمارانت (*Amaranthus hypochondriacus* L.) بیش‌تراز کشت مخلوط ذرت و ماش بود. این مسأله بیانگر این نکته است که گیاه ماش در مقایسه با گیاه آمارانت از توان رقابت‌کنندگی بیش‌تری با گیاه ذرت برخوردار بوده است (Aynehband & behrooz, 2011). همچنین گزارش شده که در کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی، سویا (*Glycine max* L.)، و ماش با گیاه کنجد، گیاه لوبیا چشم بلبلی در مقایسه با دو گیاه دیگر از کمیت شاخص توان رقابتی بیش‌تری برخوردار بود. به عبارت دیگر لوبیا چشم بلبلی رقابت‌کننده قوی‌تری با کنجد در مقایسه با دو بقولات دیگر بود. در مقابل، کمتر بودن مقدار این شاخص برای ماش نشان‌دهنده مناسب بودن اجرای کشت مخلوط کنجد و ماش بیان شده است (Bhatti et al., 2008).

۷- شدت مطلق رقابت: در هر دو گیاه کنجد و ماش با کاهش نسبت تراکمی از ۷۵ ٪به ۲۵٪، مقدار این شاخص افزایش یافت. در کنجد، بیش‌ترین (۶۶۴ تن در هکتار) و کمترین (۹۹ تن در هکتار) میزان اختلاف در تولید بین شرایط کشت مخلوط و تک‌کشتی به ترتیب در فواصل بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و نسبت تراکمی ۲۵٪ و فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر و نسبت تراکمی ۷۵٪ به دست آمد. به عبارت دیگر در گیاه کنجد چنان‌چه فواصل بین ردیف افزایش یابد (از ۵۰ به ۷۵ تن در هکتار)، برای جبران کاهش عملکرد باید نسبت تراکمی آن افزایش یابد (از ۲۵٪ به ۷۵٪). در گیاه ماش، بیش‌ترین میزان اختلاف عملکرد بین شرایط کشت مخلوط و تک‌کشتی در هر دو فاصله بین ردیف ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر در نسبت تراکمی ۲۵٪ ماش به دست آمد (به ترتیب ۱۰۹۷ و ۱۰۲۵ کیلوگرم در هکتار). به عبارت دیگر در کنجد افزایش فواصل بین ردیف از ۵۰ به ۷۵ سانتی‌متر، میانگین اختلاف عملکرد را کاهش داده (از ۳۱۶ به ۲۷۰ تن در هکتار)، در حالی‌که این وضعیت در ماش افزایش یافته است (از ۸۲۳ به ۸۵۱ تن در هکتار). بنابراین، ماش در فواصل بین ردیف کمتر و برعکس، کنجد در فواصل بین‌ردیف بیش‌تر، گیاه رقابت‌کننده‌تری بوده اند. گزارش شده که هر چه مقدار این شاخص بیش‌تر باشد، افت عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بیش‌تر خواهد بود (Sobkowicz, 2006).

جدول ٤- اثر تیمارهای آزمایش بر شاخص‌های نسبت رقاب‌کنندگی و شدت رقابت مطلق

Table 4- Effect of treatments on Absolute competition intensity and competitive ratio indexes

فاصله بین ردیف (سانتی‌متر) Inter-row (cm)	نسبت تراکمی (درصد) Planting ratios (%)	نسبت رقابت‌کنندگی Competitive ratio		شدت مطلق رقابت Absolute competition intensity	
	کنجد:ماش Mung bean: sesame	کنجد Sesame	ماش Mung bean	کنجد Sesame	ماش Mung bean
50	0:100	–	–	–	–
	25:75	1.04	0.96	134	1097
	50:50	2	0.49	152	854
	75:25	2.5	0.12	664	517
	100:0	–	–	–	–
75	0:100	–	–	–	–
	25:75	0.8	1.1	99	1025
	50:50	1.9	0.51	153	885
	75:25	1.4	0.33	558	642
	100:0	–	–	–	–
میانگین ۵۰ Average 50		1.85[a]	0.52[b]	316[a]	823[a]
میانگین ۷۵ Average 75		1.42[b]	0.68[a]	270[b]	851[a]

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک به لحاظ آماری در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means with the same letters in each column are not significantly different at the 0.05 level of probability.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه مخلوط در نسبت تراکمی ۵۰٪ هر یک از گیاهان بدون تأثیر معنی‌دار فاصله ردیف ۵۰ یا ۷۵ سانتی‌متر به دست آمد (۲/۰۵ و ۲ تن در هکتار). در این شرایط سهم عملکرد دانه کنجد دو برابر عملکرد دانه ماش بود (به ترتیب ۱/۳۵ و ۰/۶۹ کیلوگرم در هکتار). عملکرد و مقدار نسبت برابری زمین الگوهای کشت مخلوط بیش‌تر از عملکرد تک‌کشتی هر یک از گیاهان بود. شاخص‌های رقابت نشان داد که در بیش‌تر حالات، گیاه کنجد گونه رقابت‌کننده قوی‌تری نسبت به ماش بود. به علاوه، چنان‌چه نسبت تراکمی کنجد از ۲۵٪ کل تراکم مخلوط کمتر شود، این گیاه قدرت تهاجمی مطلوبی نخواهد داشت. در مقابل، گیاه ماش تنها زمانی از قدرت تهاجمی مناسبی در مخلوط برخوردار خواهد بود که نسبت تراکمی آن ۷۵٪ به بالا باشد.

منابع

1- Ali, M.O., Alam, M.J., Alam, M.S., Islam, M.S., Islam, M.A., and Shahin-Uz-Zaman, M. 2007. Study of mixed cropping mung bean with sesame at different seeding rates. International Journal of Sustainable Crop Production 2(5): 74-77.

2- Aynehband, A., and Behrooz, M. 2011. Evaluation of cereal-legume and cereal-pseudocereal intercropping systems through forage productivity and competition ability. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 10(4): 675-683.

3- Aynehband, A., Behrooz, M., and Afshar, A.H. 2010. Study of intercropping agroecosystem productivity influenced by different crops and planting ratios. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 7(2): 163-169.

4- Banik, P., Sasmal, T., Ghosal, P.K., and Bagchi, D.K. 2000. Evaluation of mustard (*Brassica campestris* var. Toria) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row-replacement series systems. Journal of Agronomy and Crop Science 185: 9-14.

5- Bhatti, I.H., Ahmad, R., Jabbar, A., Virk, Z.A., and Aslam, M. 2008. Agro-Economic performance of mung bean intercropped in sesame under different planting patterns. Pakistan Journal of Agricultural Science 45(3): 25-28.

6- Dhima, K.V., Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., and Dordas, C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. Field Crops Research 100: 249-256.

7- Ghosh, P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. Field Crops Research 88: 227-237.

8- Hauggaard-Nielsen, H., and Jensen, E.S. 2001. Evaluation pea and barley cultivars for complementarily in intercropping at different levels of soil N availability. Field Crops Research 72: 185-196.

9- Koocheki, A., Lalehgani, B., and Najibnia, S. 2009. Evaluation of productivity in bean and corn intercropping. Iranian Journal of Field Crop Research 7(2): 605-614. (In Persian with English Summary)

10- Oroka, F.O., and Omoregie, A.U. 2007. Competition in rice-cowpea intercrops as affected by nitrogen fertilization and plant population. Scientia Agricola (Piracicaba, Braz) 64: 621-629.

11- Oseni, T.O. 2010. Evaluation of Sorghum-Cowpea Intercrop Productivity in Savanna Agro-ecology using Competition Indices. Journal of Agricultural Science 2(3): 229-234.

12- Pouramir, F., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Ghorbani, R. 2010. Evaluation the effect of different planting ratios on yield and yield components of intercropping sesame and chickpea in additive series. Iranian Journal of Field Crops Research 8(3): 393-402. (In Persian with English Summary)

13- Sobkowicz, P. 2006. Competition between triticale (*Triticosecale* Witt.) and field beans (*Vicia faba* var. minor L.) in additive intercrops. Plant, Soil and Environment 2: 47-54.

14- Wahla, I.H., Ahmad, R., Ehsanullah, Ahmad, A., and Jabbar, A. 2009. Competitive function of components crops in some barley based intercropping systems. International Journal of Agriculture and Biology 11: 69-72.

15- Yilmaz, F., Atak, M., and Erayman, M. 2008. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the East Mediterranean region. Turkish Journal of Agriculture and

Forestry 32: 111-119.

16- Zhang, F., and Li, L. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crops productivity and nutrient-use efficiency. Plant and Soil 248: 305-312.

Journal of Agroecology
Vol. 7, No. 3, Fall 2015, p. 356-367

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص. ۳۶۷-۳۵۶

Competitiveness of sesame and mung bean crops in both monocropping and intercropping systems

S. Rastgo[1], A. Aynehband[2*] and E. Fateh[3]
Submitted: 20-01-2014
Accepted: 18-12-2014

Introduction

Intercropping is one of the effective agroecological systems which presence of two or more crops in this system will increase total yield due to improving some resource use efficiencies such as nutrient and light (Aynehband et al., 2010). In this regard, it has been found that-in corn-mung bean intercropping system the highest forage yield was belonged to 75% corn and 25% mung bean density ratio (Aynehband & Behroz, 2011). Hence, the aim of this study was to evaluate the competitive ability of sesame and mung bean crops in intercropping system and its effects on grain yield of these crops in Ahvaz.

Material and methods

In this research, a field experiment was conducted for one year (2012) at the experimental farm of Collage of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. Experimental design was split-plot based on RCB with three replications. Main plot was included two planting patterns with 50 and 75 cm inter-rows and sub-plots were included five plant density ratios with 100% sesame or mung bean and, 25% - 75%, 50% - 50%, 75% - 25% of each crop. Finally, grain and biological yield of both crop in monocropping and double cropping were calculated and also some competitive indices such as LER: Land equivalent ratio, AYL: Actual yield loss, A: Aggressivity, K: Relative crowding coefficient, RCI: Relative competition intensity, CR: Competitive ratio and ACI: Absolute competition intensity were computed.

Results and discussion

Our result showed that both 50 and 75 cm inter-rows in 50+50% density ratios had the highest intercrop grain yield, respectively (2.05 and 2 $t.ha^{-1}$). In the most treatments, sesame had the higher grain yield than Mung bean. Increasing plant density had a positive effect on yield improving of both crops and increasing of inter-row had more positive effect on grain yield than biological yield. The harvest index (HI) was improved by increasing of inter-row due to increase in grain yield and decrease in biological yield. The LER index was higher than one in all intercropping treatments which mirror the priority of intercropping systems compared to mono-cropping systems. In both inter-rows and in 50% and 75% sesame density, LER of sesame was higher than LER of mung bean. The highest LER (1.34) belonged to 50–50% density ratio of each crop and changing in inter-row had not effect on LER. In addition, reduction in sesame density ratio (less than 25%) converts this crop to lower aggressive crop. When density ratio of mung bean was more than 75%, this crop had a suitable aggressive situation in canopy. At the same planting density (e.g. 50%+50%), sesame will be more aggressive crop and also, have higher use of inputs than mung bean. Without change in density ratio, increase in inter-rows, increased the aggressively of sesame (from 0.15 to 0.17), while this situation decreased the aggressively of mung bean (from –0.15 to –0.17). It is found that, ignoring the density ratios, wider inter-row caused increase in sesame aggressively (from 0.15 to 0.17), but, this situation had opposite effect on mung bean. It seems that some of these different reactions between both crops was due to differences in plant height (sesame was taller than mung bean) and the placement of pods in crop stand (sesame pods mostly located on the top of stand, but mung bean pods are in the middle of stand). These anatomic differences caused that just when mung bean density was more than 75%, this crop became more aggressive than sesame.

Conclusion

1, 2 and 3- Msc student, Professor and Associate professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: aynehband@scu.ac.ir)

It is concluded that sesame had higher competition ability than mung bean, so this crop was dominant crop in intercropping system. Sesame also had higher relative crowding coefficient. This advantage caused to this fact that sesame had a decisive role to shape the intercropping canopy arrangement, but mung bean had a lower change in actual yield loss than sesame in intercropping system. In addition, 50% - 50% density ratio was the optimum intercropping density due to the highest grain yield and also, 75 cm inter-row was the best cropping pattern due to optimum competition ability. It is also found that the grain yield is not the only appropriate parameter in intercropping system; therefore the other competition indices for this system should also be considered.

Keywords: Aggressively, Competition intensity, Land equivalent ratio, Plant density ratio

References

Aynehband, A., and Behrooz, M. 2011. Evaluation of cereal-legume and cereal-pseudocereal intercropping systems through forage productivity and competition ability. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 10(4): 675-683

Aynehband, A., Behrooz, M., and Afshar, A.H. 2010. Study of intercropping agroecosystem productivity influenced by different crops and planting ratios. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 7(2): 163-169.