



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵
صفحه‌ها ۸۳۴-۸۲۱

ارزیابی شاخص‌های رقابتی و کارایی کشت مخلوط جو و شنبلیله در شرایط مصرف کود دامی

سارا قنبری^۱، محمدرضا مرادی تلاوت^{۲*} و سیدعطاءالله سیادت^۳

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز - ایران
۲. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز - ایران
۳. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز - ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۰۴

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۷/۲۳

چکیده

به منظور تعیین مناسب‌ترین ترکیب کشت مخلوط جو و شنبلیله در سطوح کود دامی، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. سطوح کود دامی در ۴ سطح (صفر، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ تن در هکتار از منبع کود گاوی پوسیده شده) در کرت‌های اصلی و هشت نسبت کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی شامل ۷۵ درصد جو + ۲۵ درصد شنبلیله، ۵۰ درصد جو + ۵۰ درصد شنبلیله، ۲۵ درصد جو + ۷۵ درصد شنبلیله، ۱۰۰ درصد جو + ۱۶/۶ درصد شنبلیله، ۱۰۰ درصد جو + ۳۳/۳ درصد شنبلیله، ۱۰۰ درصد جو + ۵۰ درصد شنبلیله و کشت خالص هر دو گیاه در کرت‌های فرعی جای گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه خشک جو (۲۸۵۰ کیلوگرم در هکتار) از ترکیب جو خالص با کاربرد ۳۶ تن در هکتار حاصل شد. همچنین، بیشترین عملکرد علوفه خشک شنبلیله (۱۶۳۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار) از ترکیب شنبلیله خالص با کاربرد ۲۴ تن در هکتار به دست آمد. باتوجه به اینکه بیشترین میزان شاخص تولید سیستم ($SPI = 2933/29$) در دو ترکیب کشت ۱۰۰ درصد جو + ۱۶/۶ درصد شنبلیله و ۱۰۰ درصد جو + ۳۳/۳ درصد شنبلیله با کاربرد ۳۶ تن در هکتار کود دامی حاصل شده است، نسبت‌های کشت افزایشی با کاربرد ۳۶ تن در هکتار کود دامی ترکیب تیماری مناسب بودند. همچنین، نسبت برابری از زمین و شاخص غالبیت در نسبت‌های کشت افزایشی بزرگتر از یک و با کاربرد ۳۶ تن در هکتار کود دامی حاصل شده است. لذا، در این مطالعه جو و شنبلیله دو گونه سازگار در ترکیب‌های کشت مخلوط معرفی شدند.

کلیدواژه‌ها: شاخص بهره‌وری سیستم، شاخص غالبیت، عملکرد علوفه خشک، کشت مخلوط افزایشی، نسبت برابری زمین

۱. مقدمه

گیاهان، جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی هستند، زیرا کود دامی علاوه بر وجود عناصر پرمصرف، به مقدار کمتری دارای ریزمغذی‌ها بود و خاک را در دراز مدت در جهت تعادل پیش خواهد برد. در اراضی زراعی ایران، استفاده از کود دامی به تنهایی به علت اثرات باقی مانده نظام کوددهی متداول و یا به عبارت دیگر، وضعیت فیزیولوژی نامطلوب، ممکن است مشکلاتی از جمله کاهش عملکرد را در پی داشته باشد. بنابراین لازم است، چندین سال از تلفیق نظام تغذیه ارگانیک و کوددهی متداول استفاده شود، تا اینکه شرایط لازم برای کشاورزی ارگانیک فراهم شود [۲۵]. استفاده از کودهای دامی، علاوه بر افزایش ماده آلی خاک، باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها شده و به این ترتیب ساختمان خاک بهبود قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. اکثر خاک‌های زراعی کشور، از نظر ماده آلی فقیر هستند. استفاده از مواد آلی، راهکاری مؤثر در جهت افزایش عملکرد محصول و کشاورزی پایدار است. در این رابطه کود حیوانی یک منبع ارزشمند، هم به عنوان یک ماده مغذی و هم به عنوان تهویه خاک است [۱۲]. علاوه بر این، کودهای دامی باعث بهبود فیزیکی ساختمان خاک، قابلیت نگهداری و ذخیره سازی رطوبت، کاهش فرسایش آبی و بادی و افزایش موجودات مفید خاک می‌گردند [۲۵].

شنبليله (*Trigonella foenum-graecum* L.) گیاهی یکساله و متعلق به خانواده بقولات^۱ است. بذره‌های این گیاه دارای خصوصیات تغذیه‌ای بوده و فرآیند هضم را تحریک می‌کند [۸]. جو (*Hordeum vulgare*) نیز گیاهی از خانواده گندمیان^۲ است که بیشتر به صورت علوفه‌ای مصرف می‌شود. باتوجه به اهمیت بررسی اثرات متقابل و قدرت رقابت گونه‌ها در کشت مخلوط، هدف از انجام

کشت مخلوط بقولات و گندمیان به عنوان یکی از مهم‌ترین سیستم‌های کشاورزی قابل اجرا در بسیاری از کشورهای توسعه یافته شناخته شده است که به جهت تنوع محصولات و افزایش سود حاصله در واحد سطح و زمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۹]. افزایش تولید مخلوط گیاهان علوفه‌ای در مقایسه با تک‌کشتی را می‌توان به کاهش رقابت درون‌گونه‌ای و تفاوت در شبکه ریشه‌ای این گیاهان در استفاده مطلوب از شرایط محیطی نسبت داد. کشت گیاه جو با ریشه‌های سطحی و افشان در مجاورت گیاهان علوفه‌ای که دارای ریشه عمیق هستند، باعث می‌شود که ریشه این گیاهان در طبقات مختلف خاک گسترش یابند و در مجموع آب و مواد غذایی بیشتری از یک حجم معینی از خاک جذب گردد. تثبیت زیستی نیتروژن توسط ریشه گیاهان علوفه‌ای خانواده بقولات، یکی دیگر از عوامل مؤثر در افزایش کارایی کشت مخلوط این گیاهان به شمار می‌آید، به طوری که می‌توان گفت، گیاهان علوفه‌ای بقولات در کشت مخلوط از نیتروژن اتمسفر، و گیاه جو از نیتروژن موجود در خاک استفاده می‌نمایند. به این ترتیب، از نظر جذب مواد غذایی به عنوان مکمل یکدیگر عمل می‌کنند [۷].

نسبت برابری زمین در ارزیابی مزیت سیستم کشت مخلوط به تک‌کشتی بیشترین کاربرد را دارد و توانایی رقابت گونه‌ها در این نوع سیستم کشت، اغلب با برآورد ضرایب ازدحامی و غالبیت نسبی و گونه غالب مشخص می‌گردد [۱۳]. یکی دیگر از شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط نسبت رقابت است، این شاخص توانایی رقابت را برای گیاهان زراعی به شکل بهتری بیان کرده و نسبت به ضریب غالبیت معیار دقیق‌تری برای بررسی کشت مخلوط محسوب می‌شود [۱۴].

کودهای دامی با دارا بودن اکثر عناصر مورد نیاز

1 . Fabaceae
2 . Poaceae

ارزیابی شاخص‌های رقابتی و کارایی کشت مخلوط جو و شنبلیله در شرایط مصرف کود دامی

منابع طبیعی رامین خوزستان، سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در ملاثانی واقع در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه و ۲۲ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. نتایج خصوصیات حاصل از تجزیه خاک نمونه‌ها در (جدول ۱) و نمونه کود دامی در (جدول ۲) آمده است.

پژوهش حاضر، بررسی توان رقابتی جو و شنبلیله و ارزیابی عملکرد آنها در نسبت‌های کشت مخلوط می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی کشت مخلوط جو و شنبلیله، از نوع سری‌های جایگزینی و افزایشی در سطوح مختلف کود دامی، آزمایشی در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه‌برداری	بافت	مواد آلی (%)	پتاسیم (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	نیترژن (%)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)
۰-۳۰	رسی	۰/۷۶	۲۱۴/۰۰	۷/۲	۰/۰۵	۷/۴۰	۳/۶۰

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کود گاوی مورد استفاده در آزمایش

پتاسیم (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	نیترژن (%)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)
۳۴۶۲/۰۰	۸۱۲/۰۰	۰/۴۳	۷/۱۰	۳/۲۰

میان ردیف‌های جو)، هفت: ۱۰۰ درصد جو و ۳۳/۳ درصد شنبلیله (۱۲ ردیف کشت جو و چهار ردیف کشت شنبلیله در میان ردیف‌های جو)، هشت: ۱۰۰ درصد جو و ۵۰ درصد شنبلیله (۱۲ ردیف کشت جو و شش ردیف کشت شنبلیله در میان ردیف‌های جو)، {در نظر گرفته شد [۱] و [۲]. هر کرت فرعی شامل ۱۲ ردیف کاشت بود، که به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم در نظر گرفته شد. کرت‌های فرعی به طول ۴ و عرض ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. تراکم جو ۲۰۰ بوته در مترمربع [۳] و برای شنبلیله ۴۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد [۸]. با توجه به تراکم گفته شده، برای هر ردیف کشت جو ۱۶۰ بوته با توجه به رابطه‌های (۱ و ۲) و برای هر ردیف کشت شنبلیله ۳۲ بوته با توجه به رابطه (۳) در نظر گرفته شد [۶]. محاسبه تراکم برای هر

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد که در آن کود دامی به عنوان عامل اصلی در چهار سطح (صفر، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ تن در هکتار از منبع کود گاوی پوسیده شده) و نسبت کشت اجزای مخلوط به عنوان عامل فرعی در ۸ سطح {یک: کشت خالص جو (۱۲ ردیف کشت جو)، دو: ۷۵ درصد جو و ۲۵ درصد شنبلیله (۱۰ ردیف کشت جو و دو ردیف کشت شنبلیله)، سه: ۵۰ درصد جو و ۵۰ درصد شنبلیله (۸ ردیف کشت جو و چهار ردیف کشت شنبلیله)، چهار: ۲۵ درصد جو و ۷۵ درصد شنبلیله (۶ ردیف کشت جو و ۶ ردیف کشت شنبلیله)، پنج: کشت خالص شنبلیله (۱۲ ردیف کشت شنبلیله)، شش: ۱۰۰ درصد جو و ۱۶/۶ درصد شنبلیله (۲ ردیف کشت جو و ۱۲ ردیف شنبلیله در

زمین (LER)^۱، باتوجه به رابطه (۴) که در آن (Yba, Yab) و (Ybb و Yaa) به ترتیب عملکرد هر جزء در کشت خالص و مخلوط است [۱۸]. همچنین شاخص غالبیت (A) براساس معادله‌های (۵) و (۶) برای کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی محاسبه شد که در این معادله‌ها (Whh, Wtt) و (Wht, Wth) ضرایب هر جزء در کشت خالص و مخلوط هستند [۱۷]. همچنین شاخص تولید سیستم (SPI)^۲ نیز طبق معادله (۷) تعیین شد [۲۰] که در این رابطه به ترتیب (St, Sh) و (Yt و Yh) میانگین عملکرد هر جزء در کشت خالص و مخلوط بود. ضریب ازدحام نسبی (RCC)^۳ نیز طبق رابطه (۸) محاسبه شد [۲۴] که به ترتیب (Yba, Yab) و (Ybb, Yaa) عملکرد بوته در کشت خالص و مخلوط بود. نسبت رقابت نیز از رابطه (CR^۵a = Xba/Xab)(LERa/LERb) محاسبه گردید [۲۸] که (Xba, Xab) به ترتیب نسبت مخلوط a و b است. همچنین برای محاسبه مقادیر صفات رقابتی با توجه به نسبت هر گیاه در کشت مخلوط و میزان ماده خشک تولیدی محاسبه شدند. شاخص عملکرد نسبی کل (RYT)^۴ نیز از مجموع عملکرد نسبی دو گیاه با استفاده از رابطه (۹)، (۱۰) و (۱۱) به دست آمد [۲۰]. باتوجه به شرایط آب و هوایی منطقه و با رسیدن رویش گیاه جو به مرحله شیری - خمیری برداشت در ۲۴ اسفندماه به صورت توام صورت پذیرفت. مساحت برداشت برای هر گیاه معادل یک مترمربع، با تعیین حاشیه‌ها در نظر گرفته شد. سپس، برای محاسبه تراکم کشت مورد نظر جو و شنبلیله در هر ترکیب مخلوط و تمامی صفات اندازه‌گیری شده برای هر دو گیاه با توجه به نسبت آنها در مخلوط به در رابطه‌های (۱۲)، (۱۳)، (۱۴)، (۱۵)، (۱۶)، (۱۷) و (۱۸) محاسبه شد [۶]:

1. Land equivalent ratio
2. Aggressivity Index
3. System productivity Index
4. Relative Crowding Coefficient
5. Ratio Contest
6. Relative Yield Total

یک از دو گیاه در کشت خالص آنها (برای ترکیب‌های ۱۰۰ درصد جو: ۲۰۰ بوته در مترمربع و ۱۰۰ درصد شنبلیله: ۴۰ بوته در مترمربع) نظر گرفته شد، در ترکیب‌های کشت مخلوط نیز براساس نسبت هر گیاه در آن ترکیب محاسبه شد.

ابتدا به منظور تحریک جوانه‌زنی علف‌های هرز و کنترل آنها و تأمین رطوبت مناسب جهت عملیات شخم، پیش از تهیه زمین آبیاری انجام گرفت پس از رسیدن میزان رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی، عملیات شخم انجام شد و سپس به منظور خرد کردن کلوخه‌ها و تسطیح اولیه، دو نوبت دیسک عمود بر هم زده شد و تسطیح نهایی با ماله انجام گرفت. عمق کشت جو ۳ تا ۴ سانتی متر [۷] و برای شنبلیله یک تا دو سانتی متر در نظر گرفته شد [۸]. کشت در نیمه دوم آبان ماه و به صورت ردیفی انجام گرفت. بذرهاى شنبلیله از توده بومی خوزستان انتخاب گردید. کشت بذرهاى شنبلیله با در نظر گرفتن تراکم مورد نظر به صورت کپه‌ای انجام شد، و در هر کپه ۴ عدد بذر قرار داده شد، فاصله کپه‌ها از هم ۱۲/۵ سانتی متر بود. پس از آن شنبلیله در مرحله دو برگگی حقیقی به تراکم مورد نظر رسید [۸]. کشت جو رقم زهک نیز به صورت همزمان با شنبلیله انجام شد.

کود دامی از منبع کود گاوی پوسیده شده ۴ ماه قبل از عملیات کاشت به منظور اینکه از حذف بذر علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها اطمینان حاصل شود، در دمای مناسب حدود ۶۰-۵۵ درجه سانتی‌گراد کمپوست گردید [۴]. سپس در تیمارهای مختلف به میزان ۱۲، ۲۴ و ۳۶ تن در هکتار برای هر کرت محاسبه شد و پیش از کاشت و بعد از عملیات آماده سازی به زمین داده شد و سپس با کولتیواتور دستی با خاک مخلوط شد.

ویژگی‌های رقابتی محاسبه شده شامل: نسبت برابری

$$1 \text{ m}^2 = 5 \text{ m} \text{ طولی زمین} \longrightarrow 4 \text{ m} \text{ طولی زمین} = 0.8 \text{ m}^2 \quad (1)$$

$$1 \text{ m}^2 = 200 \text{ بوته جو} \longrightarrow 0.8 \text{ m}^2 = 160 \text{ بوته جو} \quad (2)$$

$$1 \text{ m}^2 = 40 \text{ بوته شنبلیله} \longrightarrow 0.8 \text{ m}^2 = 32 \text{ بوته شنبلیله} \quad (3)$$

$$A_{ht} = \{(W_{ht}/W_{hh}) - (W_{th}/W_{tt})/2 \quad (5) \quad LER = (Y_{ab}/Y_{aa}) + (Y_{ba}/Y_{bb}) \quad (4)$$

$$SPI = (S_t/S_h) * Y_t + Y_h \quad (7) \quad A_{ht} = \{(W_{ht}/W_{hh}) - (W_{th}/W_{tt})\} \quad (6)$$

$$RCCAB = [Y_{ab}/Y_{aa}]/[Y_{ba}/Y_{bb}] \quad (8)$$

$$RYA = \text{عملکرد گونه A در کشت خالص / عملکرد گونه A در کشت مخلوط} \quad (9)$$

$$RYB = \text{عملکرد گونه B در کشت خالص / عملکرد گونه B در کشت مخلوط} \quad (10)$$

$$RYT = RYA + RYB \quad (11)$$

$$A, E = [\text{ضریب } * 1 \text{ } Y_{h,t} \longrightarrow \text{جو خالص و شنبلیله خالص}] \quad (12)$$

$$[0.75 Y_h + 0.25 Y_t] \longrightarrow = 0.75 \text{ جو} + 25\% \text{ شنبلیله} \quad (13)$$

$$] Y_t 0.5 Y_h + 0.5 \longrightarrow = 50\% \text{ جو} + 50\% \text{ شنبلیله} \quad (14)$$

$$0.75 Y_t + 0.25 Y_h \longrightarrow = 25\% \text{ جو} + 75\% \text{ شنبلیله} \quad (15)$$

$$1 * Y_h + 0.166 Y_t \longrightarrow = 100\% \text{ جو} + 16.6\% \text{ شنبلیله} \quad (16)$$

$$1 * Y_h + 0.333 Y_t \longrightarrow = 100\% \text{ جو} + 33.3\% \text{ شنبلیله} \quad (17)$$

$$1 * Y_h + 0.5 Y_t \longrightarrow = 100\% \text{ جو} + 50\% \text{ شنبلیله} \quad (18)$$

Y_h = مقدار محاسبه شده صفات مورفولوژیکی جو در یک مترمربع

Y_t = مقدار محاسبه شده صفات مورفولوژیکی شنبلیله در یک مترمربع

نتایج و بحث

عملکرد علوفه خشک جو و شنبلیله (DM)

نتایج نشان داد که تأثیر تیمارها بر عملکرد ماده خشک علوفه تولیدی جو و شنبلیله معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین عملکرد جو در سطح کودی ۳۶ تن در هکتار و در تیمار ۱۰۰ درصد جو با عملکردی حدود ۲۸۵۰

تجزیه آماری داده‌ها، شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها، با استفاده از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام و جهت تجزیه رگرسیون و رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

عملکرد نیز در سطح کودی شاهد (صفر) با عملکردی حدود (۹۱/۳) کیلوگرم در هکتار) و در تیمار ۱۰۰ درصد جو + ۱۶/۶ درصد شنبلیله بود (جدول ۴). در بین سطوح جایگزینی مخلوط بیشترین عملکرد علوفه خشک در ترکیب ۲۵ درصد جو + ۷۵ درصد شنبلیله و همچنین در بین سطوح افزایشی بیشترین عملکرد علوفه خشک شنبلیله در ترکیب کشت ۱۰۰ درصد جو + ۵۰ درصد شنبلیله مشاهده شد، همچنین با افزایش درصد جو در تیمارهای هر سطح کود دامی، موجب غالبیت جو بر شنبلیله شده و موجب کاهش عملکرد شنبلیله گردید. طی مطالعه‌ای در کشت مخلوط ارزن و لوبیا مشاهده شد، بالاترین عملکرد علوفه خشک لوبیا، از تیمار ۶۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد. همچنین باتوجه به نتایج مشاهده شد، با افزایش مقادیر کود دامی عملکرد علوفه لوبیا افزوده شده است. کودهای دامی به دلیل اثرات مثبت بر ساختمان خاک، از طریق گسترش و رشد بیشتر ریشه‌های لوبیا، آن را به یک رقابت کننده قوی در کشت مخلوط با ارزن در جذب منابع از خاک تبدیل کرده است [۲].

کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد نیز در سطح شاهد (صفر) با عملکردی حدود ۲۵۸/۳۳ کیلوگرم در هکتار و در تیمار ۲۵ درصد جو + ۷۵ درصد شنبلیله به دست آمد (جدول ۴). بین سطوح کود دامی و عملکرد علوفه خشک جو رابطه مستقیمی وجود داشت، به طوری که بیشترین عملکرد علوفه خشک در سطح ۳۶ تن در هکتار به دست آمد. در همین راستا، در بررسی آزمایش کشت مخلوط جو و عدس، حداکثر شاخص برداشت جو را در کشت خالص آن گزارش نمودند که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت [۲۲]. همچنین بالاترین عملکرد علوفه خشک ارزن در کشت مخلوط ارزن و ماش، با ۱۹۶۶ کیلوگرم در هکتار تیمار ۱۰۰ درصد ارزن همراه با مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد، که این تیمار با سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشت [۱]. نسبت‌های افزایشی در بین سایر تیمارهای کشت مخلوط، عملکرد بسیار بالاتری داشتند. بیشترین عملکرد ماده خشک شنبلیله نیز در سطح کودی ۲۴ تن در هکتار و در تیمار ۱۰۰ درصد شنبلیله با عملکردی حدود (۱۶۳۳/۳۳) کیلوگرم در هکتار) و کمترین

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر سطوح کود دامی تحت تأثیر ترکیب‌های مختلف جو و شنبلیله بر مجموع عملکرد ماده خشک

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد ماده خشک جو	عملکرد ماده خشک شنبلیله		
۲۱۰۰/۵ ^{۰/۰۹۳۱}	۲۴۶۵۰/۲ ^{۰/۴۹۵۶}	۲	بلوک
۶۷۲۳۸/۵ ^{۰/۰۰۰۱}	۴۸۱۰۹۶/۲ ^{۰/۰۰۳۲}	۳	کود دامی (F)
۵۸۰/۴	۳۱۱۶۳/۱	۶	اشتباه اصلی
۲۳۳۷۲۷۳/۶ ^{۰/۰۰۰۱}	۹۱۱۴۶۵۲/۷ ^{۰/۰۰۰۱}	۷	نسبت‌های مخلوط (C)
۱۱۷۶۳/۲ ^{۰/۰۰۰۱}	۶۴۶۳۷/۹ ^{۰/۰۱۰۷}	۲۱	F × C
۸۲۸/۵	۱۶۴۳۷۴۱/۹	۵۶	اشتباه فرعی
۵/۸	۹/۵		ضریب تغییرات (/.)

توان نشان‌دهنده سطوح احتمال معنی داری خطا براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر سطوح کود دامی تحت تأثیر ترکیب‌های مختلف جو و شبلیله بر عملکرد ماده خشک

عملکرد ماده خشک (kg/ha)								نسبت‌های کشت
شبلیله				جو				
کود دامی				کود دامی				
F ₄	F ₃	F ₂	F ₁	F ₄	F ₃	F ₂	F ₁	
-	-	-	-	۲۸۵۰/۰ ^a	۲۵۶۶/۶ ^{ab}	۲۵۶۶/۶۶ ^a	۲۴۳۳/۳ ^a	C ₁
۲۳۳/۳ ^d	۲۱۲/۵ ^d	۲۰۰/۰ ^c	۱۸۷/۵ ^c	۱۶۸۷/۵ ^{bc}	۱۴۵۰/۰ ^c	۱۳۸۷/۵ ^{cd}	۱۲۷۵/۰ ^{bc}	C ₂
۴۸۵/۳ ^b	۴۲۵/۰ ^{bc}	۴۰۰/۰ ^b	۳۷۵/۰ ^b	۱۰۸۳/۳ ^{cd}	۷۵۸/۳ ^{cd}	۷۰۰ ^d	۸۰۸/۳ ^c	C ₃
۸۲۵/۰ ^{ab}	۷۵۰/۰ ^{ab}	۷۲۵/۰ ^{ab}	۶۵۰/۰ ^{ab}	۵۱۶/۶ ^d	۴۷۵/۰ ^d	۴۰۰ ^e	۲۵۸/۳ ^d	C ₄
۱۶۳۳/۳ ^a	۱۲۸۳/۳ ^a	۱۴۰۰/۰ ^a	۱۲۰۰/۰ ^a	-	-	-	-	C ₅
۱۲۷/۲ ^e	۹۹/۶ ^e	۱۱۰/۶ ^d	۹۱/۳ ^d	۲۸۳۳/۳ ^{ab}	۲۵۶۶/۶ ^{ab}	۲۲۶۶/۶۶ ^{ab}	۲۲۶۶/۶ ^a	C ₆
۲۸۰/۸ ^d	۲۲۲/۰ ^d	۲۲۲/۰ ^c	۱۹۴/۲ ^c	۲۳۶۶/۶ ^{ab}	۲۸۳۳/۳ ^a	۲۴۳۳/۳۳ ^a	۲۱۸۳/۳ ^a	C ₇
۴۱۶/۶ ^{bc}	۳۱۶/۶ ^{cd}	۳۸۳/۳ ^{bc}	۳۴۱/۶ ^{bc}	۲۲۵۰/۰ ^b	۲۰۳۳/۳ ^{bc}	۱۷۸۳/۳۳ ^{bc}	۲۰۸۳/۳ ^{ab}	C ₈

میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ هستند.
 F: ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۰، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ تن کود دامی در هکتار است.
 C: ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ به ترتیب نسبت‌های ۱۰۰٪ جو، ۷۵٪ جو + ۲۵٪ شبلیله، ۵۰٪ جو + ۵۰٪ شبلیله، ۲۵٪ جو + ۷۵٪ شبلیله، ۱۰۰٪ شبلیله، ۱۰۰٪ جو + ۱۶/۶٪ شبلیله، ۱۰۰٪ جو + ۳۳/۳٪ شبلیله و ۱۰۰٪ جو + ۵۰٪ شبلیله هستند.

نسبت برابری زمین (LER)

بالاتر از یک بودند و دلیل آنرا نیز می‌توان این‌گونه بیان کرد که به جهت مهیا بودن آشیان‌های اکولوژی مناسب برای هر دو گیاه، حداقل رقابت برون‌گونه‌ای اتفاق افتاده است و در نهایت این ترکیب بر تک‌کشتی برتری یافت. مقدار LER بالا بیانگر این است که دو گیاه در این ترکیب از کشت مخلوط توانسته‌اند با کارایی بیشتری از امکانات موجود بهره‌برداری کرده و بیومس علوفه‌ای بیشتری را تولید کنند و در نتیجه کشت مخلوط آنها بر تک‌کشتی ارجحیت دارد.

عملکرد نسبی جو در تیمارهای مخلوط به جز در نسبت ۲۵ درصد جو + ۷۵ درصد شبلیله، بالاتر از شبلیله بود که این امر نشان دهنده غالب بودن جو در مخلوط نسبت به شبلیله است (جدول ۵). بیشترین نسبت برابری زمین (LER = ۱/۱۸) متعلق به ترکیب کشت مخلوط ۱۰۰ درصد جو + ۵۰ درصد شبلیله در سطح شاهد (صفر) بود. همچنین کمترین مقدار نسبت برابری زمین (LER = ۰/۵۴۷) متعلق به تیمار ۵۰ درصد جو + ۵۰ درصد شبلیله در سطح شاهد (صفر) بود. لازم به ذکر است که در این آزمایش فقط تیمارهای افزایشی دارای نسبت برابری زمین

جدول ۵. مقایسه اثر سطوح کود دامی تحت تأثیر ترکیب‌های مختلف جو و شنبليله بر نسبت برابری زمین و عملکرد نسبی

نسبت برابری زمین (LER)												نسبت‌های کشت
مجموع				نسبت جزئی شنبليله				نسبت جزئی جو				
کود دامی				کود دامی				کود دامی				
F ₄	F ₃	F ₂	F ₁	F ₄	F ₃	F ₂	F ₁	F ₄	F ₃	F ₂	F ₁	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C ₁
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C ₂
۰/۷۸۴	۰/۶۹۱	۰/۶۶۹	۰/۶۵۳	۰/۱۵۶	۰/۱۵۱	۰/۱۴۶	۰/۱۴۲	۰/۵۹۲	۰/۵۴۰	۰/۵۲۳	۰/۵۱۱	C ₃
۰/۷۱۱	۰/۶۴۴	۰/۵۵۹	۰/۵۴۷	۰/۳۳۱	۰/۳۱۲	۰/۲۸۷	۰/۲۸۰	۰/۳۸۰	۰/۳۳۲	۰/۲۷۲	۰/۲۶۷	C ₄
۰/۷۶۵	۰/۷۱۷	۰/۶۹۶	۰/۶۲۳	۰/۵۸۴	۰/۵۵۰	۰/۵۴۱	۰/۵۱۷	۰/۱۸۱	۰/۱۶۷	۰/۱۵۵	۰/۱۰۶	C ₅
۱/۰۷۰	۱/۰۷۰	۱/۰۶۰	۰/۹۷۵	۰/۰۷۹	۰/۰۷۶	۰/۰۷۰	۰/۰۷۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۹۶	۰/۹۰۵	C ₆
۱/۱۶۰	۱/۱۰۰	۱/۰۶۰	۱/۰۴۰	۰/۱۷۲	۰/۱۷۱	۰/۱۶۱	۰/۱۵۸	۰/۹۹۴	۰/۹۳۱	۰/۹۰۵	۰/۸۸۳	C ₇
۱/۱۸۰	۱/۰۶۰	۰/۹۸۶	۰/۹۵۳	۰/۲۸۴	۰/۲۷۳	۰/۲۶۹	۰/۲۵۹	۰/۸۹۷	۰/۷۸۹	۰/۷۱۷	۰/۶۹۴	C ₈

عملکرد نسبی (RYT)												نسبت‌های کشت
مجموع				نسبت جزئی شنبليله				نسبت جزئی جو				
کود دامی				کود دامی				کود دامی				
F ₄	F ₃	F ₂	F ₁	F ₄	F ₃	F ₂	F ₁	F ₄	F ₃	F ₂	F ₁	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C ₁
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C ₂
۰/۷۳۸	۰/۶۵۴	۰/۶۹۲	۰/۶۸۰	۰/۱۴۶	۰/۱۴۲	۰/۱۵۱	۰/۱۵۶	۰/۵۹۲	۰/۵۱۱	۰/۵۴۰	۰/۵۲۳	C ₃
۰/۷۱۱	۰/۵۴۸	۰/۵۵۸	۰/۶۴۴	۰/۳۳۱	۰/۲۸۰	۰/۲۸۷	۰/۳۱۲	۰/۳۸۰	۰/۲۶۷	۰/۲۷۲	۰/۳۳۲	C ₄
۰/۷۶۵	۰/۶۷۲	۰/۶۷۳	۰/۶۴۷	۰/۵۸۴	۰/۵۵۰	۰/۵۱۷	۰/۵۴۱	۰/۱۸۱	۰/۱۶۷	۰/۱۵۵	۰/۱۰۶	C ₅
۱/۰۷۰	۰/۹۸۳	۱/۰۷۰	۱/۰۷۰	۰/۰۷۰	۰/۷۷۰	۰/۰۷۹	۰/۰۷۶	۱/۰۰۰	۰/۹۰۵	۰/۹۹۶	۱/۰۰۰	C ₆
۱/۱۶۰	۱/۰۷۰	۱/۰۴۰	۱/۰۹۰	۰/۱۷۲	۰/۱۷۱	۰/۱۵۸	۰/۱۶۱	۰/۹۹۴	۰/۹۰۵	۰/۸۸۳	۰/۹۳۱	C ₇
۱/۰۴۰	۰/۹۸۷	۰/۹۶۸	۱/۱۸۰	۰/۲۵۹	۰/۲۶۹	۰/۲۷۳	۰/۲۸۴	۰/۷۸۹	۰/۷۱۷	۰/۶۹۴	۰/۸۹۷	C ₈

F: ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۰، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ تن کود دامی در هکتار است.

C: ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ به ترتیب نسبت‌های ۱۰۰٪ جو، ۷۵٪ جو + ۲۵٪ شنبليله، ۵۰٪ جو + ۵۰٪ شنبليله، ۲۵٪ جو + ۷۵٪ شنبليله، ۱۰۰٪ شنبليله،

۱۰۰٪ جو + ۱۶/۶٪ شنبليله، ۱۰۰٪ جو + ۳۳/۳٪ شنبليله و ۱۰۰٪ جو + ۵۰٪ شنبليله هستند.



جو و نخود، جو عملکرد نسبی بالاتری را نشان داد و گیاه غالب بود [۱۹]. در کشت مخلوط گاوदानه و جو با نسبت کشت ۶۰ درصد + ۴۰ درصد گاوदानه نیز عملکرد نسبی گاوदानه حدود ($RYT = 0/53$) بود، درحالی‌که این مقدار برای جو تا حدود ۲ افزایش نشان داد که دلیل غالب بودن رشد جو را می‌توان رشد سریع گندمیان و رشد کند بقولات در ابتدای دوره رشد دانست [۲۶].

بیشترین ضریب ازدحام نسبی برای جو در نسبت تیماری ۱۰۰ درصد جو + ۱۶/۶ درصد شبلیله در دو سطح {سطح کودی ۳۶ تن در هکتار کود دامی و شاهد (صفر)} برابر یک و برای شبلیله در سطح کودی ۳۶ تن در هکتار کود دامی و در نسبت تیماری ۲۵ درصد جو + ۷۵ درصد شبلیله حدود ($RCC = 0/584$) مشاهده شد (جدول ۶). همچنین بیشترین ضریب غالبیت برای جو در ترکیب کشت ۱۰۰ درصد جو + ۱۶/۶ درصد شبلیله در دو سطوح (نسبت کودی ۳۶ تن در هکتار کود دامی و شاهد (صفر) حدود ($RCC = 0/923$) حاصل شد (جدول ۶). در نسبت مخلوط ۲۵ درصد جو + ۷۵ درصد شبلیله در تمامی سطوح کود دامی شبلیله رقیب قوی‌تری است. ضریب ازدحام نسبی (RCC) نیز با افزایش سهم نسبی هر جزء در مخلوط افزایش یافت. هر اندازه مقدار (RCC) بزرگتر باشد بدان معنی است که هر دو جزء در کشت مخلوط اثرات رقابتی کمتری بر یکدیگر دارند و در مجموع کارایی سیستم افزایش می‌یابد. در کشت مخلوط، گیاه برخوردار از (RCC) کمتر و (A) منفی‌تر، به عنوان گیاه مغلوب و گیاه دیگر در کشت مخلوط به عنوان جزء غالب تلقی می‌گردد [۱۱ و ۲۱]. در ترکیب ۲۵ درصد جو + ۷۵ درصد شبلیله در تمامی سطوح کود دامی شبلیله در گستره ۰/۵۱۷ تا ۰/۵۸۴ از ضریب ازدحامی بالاتری نسبت به جو برخوردار بود و در سایر نسبت‌های کشت، جو از ضریب ازدحامی بالاتری نسبت به شبلیله برخوردار بود.

نتایج تحقیقی در کشت مخلوط ذرت و ماش سبز نشان داد که بیشترین حدود ($LER = 1/43$)، به تیمار ۱۰۰ درصد ذرت + ۵۰ درصد ماش تعلق داشت. تیمارهای مخلوط افزایشی از LER بالاتری نسبت به تیمارهای مخلوط جایگزینی برخوردارند که این امر به دلیل استفاده بهتر از منابع موجود نظیر نور، آب و مواد غذایی در این تیمار است [۹]. در مطالعه‌ای نیز بر روی کشت مخلوط نخود سیاه و جو به منظور تولید علوفه در شرایط دیم بالاترین نسبت برابری زمین در تیمار ۱۰۰ درصد جو + ۱۰۰ درصد نخود سیاه برابر حدود ($LER = 1/22$) گزارش شد [۶].

شاخص‌های رقابتی

بیشترین عملکرد نسبی کل برای جو در نسبت تیماری ۱۰۰ درصد جو + ۱۶/۶ درصد شبلیله در دو سطح {سطح کودی ۳۶ تن در هکتار کود دامی و شاهد (صفر)} برابر یک و برای شبلیله در سطح کودی ۳۶ تن در هکتار کود دامی و در نسبت تیماری ۲۵ درصد جو + ۷۵ درصد شبلیله حدود ($RYT = 0/584$) مشاهده شد (جدول ۵). به‌طورکلی، با افزایش نسبت شبلیله در نسبت‌های مخلوط جایگزینی و افزایشی عملکرد نسبی شبلیله افزایش می‌یابد که این روند افزایشی در جو نیز صدق می‌کند. باتوجه به بالاتر بودن عملکرد ماده خشک در تیمارهای افزایشی عملکرد نسبی کل در این تیمارها به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است و در این تیمارها عملکردهای بالاتر از کشت خالص (RYT بیشتر از یک) مشاهده شده است که این امر نشانگر برتری عملکرد این دو گیاه در کشت مخلوط بود. در کشت مخلوط ۲۵ درصد جو + ۷۵ درصد شبلیله، عملکرد نسبی جزء شبلیله در تمامی سطوح کود دامی بیشتر از عملکرد نسبی جو بود، ولی در سایر نسبت‌های کشت مخلوط عملکرد نسبی جو در تمامی سطوح کود دامی بالاتر از شبلیله بود. در کشت مخلوط

جدول ۶. مقایسه اثر سطوح کود دامی تحت تأثیر ترکیب‌های مختلف جو و شبلیله بر برخی از شاخص‌های رفاقتی

ضرب از دحام نسبی (RCC)									
ضرب غالیبت (A)					ضرب از دحام نسبی (RCC)				
نسبت‌های کشت		نسبت جزئی جو		نسبت جزئی شبلیله		نسبت جزئی جو		نسبت‌های کشت	
کود دامی		کود دامی		کود دامی		کود دامی		کود دامی	
F ₄	F ₃	F ₂	F ₁	F ₄	F ₃	F ₂	F ₁	F ₄	F ₁
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۰/۲۲۳	۰/۱۸۴	۰/۱۹۴	۰/۱۸۳	۰/۱۴۶	۰/۱۴۲	۰/۱۵۱	۰/۱۵۶	۰/۵۹۲	۰/۵۲۳
۰/۰۲۴	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۶	۰/۰۰۹	۰/۳۳۱	۰/۲۸۰	۰/۲۸۷	۰/۳۱۲	۰/۳۸۰	۰/۳۳۲
-۰/۲۰۱	-۰/۱۶۸	-۰/۱۸۱	-۰/۲۱۷	۰/۵۸۴	۰/۵۵۰	۰/۵۱۷	۰/۵۴۱	۰/۱۸۱	۰/۱۰۶
۰/۹۲۳	۰/۸۲۷	۰/۹۱۷	۰/۹۲۳	۰/۰۷۰	۰/۰۷۰	۰/۰۷۹	۰/۰۷۶	۱/۰۰۰	۰/۹۰۵
۰/۸۲۱	۰/۷۳۳	۰/۷۶۴	۰/۷۶۹	۰/۱۷۲	۰/۱۷۱	۰/۱۵۸	۰/۱۶۱	۰/۹۹۴	۰/۹۰۳
۰/۵۲۹	۰/۴۴۸	۰/۴۲۱	۰/۴۱۲	۰/۲۵۹	۰/۲۶۹	۰/۲۷۳	۰/۲۸۴	۰/۷۸۹	۰/۸۹۷
نسبت رفاقت (CR)									
شاخص تولید سیستم (SPT)					نسبت رفاقت (CR)				
نسبت‌های کشت		نسبت جزئی جو		نسبت جزئی شبلیله		نسبت جزئی جو		نسبت‌های کشت	
کود دامی		کود دامی		کود دامی		کود دامی		کود دامی	
F ₄	F ₃	F ₂	F ₁	F ₄	F ₃	F ₂	F ₁	F ₄	F ₁
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۷۷/۹۳	۱۵۸/۵۱	۱۵۰/۳/۴۰	۱۳۶/۴۰	۰/۷۴۰	۰/۸۳۷	۰/۸۴۲	۰/۸۹۴	۱/۳۵۰	۱/۱۸۰
۱۲۷/۴۷۰	۱۰۲/۲/۵۴	۹۱/۸/۱۸	۹۹۳/۲۶	۰/۸۷۱	۱/۰۴۰	۱/۰۴۰	۰/۹۴۰	۱/۱۴۰	۰/۹۵۴
۸۵۴/۳۸	۹۵/۰/۵۸	۷۹۵/۴۵	۵۷/۸/۸۸	۱/۰۷۰	۱/۰۰۰	۱/۱۰۰	۱/۷۰۰	۰/۹۳۰	۰/۹۹۰
۲۸۹/۸۴	۲۶۴/۰/۳	۲۶۱/۶/۹۶	۲۴۷/۸/۳۵	۰/۴۶۷	۰/۵۱۸	۰/۴۷۰	۰/۴۵۸	۲/۱۸۰	۱/۹۴۰
۲۹۳/۲۹	۲۷۲/۸/۵۵	۲۳۸/۷/۵	۳۳۶/۴/۶	۰/۵۲۲	۰/۵۶۹	۰/۵۳۹	۰/۵۲۱	۱/۹۱۰	۱/۸۵۰
۲۴۰/۰/۰۹	۲۲۸/۹/۸	۱۹۹/۲/۴۲	۲۳۵/۱/۸۲	۰/۶۵۸	۰/۷۵۰	۰/۷۸۸	۰/۶۳۴	۱/۵۰۰	۱/۲۶۰

۱F، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب ۰، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ تن کود دامی در هکتار است. ۱C، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹ به ترتیب ۱۰۰٪ جو، ۷۵٪ جو + ۲۵٪ شبلیله، ۵۰٪ جو + ۵۰٪ شبلیله، ۲۵٪ جو + ۲۵٪ شبلیله، ۱۰۰٪ شبلیله، ۱۰۰٪ شبلیله، ۷۵٪ جو + ۲۵٪ شبلیله، ۵۰٪ جو + ۵۰٪ شبلیله، ۲۵٪ جو + ۲۵٪ شبلیله، ۱۰۰٪ شبلیله، ۱۰۰٪ شبلیله، ۱۰۰٪ جو + ۱۰۰٪ شبلیله، ۱۰۰٪ جو + ۱۰۰٪ شبلیله، ۵۰٪ جو + ۵۰٪ شبلیله هستند.

معمولاً گیاهانی مانند جو که در مراحل اولیه رشد، به سرعت استقرار می‌یابند، رقیب قوی تری هستند. بنا به گزارشی شاخص CR معیار مناسب‌تری برای ارزیابی توانایی رقابت اجزای کشت مخلوط است [۲۷] و در مقایسه با شاخص‌های دیگر مانند RCC و A توانایی بیشتری را در ارزیابی رقابت در کشت مخلوط دارد. مقادیر CR کوچکتر از یک برای یک جزء در مخلوط بدین معنی است که آن جزء اثرات رقابتی کمتری دارد و به عنوان یک گیاه همراه مطلوب برای کشت مخلوط تلقی می‌گردد.

مطابق نتایج در نسبت‌های کاشت ۵۰ درصد جو + ۵۰ درصد شنبلیله و ۲۵ درصد جو + ۷۵ درصد شنبلیله مقادیر CR برای جو کمتر از یک است و در این شرایط جو به عنوان یک گیاه مطلوب در مخلوط با شنبلیله است که توانایی رقابتی بسیار کمتری دارد، ولی عملکرد و کارایی سیستم در این سه تیمار کمتر از سایرین است (جدول ۶). شاخص دیگری که در نهایت باروری و کارایی یک سیستم کشت مخلوط را نمایان می‌سازد، شاخص بهره‌وری سیستم (SPI) است که در جدول ۶ برای تمام تیمارهای کشت مخلوط محاسبه گردیده است. در بررسی شاخص تولید کشت مخلوط (SPI) مشخص گردید که در نسبت کودی ۳۶ تن در هکتار کود دامی با ترکیب کشت ۱۰۰ درصد جو + ۳۳/۳ درصد شنبلیله ($SPI = 2933/29$) از حداکثر شاخص تولید برخوردار بود. بالاتر بودن این شاخص نشانگر افزایش کارایی سیستم مخلوط است.

بر این اساس در تیمارهایی که در آنها تراکم جو بیشتر از حد مطلوب خود است (تیمارهای افزایشی) بالاترین مقدار (SPI) به دست آمد. در کشت مخلوط باقلا و جو، در ترکیب کشت ۳۷ درصد باقلا + ۱۰۰ درصد جو بیشترین میزان کارایی ($SPI = 2940$) براساس شاخص (SPI) به دست آمد [۱۰]. بالاترین شاخص بهره‌وری سیستم در ترکیب کشت ۳۰۰ بوته جو در مترمربع + ۲۰ بوته گاوآنه

باتوجه به اینکه ضریب غالبیت گونه با علامت مثبت بیانگر غالبیت آن گونه در ترکیب مخلوط است [۲۹] و نیز براساس نتایج حاصل برای تیمار ۲۵ درصد جو + ۷۵ درصد شنبلیله و در برخی سطوح دامی تیمار ۵۰ درصد جو + ۵۰ درصد شنبلیله، شاخص ضریب غالبیت برای جو منفی شد (جو به عنوان گیاه مغلوب) (جدول ۶). همچنین در سایر تیمارها جو به عنوان گیاه غالب و شنبلیله به عنوان جزء مغلوب نمایانگر است. به طور کلی، در اکثر موارد در کشت مخلوط بقولات و غیربقولات، بقولات به عنوان جزء مغلوب و گیاه غیربقولات جزء غلبه کننده بوده است [۱۶ و ۲۳]. در این تحقیق، با افزایش نسبت کشت هر جزء در مخلوط، قدرت رقابت آن براساس ضریب غالبیت افزایش یافته است. این حالت جبرانی افزایش عملکرد در جزء سرکوب‌کننده (غالب) و کاهش عملکرد در جزء مغلوب در سیستم‌های کشت مخلوط سه حالت ممکن را در بردارد: برتری عملکرد^۱ (مقادیر LER و RCC بزرگتر از یک)، زیان عملکرد^۲ (مقادیر LER و RCC کوچکتر از یک) و حالت حد واسط^۳ (مقادیر LER و RCC برابر با یک) [۱۵]. بر این اساس تیمارهای ۱۰۰ درصد جو + ۱۶/۶ درصد شنبلیله، ۱۰۰ درصد جو + ۳۳/۳ درصد شنبلیله و ۱۰۰ درصد جو + ۵۰ درصد شنبلیله از برتری عملکرد برخوردار بود و اجزای مخلوط در این نسبت‌های کشت حالت تکمیلی^۴ با یکدیگر داشته‌اند.

مقایسه قدرت رقابتی دو گونه حاکی از برتری جو بود. در واقع می‌توان اظهار داشت زمانی که سهم هر یک از دو گیاه نسبت به دیگری در ترکیب مخلوط افزایش یابد، آن گیاه غالب خواهد شد و برعکس. در واقع توان رقابت تا اندازه زیادی مربوط به سرعت رشد اولیه بالاست یعنی

1. Yield advantage
2. Yield disadvantage
3. Intermediate
4. Complementarity

بهترین ترکیب تیماری در این آزمایش بودند. همچنین نسبت برابری از زمین و شاخص غالبیت در نسبت‌های کشت افزایشی بزرگتر از یک و با کاربرد ۳۶ تن در هکتار کود دامی حاصل شده است، بنابراین در این مطالعه جو و شنبلیله دو گونه سازگار در ترکیب‌های کشت مخلوط معرفی شدند.

منابع

۱. اصغری پور م و خاتمی پور م (۱۳۹۲) بررسی تأثیر کود دامی بر عملکرد و کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط ارزن دم‌روباهی و ماش. به زراعی کشاورزی. ۱۵(۱): ۱۹۰-۱۷۵.
۲. توسلی ا، قنبری ا، احمدی م و حیدری م (۱۳۸۹) اثر کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد علوفه و دانه ارزن (*Panicum miliaecum L.*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در کشت مخلوط. پژوهش‌های زراعی ایران. ۸(۲): ۲۱۲-۲۰۳.
۳. سلیمانی عیبات م، مرادی تلاوت م، سیادت ع، کوچک زاده ا و اشراقی نژاد م (۱۳۹۴) ارزیابی عملکرد دانه و انتقال مجدد ماده خشک جو (*Hordeum vulgare L.*) در تیمارهای الگوی کاشت و میزان بذر. تحقیقات غلات. ۱۵(۱): ۱۰۶-۹۵.
۴. قلعه سفیدی م (۱۳۹۰) تأثیر تنش خشکی پایان دوره و سطوح مختلف کمپوست کود دامی بر برخی صفات زراعی کنگد (*Sesamum indicum L.*) در منطقه خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه رامین خوزستان. خوزستان.
۵. کوچکی ع ر، نصیری محلاتی م، دیهیم فرد ر، میرزایی تالار پشته ر و خیرخواه م (۱۳۹۳) ارزیابی رقابت و کارایی سیستم کشت مخلوط ذرت - لوبیا با استفاده

در مترمربع (کمترین تراکم گاو دانه در در این پژوهش) بیشتر از سایر تیمارها بود و این ترکیب تیماری را جهت کشت مخلوط جو با گاو دانه توصیه کردند [۱۶]. تحقیقات در کشت مخلوط ذرت و لوبیا نشان داد، در تیمارهایی که تراکم ذرت بیشتر از حد مطلوب خود بود (تیمارهای ۱۰۰ درصد لوبیا + ۱۵ درصد جو و ۵۰ درصد لوبیا + ۱۵۰ درصد ذرت)، بیشترین مقدار SPI به دست آمده است [۵].

نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی عملکرد جو و شنبلیله بیانگر تأثیر شرایط محیطی و مدیریت زراعی بر عوامل مؤثر بر عملکرد مانند عملکرد ماده خشک جو و شنبلیله بود، به طوری که بیشترین عملکرد ماده خشک جو در تیمارهای افزایشی و در کشت خالص جو حاصل شد. بیشترین میزان نسبت برابری زمین ($LER = 1/18$) متعلق به ترکیب کشت مخلوط ۱۰۰ درصد جو + ۵۰ درصد شنبلیله در نسبت کودی ۳۶ تن در هکتار کود دامی بود، همچنین حداکثر نسبت رقابت جو در ترکیب ۱۰۰ درصد جو + ۱۶/۶ درصد شنبلیله در بالاترین سطح کودی ($CR = 2/18$) و حداکثر نسبت رقابت شنبلیله در نسبت ۲۵ درصد جو + ۷۵ درصد شنبلیله در تیمار شاهد ($CR = 1/7$) مشاهده شد که این مطلب حاکی از آن است که جو از توان رقابتی بالاتری نسبت به شنبلیله برخوردار بود. همچنین حداکثر شاخص بهره‌وری سیستم در نسبت کودی ۳۶ تن در هکتار کود دامی با ترکیب کشت ۱۰۰ درصد جو + ۳۳/۳ درصد شنبلیله ($SPI = 2933/29$) حاصل شد. در مجموع باتوجه به اینکه بیشترین میزان نسبت بهره‌وری از زمین و شاخص تولید سیستم در دو ترکیب کشت ۱۰۰ درصد جو + ۵۰ درصد شنبلیله و ۱۰۰ درصد جو + ۳۳/۳ درصد شنبلیله در نسبت کودی ۳۶ تن در هکتار کود دامی حاصل شد، نسبت‌های کشت افزایشی در سطح کودی ۳۶ تن در هکتار

13. Banik P, Midya A, Srakar BK and Ghose S (2006) Wheat and Chickpea intercropping systems in an additive experiment: Advantage and weed smothering. *European Journal of Agronomy*. 24: 325-332.
14. Dhima KV, Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB and Dordas CA (2007) Competition indices of comomm. N Vetch and cereal intercropping in two seeding ratio. *Field Crop Research*. 1000: 249-256.
15. Ghosh PK, Manna MC, Bandyopadhyay KK, Tripathi AK, Wanjari RH, Hati KM, Misra AK, Acharya C and Subba Rao A (2006) Interspecific interaction and nutrient use in soybean/sorghum intercropping system. *Agronomy Journal*. 98: 1097-1108.
16. Hamze ie J (2012) Performance evaluation index spad, land use efficiency and productivity index barley (*Hordeum vulgar*) and bitter vetch (*Vicia errilia*) intercropping system. *Journal of Crop Production and Processing*. 2(4): 79-91.
17. Mazaheri D (1979) Intercropping with maize and kale. United Kingdom. Thesis, Reading University. Ph. D. Dissertation.
18. Mead R and Willey RW (1980) The concept of a Land Equivalent Ratio and advantages in yields from intercropping. *Experimental of Agriculture*. 16: 217-228.
19. Nielsen P, Hauggard H, Ambus E and Jensen S (2001) Inter specific competition, N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. *Field Crops Research*. 70(2): 101-109.
20. Odo PE (1991) Evaluation of short and tall *Sorghum* varieties in mixtures with Cowpea in the Sudan Savanna of Nigeria: Land equivalent ratio, grain yield and system productivity index. *Experimental Agriculture*. 27: 435-441.
- از برخی از شاخص‌های رقابتی. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲(۴): ۵۳۵-۵۴۲.
۶. کیانی س، سیادت ع، مرادی تلاوت م، ابدالی مشهدی ع و ساری م (۱۳۹۳) ارزیابی کشت مخلوط علوفه‌ای جو و رازیانه در سطوح مختلف کود نیتروژن. علوم زراعی ایران. ۲(۱۶): ۷۷-۹۰.
۷. لامعی هروانی ج و خشنود علیزاده د (۱۳۹۱) انتخاب مناسب‌ترین ترکیب کشت مخلوط ماشک گل خوشه‌ای با جو و تربیتکاله در شرایط دیم زنجان. علوم کشاورزی دیم ایران. ۱(۱): ۹۳-۱۰۲.
۸. محمدآبادی ع، رضوانی مقدم پ، فلاحی ج و برومندزاده ز (۱۳۹۰) بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی علوفه شنبلیله (*Trigonella foenum – graecum* L.) بوم‌شناسی کشاورزی. ۳(۴): ۴۹۹-۴۹۱.
۹. نخزری مقدم ع (۱۳۹۱) عملکرد و کیفیت علوفه حاصل از کشت مخلوط جو و خردل علوفه‌ای در تاریخ‌های مختلف کاشت. مجله الکترونیکی تولید گیاهان زراعی. ۵(۴): ۱۷۳-۱۸۹.
10. Aderdiran JA, Taiwo LB, Akande MO, Sobulo RA and Idowu OJ (2004) Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. *Journal of Plant Nutrition*. 27: 1163-1181.
11. Agegnhu G, Ghizam A and Sinebo W (2006) Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian high lands. *European Journal of Agronomy*. 25: 202-207.
12. Araj Aa, Abdu ZO and Joyce P (2001) Efficient use of Animal manure on cropland – economic analysis. *Bioresource Technology*. 79(2): 179-191.

21. Ross SM, King JR, Odonovan JT and Spaner D (2004) Forage potential of intercropping berseem clover with barley, oat or triticale. *Agronomy Journal*. 96: 1013-1020.
22. Schmidtke K, Neumann A, Hof C and Rauber R (2004) Soil and atmospheric nitrogen uptake by lentil (*Lens culinaris Medic*) and barley (*Hordeum vulgare* spp. *Nbudum* L.) as monocrops and intercrops. *Field Crops Research*. 87: 245-256.
23. Shirani H, Hajabasi MA, Afyuni M and Hemmat A (2002) Effect of farmyard manure and tillage system on soil physical properties and corn yield in central Iran. *Soil and Tillage Research*. 68: 101-108.
24. Spitters CJT, Kropff MJ and Degrot W (1989) Competition between maize and *Echinochloa Crus-Gali* analysed by a hyperbolic regression model. *Annals of Applied Biology*. 115: 541-551.
25. Thomsen Ik (2001) Recovery of nitrogen from composted and anaerobically Stored manure labeled with 15N. *European Journal of Agronomy*. 15: 31-41.
26. Turk MA, Rahman A and Tawaha M (2002) Effect of variable sowing ratios and sowing rates of bitter vetch on the herbage yield of barley – bitter vetch mixed cropping. *Asian Journal of Plant Sciences*. 1(4): 460-469.
27. Willey RW (1990) Resources use in intercropping systems. *Journal of Agriculture Water Management*. 17: 215- 231.
28. Willey RW and Rao MR (1980) A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Experimental Agriculture*. 16: 117-125.
29. Yilmaz S, 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 Agricultural and Forestry*. 32: 111-119.