ارزیابی کشت مخلوط نخود (*Cicer arietinum*) و جو (*Hordeum vulgare*) با استفاده از شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط تحت شرایط رقابت با علف‌های هرز

جـواد حمـزه ئـی[1*] و محسـن سیدی[2]

۱. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتـات، دانشـکده کشـاورزی، دانشـگاه بـوعلی سـینا همـدان، همدان، ایران
۲. دانشـجوی کارشناسـی ارشـد زراعـت، گـروه زراعـت و اصـلاح نباتـات، دانشـکده کشـاورزی، دانشـگاه بـوعلی سـینا همـدان، همدان، ایران

چکیده

بـه منظـور ارزیـابی سـودمندی سیسـتم‌هـای کشـت مخلـوط نخـود (*Cicer arietinum*) و جـو (*Hordeum vulgare*) تحت شرایط رقابت بـا علـف‌هـای هـرز، آزمایشـی در مزرعـه آموزشـی و پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان طی سال زراعی ۱۳۸۹ انجام شـد. آزمـایش به صورت کرت های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصـادفی در سـه تکـرار اجـرا گردید. کنترل علف‌هرز به عنوان عامل اصلی در دو سـطح عـاری از علـف‌هـرز (WF) و آلـوده بـه علف‌هرز (WI) و الگوهای مختلف کاشت در ۹ سطح شامل کشت‌های خالص نخود (PP_1) و جـو (PP_2)، کشت‌های مخلوط افزایشی ۲۵ (PP_3)، ۵۰ (PP_4) ۷۵ (PP_5) و ۱۰۰ درصـد جـو (PP_6) بـه کشت خالص نخود و کشت‌های مخلوط جایگزینی ۲۵ (PP_7)، ۵۰ (PP_8) و ۷۵ درصد جو (PP_9) با نخود، به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. ارزیابی کشت مخلوط بـر اسـاس شـاخص‌هـای نسبت برابری زمین (LER)، عملکرد نسبی کل، غالبیت، رقابـت و ضـریب نسـبی ازدحـام صـورت گرفت. نتایج آزمایش نشان داد کـه در کلیـه تیمارهـای کشـت مخلـوط، LER بـالاتر از یـک بـود. بنحویکه، تیمار $WI\times PP_6$ بیشترین میزان LER (۲/۴۰) را به خود اختصاص داد. شاخص رقابت در تمام الگوهای کشت مخلوط کمتر از یک بود. کمتـرین (۰/۰۱) و بیشـترین (۰/۹۹) میـزان شـاخص رقابت نیز به ترتیب در تیمارهای $WI\times PP_8$ و $WF\times PP_3$ به دست آمد. همچنین، بر اساس شاخص غالبیت، گیاه جو نسبت به نخود غالب بود. به طور کلی، کشت مخلوط نخود و جو در هر دو حالت تداخل و عاری از علف‌هرز، برتر از کشت خالص آن‌ها بود.

واژه‌های کلیدی: جو، شاخص رقابت، کشت مخلوط، نخود، نسبت برابری زمین.

* **نویسنده مسئول:**
E-mail: j.hamzei@basu.ac.ir

تاریخ وصول: ۱۳۹۱/۴/۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۷

مقدمه

آمارها نشان می‌دهند که جمعیت ایران و جهان دائماً در حال افزایش است. بنابراین، افزایش تولیدات کشاورزی برای هماهنگی با تقاضای روزافزون منابع غذایی، اجتناب ناپذیر است. در حال حاضر دانشمندان علوم زیستی با یک اجماع کلی، تخریب و کاهش منابع طبیعی را به عنوان یک مشکل جدی مطرح کرده‌اند. رشد سریع جمعیت و نیاز روزافزون به غذا سبب افزایش فشار غیراصولی و بیش از حد بر زمین شده است (۲۵). این فعالیت‌ها که در ایران به امری عادی تبدیل شده، باعث شده است که کشور ما از لحاظ فرسایش رتبه‌های نخستین جهانی را داشته باشد (۱٤).

در افزایش تولیدات کشاورزی علاوه بر افزایش سطح زیر کشت و بهبود عملکرد، راهکاری مانند افزایش میزان محصول در واحد سطح و زمان نیز قابل تأمل است. در مناطقی که عواملی چون آب و دما محدود کننده کشت‌های دو گانه، سه گانه و چهار گانه محسوب می شوند، تحقق این امر با کشت مخلوط امکان پذیر می‌گردد (۸).

در کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح از طریق کشت بیش از یک گیاه در یک قطعه زمین و در یک سال زراعی تأمین می‌شود. در این راستا انتخاب گیاهانی که کمترین رقابت را با هم داشته باشند قدم عمده‌ای محسوب می‌شود (۱۷). کشت مخلوط به صورت کاشت دو یا چند گونه زراعی با یکدیگر در مناطق مختلف جهان به طور گسترده‌ای متداول می‌باشد. کشت مخلوط عبارت از رویاندن بیش از یک گیاه در یک سال زراعی و در یک قطعه زمین است (۱۷).

برای استفاده مطلوب از عوامل محیطی (نور، مواد غذایی و آب) از لحاظ تئوری به یک تیپ ایده‌آل نیاز است. به طوری که، قادر باشد در کم‌ترین زمان تمام نیچ-های ممکن را به طور کامل اشغال کند. مثلاً عناصر غذایی و آب را از تمام پروفیل خاک جذب نماید و بتواند از تمام نور رسیده به طور مؤثری استفاده نماید. شاید در عمل دستیابی به این تیپ غیر ممکن باشد. اما راهکار استفاده کامل‌تر از منابع و امکانات محیطی، با الگوبرداری از نمونه‌های موجود در طبیعت، کشت گونه‌های مختلف گیاهی در کنار هم است. این گونه‌ها در استفاده از منابع، نیچ‌های متفاوتی دارند، بطوریکه وقتی در کنار هم رشد می‌کنند، مکمل هم می‌شوند. در این حالت می‌توان دو گونه را به عنوان یک گونه جدید در نظر گرفت که به تیپ ایده‌آل نزدیک است (٤، ۱۲ و۱۷). به این ترتیب، در صورت انتخاب مناسب گونه‌ها، نسبت‌ها و ترکیب‌های مناسب در کشت مخلوط گیاهان بقولات با غلات علاوه بر افزایش عملکرد، افزایش کیفیت علوفه، افزایش کارایی مصرف آب، مقاومت به سرما و کنترل جمعیت علف‌های هرز را نیز می‌توان انتظار داشت (۱۲، ۱۵ و ۱۸). بررسی ترکیب‌های منتخب در کشت مخلوط گیاهان مختلف نشان می‌دهد که واکنش اجزای مخلوط در تراکم و سایر عوامل مؤثر در رشد، در نسبت‌های مختلف اختلاط متفاوت است. به عنوان مثال در کشت مخلوط شبدر و جو، نسبت اختلاط ۸۰ درصد شبدر و ۲۰ درصد جو با کسب نسبت برابری زمین معادل ۱/۳۹ به عنوان تیمار برتر شناخته شد (۳). یافته‌های زند و غفاری خلیق (۱۳۸۱) حاکی از آن است که، نسبت اختلاط ۵۰:۵۰ برای لوبیا چشم بلبلی و سورگوم دانه‌ای نسبت به کشت خالص، ۱۹ درصد سودمندی دارد. آن‌ها ضمن برآورد شاخص غالبیت در تیمارهای مخلوط اظهار داشتند که لوبیا چشم بلبلی، به عنوان گونه غالب و از شرایط محیطی به نحو مطلوب‌تری استفاده کرده است. در آزمایشی که روی کشت مخلوط بابونه و همیشه بهار انجام گرفت، بیان شده که LER در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود (۵). محسن آبادی و همکاران (۱۳۸٦) نیز در ارزیابی کشت مخلوط جو- ماشک در سطوح مختلف کود نیتروژن دریافتند که کشت مخلوط نسبت به تک کشتی جو و ماشک برتری دارد. دریایی و همکاران (۱۳۸۷) نیز در بررسی شاخص‌های سودمندی کشت

مخلوط نخود و جو گزارش کردند که شاخص رقابت در اکثر تیمارهای مخلوط پایین‌تر از واحد بود که نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط است. در تحقیق دیگری روی کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان، نیز سودمندی کشت مخلوط با استفاده از این شاخص رقابت گزارش شده است (۲).

به طور کلی، محاسبه شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط، امکان تصمیم گیری درست‌تر و دقیق‌تر در خصوص انتخاب تیمار برتر را فراهم می‌آورد. به‌عبارت-دیگر، با ارزیابی این شاخص‌ها می‌توان صحت تصمیم گیری درباره تیمار برتر را مورد بازبینی قرار داد. از این رو، هدف این پژوهش، تعیین سودمندی کشت مخلوط نخود و جو از طریق محاسبه شاخص‌های نسبت برابری زمین، شاخص رقابت، عملکرد نسبی کل، شاخص غالبیت و ضریب ازدحام نسبی تحت شرایط عاری و آلوده به علف-هرز بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا واقع در روستای دستجرد انجام گرفت. محل اجرای آزمایش در ٤٨ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی، ۳۵ درجه و ۱ دقیقه عرض شمالی و ١٦٩٠ متر ارتفاع از سطح دریا قرار دارد. میزان بارندگی در طول فصل رشد (فروردین تا تیر ماه ۱۳۸۹) ۱۸۷/۱ میلی متر گزارش شد. نتایج آزمون خاک، بافت خاک را رسی لومی (رس ۲۷٪، سیلت ۳۰٪، شن ٤۳٪) و pH آن را ۷/٤٦ نشان داد. آزمایش به صورت کرت های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. کنترل علف‌هرز به عنوان عامل اصلی در دو سطح عاری از علف‌هرز (WF) و آلوده به علف‌هرز (WI) و الگوهای مختلف کاشت در ۹ سطح شامل کشت‌های خالص نخود (PP_1) و جو (PP_2)، کشت‌های مخلوط افزایشی ۲۵ (PP_3)، ۵۰ (PP_4) ۷۵ (PP_5) و ۱۰۰ درصد جو (PP_6) به کشت خالص نخود و کشت‌های مخلوط جایگزینی ۲۵ (PP_7)، ۵۰ (PP_8) و ۷۵ درصد جو (PP_9) با نخود، به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند.

قطعه زمین مورد نظر در اسفند سال ۱۳۸۸ شخم زده شد و در فروردین سال ۱۳۸۹ بعد از دیسک زدن تسطیح شد. عملیات کاشت نخود و جو بطور همزمان و در ۱۵ فروردین سال ۱۳۸۹ با دست انجام گرفت. ابعاد هر کرت فرعی ٦ × ٤/٥ متر بود. فاصله ردیف‌های کاشت برای نخود ۵۰ سانتی‌متر و برای جو ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بنابراین، در کشت خالص نخود، در هر کرت آزمایشی ۱۲ ردیف کاشت و در کشت خالص جو، در هر کرت آزمایشی ٢٤ ردیف کاشت قرار داشت. ارقام مورد استفاده در این آزمایش، رقم هاشم نخود و رقم والفجر جو بهاره بودند. تراکم‌های نرمال نخود و جو به ترتیب ٤٠ و ٤٠٠ بوته در متر مربع منظور گردید. بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی، فقط کود اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان استارتر و در زمان کشت به خاک اضافه گردید. در واقع پس از آنالیز نمونه خاک توسط موسسه آب و خاک و توصیه‌ای که از طرف این موسسه شده بود، نیازی به مصرف کودهای فسفره و پتاسه نبود و فقط کود نیتروژن به فرم اوره (که تنها دارای عنصر نیتروژن است) مصرف شد. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است.

آبیاری به صورت بارانی و اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام شد. در تیمار تداخل علف‌هرز (WI)، به علف‌های هرز اجازه داده شد تا در تمام فصل رشد در مزرعه حضور داشته و با گیاه زراعی رقابت کنند، ولی در فاکتور عاری از علف‌هرز (WF)، چندین مرتبه علف‌های هرز در طول فصل رشد، به صورت دستی وجین شدند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

٪ رس	٪ سیلت	٪ شن	بافت خاک	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	٪ نیتروژن کل	pH	هدایت الکتریکی ds/m	٪ کربن آلی
۲۷	۳۰	۴۳	لومی رسی	۵۹/۴	۵۹۰/۱	۰/۱۳	۷/۴۶	۰/۴۰۹	۱/۳۲

برای ارزیابی سودمندی کشت مخلوط از شاخص‌های نسبت برابری زمین، عملکرد نسبی کل، غالبیت، رقابت و ضریب نسبی ازدحام استفاده شد (۱۷).

شاخص رقابت

شاخص رقابت بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (٦):

$$CI = \frac{(N'A-NA)(N'B-NB)}{NA\ NB} \quad (۱)$$

در این معادله، N′A و NA به ترتیب محصول گیاه A در کشت خالص و مخلوط و N′B و NB به ترتیب محصول گیاه B در کشت خالص و مخلوط است. اگر CI<1باشد، ارزش کشت مخلوط بیش از خالص بوده و سودمندتراست و چنانچه CI>1 باشد، میزان سوددهی کشت مخلوط پایین‌تر از کشت خالص است.

نسبت برابری زمین

نسبت برابری زمین بر اساس سطح زمین زیر کشت محاسبه می‌گردد و به وسیله آن مشخص می‌شود که برای به دست آوردن مقدار محصولی که از یک هکتار کشت مخلوط عاید می‌شود چه مقدار از زمین به صورت زراعت تک کشتی مورد نیاز است تا همان مقدار محصول برداشت شود.

نسبت برابری زمین نیز با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود (۱۷):

$$LER = \sum_{n=1}^{m} Yi/Yii \quad (۲)$$

که در آن Yi مقدار محصول یک گونه (در واحد سطح) در کشت مخلوط و Yii عبارت از محصول همان گونه (در واحد سطح) در زراعت تک کشتی است. چنانچه LER = 1+X باشد، مقدار X (در واحد سطح) زمین اضافه در حالت تک کشتی مورد نیاز است تا بتوان همان مقدار محصولی که در واحد سطح از کشت مخلوط به دست آمده است را برداشت نمود.

محصول نسبی

با استفاده از محصول نسبی می‌توان مستقیما میزان افزایش یا کاهش محصول را در کشت مخلوط تعیین نمود.

محصول نسبی گونه A و گونه B بر اساس روابط زیر تعیین می‌گردد:

$$RA = \frac{\text{محصول گونه A در کشت مخلوط}}{\text{محصول گونه A در تک کشتی}} \quad (۳)$$

$$RB = \frac{\text{محصول گونه B در کشت مخلوط}}{\text{محصول گونه B در تک کشتی}} \quad (٤)$$

محصول نسبی کل نیز از مجموع محصول نسبی گونه-های تشکیل دهنده مخلوط، حاصل می‌شود:

$$RYT=RYA+RYB \quad (۵)$$

اگر RYT=1 باشد، هیچ گونه اضافه یا کاهش محصولی از کشت مخلوط به دست نمی‌آید. چنانچه RYT>1 باشد، مقدار محصول در زراعت مخلوط بیش از تک کشتی است و سرانجام اگر RYT<1 باشد، تاثیر مخلوط منفی است، یعنی محصول زراعت مخلوط کمتر از تک کشتی خواهد شد.

شاخص غالبیت

این شاخص میزان غالبیت گونه a را نسبت به گونه b

در کشت مخلوط نشان می‌دهد و توسط معادله زیر محاسبه می‌گردد:

$$Aab = \frac{Yab}{Eab} - \frac{Yba}{Eba} \quad (٦)$$

که در این رابطه، A_{ab}: مقدار غالبیت گونه a نسبت به گونه b، Y_{ab}: محصول واقعی گونه a در مخلوط با گونه b، Y_{ba}: محصول واقعی گونه b در مخلوط با گونه a، E_{ab}: محصول مورد انتظار گونه a در مخلوط با گونه b و E_{ba}: محصول مورد انتظار گونه b در مخلوط با گونه a است.

ضریب ازدحام نسبی

این ضریب مشخص کننده‌ی میزان رقابت بین گیاهی است که به صورت مخلوط کشت شده‌اند.

ضریب ازدحام نسبی(RCC) برای گیاه A که با گیاه Bمخلوط شده است به صورت زیر است (۱۷):

$$RCCa = \frac{Yab \times Zab}{(Yaa - Yab)(Zba)} \quad (٧)$$

در این رابطه، RCC_a: ضریب نسبی تراکم گونه a، Y_{aa}: محصول گونه a در زراعت تک کشتی، Y_{ab}: محصول گونه a در زراعت مخلوط، Z_{ab}: نسبت مخلوط گونه a و Z_{ba}: نسبت مخلوط گونه b است.

اگر $RCC_a=1$ باشد، در گیاه a رقابت درون گونه‌ای با برون گونه‌ای برابر است ولی اگر ضریب نسبی تراکم برای هر دو گونه (RCC_b و RCC_a) برابر واحد باشد، در مخلوط حالت موازنه یا تعادل رقابت برقرار خواهد بود.

با استفاده از این روش، زراعت مخلوط به وسیله فرمول زیر ارزیابی می‌شود:

$$RCCa \times RCCb = K \quad (٨)$$

اگر K بزرگتر از یک باشد، زراعت مخلوط سودمند خواهد بود. اگر K کوچکتر از یک باشد، میزان محصول به دست آمده از زراعت مخلوط کمتر از محصول تک کشتی است و سرانجام چنانچه K=1 باشد در زراعت مخلوط هیچ گونه افزایش یا کاهش محصول نسبت به زراعت تک کشتی دیده نمی‌شود (۱۷).

عملکرد نهایی دانه نیز پس از حذف اثر حاشیه، با برداشت دو متر مربع از هر واحد آزمایشی تعیین گردید. داده‌ها توسط نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ توسط نرم افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

عملکردهای دانه نخود و جو

عملکرد دانه نخود بطور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای کنترل علف‌هرز، الگوی کاشت و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲)، به‌طوری‌که بیشترین میزان عملکرد دانه نخود (۲۵۰ گرم در متر مربع) در تیمار $PP_1 \times WF$ (کشت خالص نخود در حالت کنترل علف‌هرز) به‌دست آمد (جدول ۳). با اجرای کشت مخلوط نخود–جو و در هر دو حالت عاری و آلوده به علف‌هرز، عملکرد دانه نخود بطور معنی‌داری کاهش یافت و کمترین میزان عملکرد دانه نخود که معادل ٤٩ گرم در متر مربع بود به تیمار $PP_9 \times WI$ (کشت مخلوط جایگزینی ۷۵٪ جو و ۲۵٪ نخود در حالت عدم کنترل علف‌هرز) تعلق گرفت. ولی، بین تیمار $PP_9 \times WI$ و تیمار $PP_1 \times WI$ (کشت خالص نخود و عدم کنترل علف‌هرز) از نظر عملکرد دانه تفاوتی وجود نداشت (جدول ۳). تیمار $PP_1 \times WI$ در مقایسه با تیمار $PP_1 \times WF$ عملکرد دانه نخود را در حدود ۷۵ درصد کاهش داد که علت این امر از بالا بودن تراکم و بیوماس علف‌های‌هرز در این تیمار ($PP_1 \times WI$) و رقابت آن‌ها با نخود ناشی می‌شود. عملکرد دانه نخود در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی به همراه عدم کنترل علف‌هرز و همچنین در تیمار $PP_7 \times WI$ بیشتر از تیمار $PP_1 \times WI$ بود ولی از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). در واقع، رقابت بسیار موثر جو با علف‌های هرز باعث شد که از شدت خسارت آن‌ها به عملکرد دانه نخود در تیمارهای مذکور کاسته شود و این امر نشانگر موفقیت گیاه جو در کنترل علف‌های هرز مزرعه نخود در حالت کشت مخلوط است. نتایج این تحقیق با یافته‌های پوگیو (۲۰۰۵)، بنیک و همکاران

(۲۰۰۶) و کر و همکاران (۲۰۱۱) هماهنگ است.

عملکرد دانه جو نیز تحت تاثیر تیمارهای کنترل علف‌هرز، الگوی کشت و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲) و بیشترین مقدار عملکرد دانه جو (۳۰۱ گرم در متر مربع) به تیمار تک کشتی آن در حالت کنترل علف‌هرز تعلق داشت. با اجرای کشت مخلوط، عملکرد دانه جو به طور معنی‌داری کاهش یافت و میزان کاهش در تیمارهای آلوده به علف‌هرز بیشتر از تیمارهای عاری از علف‌هرز بود (جدول ۳). به عبارت دیگر، رقابت برون گونه‌ای در کشت مخلوط، سبب کاهش عملکرد دانه جو شد و میزان کاهش در تیمارهای آلوده به علف‌هرز که رقابت برون گونه‌ای در آن‌ها بسیار شدیدتر از تیمارهای عاری از علف‌هرز بود، بیشتر نمایان گشت. کاهش عملکرد دانه جو با کاهش تراکم آن در تیمارهای کشت مخلوط، یک امر طبیعی است، بطوریکه در این مطالعه کمترین میزان عملکرد دانه جو (۹۹ گرم در متر مربع) در تیمار $PP_7 \times WI$ مشاهده گردید. بسیاری از پژوهشگران نیز در مطالعات خود این یافته‌ها را تایید کرده‌اند (۲۰ و ۲۹).

نسبت برابری زمین

بررسی شاخص نسبت برابری زمین در این مطالعه نشان داد که کلیه تیمارهای کشت مخلوط دارای LER بالاتر از یک بودند (جدول ۳) که نشان از برتری کشت مخلوط دو گونه نسبت به تک کشتی هر یک از دو گونه دارد. در میان الگوهای مختلف کشت، کشت مخلوط در حالت تداخل علف‌هرز (جدول ۳) دارای LER بیشتری نسبت به کشت مخلوط عاری از علف‌هرز بود، دلیل این امر به افت شدید محصول نخود در تک کشتی با حضور علف‌هرز بر می‌گردد. همچنین، باید عنوان کرد که در تیمار تداخل علف‌هرز، جو با کاهش خسارت ناشی از علف‌های هرز در کشت مخلوط با نخود، باعث شد که این تیمارها عملکرد دانه بیشتری نسبت به تک کشتی نخود داشته باشند که این امر موثرترین عامل در افزایش LER در کشت‌های مخلوط بدون کنترل علف‌هرز نسبت به کشت-های مخلوط عاری از علف‌هرز می‌باشد. قنبری و همکاران (۱۳۸۵) نیز در مطالعه خود روی کشت مخلوط ذرت و خیار، میزان LER را در شرایط بدون کنترل علف‌هرز بیشتر از شرایط با کنترل علف‌هرز ذکر کردند. همچنین، موریس و گریتی (۱۹۹۳) LER را در شرایط استرس‌زا بیشتر از شرایط عادی گزارش کردند. بیشترین و کمترین میزان شاخص نسبت برابری زمین به ترتیب درتیمارهای $WI \times PP_6$ و $WF \times PP_3$ به دست آمد (به ترتیب معادل ۲/۴۰ و ۱/۰۱). در آزمایشی که روی کشت مخلوط بابونه و همیشه بهار، انجام گرفت بیان شده که LER در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود (۵).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کنترل علف‌های هرز و الگوهای مختلف کشت مخلوط بر عملکرد دانه نخود و جو.

		میانگین مربعات (MS)	
تیمار	درجه آزادی	عملکرد دانه نخود	عملکرد دانه جو
تکرار	۲	۶۱۶/۹۱ ns	۲۷۶۹/۴۵**
کنترل علف‌هرز (A)	۱	۱۹۷۹۳/۳۱ **	۶۰۱۷۰/۷۹**
Ea	۲	۱۲۱/۹۳	۱۷۱۰/۴۰
الگوی کشت (B)	۷	۵۲۱۰/۱۲**	۱۵۶۴۷/۲۴**
A×B	۷	۵۸۶۱/۴۱ **	۸۰۲/۱۲**
Eb	۲۸	۱۸۶/۶۲	۲۳۷/۲۴
ضریب تغییرات (٪)		۱۳/۵۷	۸/۱۶

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

محسن آبادی و همکاران (۱۳۸٦) نیز در ارزیابی کشت مخلوط جو- ماشک در سطوح مختلف کود نیتروژن دریافتند که کشت مخلوط نسبت به تک کشتی جو و ماشک برتری دارد. شایگان و همکاران (۱۳۸۷) در کشت مخلوط ذرت و ارزن دم روباهی اعلام کردند که LER در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود. حمزه‌ئی (۱۳۹۱) نیز در تحقیق خود روی کشت مخلوط جو و گاودانه اظهار داشت که کشت مخلوط سبب افزایش بهره‌وری از زمین می‌شود. حمزه‌ئی و سیدی (۱۳۹۱) و بوکار و همکاران (۲۰۱۱) هم در کشت مخلوط گندم- کلزا و ذرت- لوبیای سودانی اعلام کردند که نسبت برابری زمین در کلیه الگوهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی است. بسیاری از پژوهشگران نیز در مطالعات خود به چنین نتایجی دست یافته اند (۲، ۱۹، ۲۰، ۲۲ و ۲٤).

محصول نسبی

نتایج آزمایش نشان داد که محصول نسبی جو در اکثر الگوهای کشت عاری از علف‌های‌هرز، بیشتر از نخود بود (جدول ۳) ولی در تیمارهای کشت مخلوط با حضور علف‌هرز، محصول نسبی نخود در تمام الگوهای مخلوط بیشتر از جو بود (جدول ۳)، به نظر می‌رسد که این امر از افت شدید عملکرد تک کشتی نخود در حالت تداخل علف‌هرز و در مقابل آن، نقش جو در کاهش خسارت ناشی از علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط ناشی‌می‌شود.

جدول ۳- عملکردهای دانه نخود و جو، نسبت برابری زمین (LER) و میزان محصول نسبی (RYT) در الگوهای مختلف کشت در حالت عاری از علف‌هرز و آلوده به علف‌هرز.

	تیمارهای عاری از علف‌هرز (WF)								
	PP_1	PP_2	PP_3	PP_4	PP_5	PP_6	PP_7	PP_8	PP_9
عملکرد دانه نخود	۲۵۰a	-	۱۲۸b	۱۱۵bcd	۱۰۲cde	۱۰۰cde	۱۲۰bc	۹۵def	۵۷hi
عملکرد دانه جو	-	۳۰۱a	۱۴۸e	۱۹۵c	۲۴۹b	۲۵۳b	۱۸۲cd	۲۰۱c	۲۶۲b
نسبت برابری زمین	-	-	۱/۰۱	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۲۵	۱/۰۹	۱/۰۶	۱/۱۰
محصول نسبی نخود	-	-	۰/۵۲	۰/۴۷	۰/۴۱	۰/۴۰	۰/۴۸	۰/۳۹	۰/۲۳
محصول نسبی جو	-	-	۰/۴۹	۰/۶۵	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۶۱	۰/۶۷	۰/۸۷
محصول نسبی کل	-	-	۱/۰۱	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۲۵	۱/۰۹	۱/۰۶	۱/۱۰
	تیمارهای آلوده به علف‌هرز (WI)								
	PP_1	PP_2	PP_3	PP_4	PP_5	PP_6	PP_7	PP_8	PP_9
عملکرد دانه نخود	۶۲ghi	-	۸۴efg	۱۱۴bcd	۱۰۲cde	۹۷cde	۷۴fgh	۶۲ghi	۴۹i
عملکرد دانه جو	-	۲۵۶b	۱۰۹f	۱۲۱f	۱۶۴de	۲۰۳c	۹۹f	۱۱۶f	۱۵۷de
نسبت برابری زمین	-	-	۱/۷۹	۲/۳۴	۲/۳۴	۲/۴۰	۱/۵۶	۱/۴۶	۱/۳۹
محصول نسبی نخود	-	-	۱/۳۷	۱/۸۷	۱/۷	۱/۶۱	۱/۱۸	۱/۰۱	۰/۷۸
محصول نسبی جو	-	-	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۶۴	۰/۷۹	۰/۳۸	۰/۴۵	۰/۶۱
محصول نسبی کل	-	-	۱/۷۹	۲/۳۴	۲/۳۴	۲/۴۰	۱/۵۶	۱/۴۶	۱/۳۹

(PP_1 و PP_2: به ترتیب کشت‌های خالص نخود و جو، PP_3، PP_4، PP_5 و PP_6: به ترتیب کشت‌های مخلوط افزایشی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جو به کشت خالص نخود و PP_7، PP_8 و PP_9: به ترتیب کشت‌های مخلوط جایگزینی ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جو با نخود می‌باشد).

محصول نسبی کل نیز که حاصل مجموع محصول نسبی نخود و جو است در کلیه الگوهای کشت مخلوط بیشتر از یک شد. این موضوع بیانگر برتری تیمارهای کشت مخلوط نخود و جو نسبت به تک کشتی هرکدام از این گونه بر اساس شاخص محصول نسبی می‌باشد. در کشت مخلوط سیب زمینی و نخود فرنگی نیز، که تیمارهای کشت مخلوط دارای شاخص محصول نسبی بیشتری از یک بودند، برمکی و همکاران (۱۳۸۱) را بر آن داشت تا ضمن تأکید بر سودمندی این سیستم کاشت نسبت به تک کشتی آن‌ها، جدا سازی آشیان‌های اکولوژیک در جذب منابع و کاهش رقابت را به عنوان مکانیسم برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی معرفی کنند.

شاخص غالبیت

نتایج بررسی داده‌های آزمایشی بر اساس شاخص غالبیت نشان داد که در کلیه تیمارهای کشت مخلوط گیاه جو نسبت به گیاه نخود دارای غالبیت بالاتری بوده و قدرت رقابتی بیشتری داشت (جدول ٤). به نظر می‌رسد که ارتفاع بیشتر گیاه جو و نیز تراکم بالای این گیاه در واحد سطح باعث شده است که در رقابت با نخود موفق‌تر عمل نماید. این نتایج مطابق با یافته‌های دریایی و همکاران (۱۳۸۷) است. همچنین، هاگارد و همکاران (۲۰۰۱، ۲۰۰۹) نیز در کشت مخلوط نخود و جو، غالب بودن جو را در تمامی تیمارهای مخلوط گزارش کردند.

ضریب ازدحام نسبی

نتایج ارزیابی داده‌های آزمایشی بر اساس این شاخص نیز نشان از برتری کلیه تیمارهای مخلوط کشت نخود و جو نسبت به تک کشتی آن‌ها دارد (جدول ٤). بطوریکه، ضریب ازدحام نسبی در تمامی الگوهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود. آجینهو و همکاران (۲۰۰٦) نیز در تحقیق خود که روی کشت مخلوط جو و باقلا انجام دادند، با استفاده از شاخص ضریب ازدحام نسبی، سودمندی کشت مخلوط این دو گونه را نسبت به تک کشتی گزارش کردند. نتایج این مطالعه مطابق با یافته‌های هاگارد و همکاران (۲۰۰۱) بود.

جدول ٤- میزان شاخص غالبیت، شاخص ضریب ازدحام نسبی و شاخص رقابت در تیمارهای مختلف کشت مخلوط در حالت عاری از علف‌هرز (WF) و آلوده به علف‌هرز (WI).

	تیمارهای عاری از علف‌هرز (WF)						
	PP_3	PP_4	PP_5	PP_6	PP_7	PP_8	PP_9
شاخص غالبیت، نخود/جو	-۱/۶۳	-۰/۸۵	-۰/۷۲	-۰/۴۴	-۱/۵۱	-۰/۱۴	-۰/۳۳
شاخص غالبیت، جو/نخود	۱/۶۳	۰/۸۵	۰/۷۲	۰/۴۴	۱/۵۱	۰/۱۴	۰/۳۳
شاخص ضریب ازدحام نسبی	۱/۲۳	۱/۸۴	۶/۲۵	۶/۰۷	۱/۷۷	۱/۲۹	۲/۲۳
شاخص رقابت	۰/۹۹	۰/۶۷	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۷۷	۰/۸۰	/۵۰
	تیمارهای آلوده به علف‌هرز (WI)						
	PP_3	PP_4	PP_5	PP_6	PP_7	PP_8	PP_9
شاخص غالبیت، نخود/جو	-۱/۴۳	-۰/۴۰	-۰/۴۴	-۰/۳۷	-۱/۰۹	-۰/۳۰	-۰/۰۶
شاخص غالبیت، جو/نخود	۱/۴۳	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۳۷	۱/۰۹	۰/۳۰	۰/۰۶
شاخص ضریب ازدحام نسبی	۷/۴۱	۲/۱۵	۷/۴۶	۱۷/۹	۲۳/۲۹	۱۹/۲۱	۱۲/۴۸
شاخص رقابت	۰/۳۹	۰/۵۳	۰/۲۷	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۰۱	۰/۲۱

(PP_3، PP_4، PP_5 و PP_6: به ترتیب کشت‌های مخلوط افزایشی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جو به کشت خالص نخود و PP_7، PP_8 و PP_9: به ترتیب کشت‌های مخلوط جایگزینی ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جو با نخود می‌باشد).

شاخص رقابت

با بررسی مفهومی به نام شاخص رقابت اگر چه میزان اضافه محصول نشان داده نمی‌شود، ولی با اشاره به شدت رقابت بین دو گونه در تیمارهای مختلف مخلوط می‌توان نسبت به سودمندی مخلوط قضاوت کرد (۹). در این مطالعه کلیه الگوهای کشت مخلوط دارای شاخص رقابت پایین‌تر از یک بودند (جدول ٤). این موضوع نشان‌دهنده سودمندی الگوهای کشت مخلوط است. با توجه به جدول ٤ مشخص است که میزان رقابت نخود و جو در تیمارهای کشت مخلوط با حضور علف‌هرز پایین‌تر از تیمارهای مخلوط عاری از علف‌هرز است که شاید بتوان دلیل آن را رقابت بیشتر این گیاهان با علف‌های هرز دانست. پوگیو (۲۰۰۵) نیز در مطالعه خود اظهار داشت که تداخل بین اجزاء مخلوط به مراتب ضعیف‌تر از تداخل بین این اجزاء با علف‌های هرز است. دریایی و همکاران (۱۳۸۷) نیز در بررسی شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط نخود و جو گزارش کردند که شاخص رقابت در اکثر تیمارهای مخلوط پایین‌تر از واحد بود که نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط است. در تحقیق دیگری روی کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان، سودمندی کشت مخلوط با استفاده از شاخص رقابت گزارش شده است (۲). همچنین نتایج مطالعات ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) یافته‌های تحقیق حاضر را تایید می‌کند. کمترین و بیشترین میزان رقابت در تیمارهای $WI\times PP_8$ و $WF\times PP_3$ مشاهده شد (به ترتیب ۰/۰۱ و ۰/۹۹).

نتیجه‌گیری

شاخص‌های مختلف ارزیابی سودمندی کشت مخلوط نخود و جو، سودمندی بیشتر کشت مخلوط نخود و جو را نسبت به کشت خالص تایید کردند، به‌نحوی‌که در تمام تیمارهای کشت مخلوط، شاخص نسبت برابری زمین، عملکرد نسبی کل و ضریب ازدحام نسبی بالاتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط است. همچنین، در این مطالعه کلیه الگوهای کشت مخلوط دارای شاخص رقابت پایین‌تر از یک بودند که این موضوع نیز بیانگر سودمندی الگوهای کشت مخلوط می‌باشد. بررسی شاخص غالبیت هم مشخص ساخت که در تمامی الگوهای کشت مخلوط گیاه جو نسبت به گیاه نخود دارای غالبیت بالاتری بوده و قدرت رقابتی بیشتری دارد.

منابع

۱. برمکی، م.، ع. جوانشیر، ف. رحیم زاده خویی، م.ر. و شکیبا، ۱۳۸۱. ارزیابی شاخص‌های نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی در کشت مخلوط سیب زمینی و نخود فرنگی در اردبیل. مجموعه چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران ٤-۲ شهریور ماه، کرج، ص ۷۱.

۲. توحیدی نژاد، ع.، د. مظاهری، ع. کوچکی، و ا. قلاوند، ۱۳۸۳. بررسی کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی.٦٤: ص ٤٥-۳۹.

۳. جناب، م.، ۱۳۸۱. مطالعه اثر ترکیبات مختلف کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی علوفه در کشت مخلوط شبدر ایرانی و جو. مجموعه چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران ٤-۲ شهریور ماه ۱۳۸۱، کرج، ص ۹۸.

٤. جوانشیر، ع.، ع. دباغ محمدی نسب، آ. حمیدی، و م. قلی پور، ۱۳۷۹. اکولوژی کشت مخلوط (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۲۲ صفحه.

۵. جهان، م.، ۱۳۸۳. بررسی جنبه‌های اکولوژیکی کشت مخلوط بابونه.*Chamomilla matricaria* L و همیشه بهار .*Chalendula officinalis* L همراه با کود دامی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

٦. حمزه‌ئی، ج.، ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد، شاخص SPAD، کارایی استفاده از زمین و شاخص بهره وری سیستم در کشت مخلوط جو و گاودانه. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی. ٤: ۹۱-۷۹.

۷. حمزه‌ئی، ج.، و م. سیدی، ۱۳۹۱. تعیین مناسب ترین ترکیب کشت مخلوط گندم و کلزا بر اساس شاخص‌های زراعی، عملکرد کل و شاخص نسبت برابری زمین. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی. ۵: صفحات ۱۱۹-۱۰۹.

۸. خواجه پور، م. ر.، ۱۳۸۸. اصول و مبانی زراعت. جهاد دانشگاهی (دانشگاه صنعتی اصفهان). ٦۳٦ صفحه.

۹. دریایی، ف.، م. آقاعلیخانی، و م. ر.، چایی‌چی، ۱۳۸۷. مقایسه شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط نخود سیاه و جو در تولید علوفه. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی.۲۱: صفحات ٤۰-۳۵.

۱۰. زند، ب.، و ح. غفاری خلیق، ۱۳۸۱. بررسی امکان کشت مخلوط لوبیاچشم بلبلی سورگوم دانه ای نحت الگوهای کشت مختلف. مجموعه چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران ٤-۲ شهریور ماه ۱۳۸۱، کرج، ص ١٦٦.

۱۱. شایگان، م.، د. مظاهری، ح. رحیمیان مشهدی، و ع. پیغمبری، ۱۳۸۷. اثر تاریخ کاشت و کشت مخلوط ذرت و ارزن دم روباهی بر عملکرد دانه آن‌ها و کنترل علف‌های هرز. مجله علوم زراعی ایران.۱۰. (۱): صفحات ٤٦-۳۱.

۱۲. غفاری، ع.، ۱۳۷۱. سیستم‌های کشت مخلوط غلات- بقولات. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی. ۱۳۵ صفحه.

۱۳. قنبری، ا.، ح. غدیری، و م. جوکار، ۱۳۸۵. بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و خیار بر کنترل علف‌هرز. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی.۷۳: صفحات ۱۹۹-۱۹۳.

۱٤. کوچکی، ع.، و ج. خلقانی، ۱۳۷۷. کشاورزی پایدار در مناطق معتدله (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۵۸۰ صفحه.

۱۵. مجنون حسینی، ن.، ۱۳۸۷. زراعت و تولید حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۲۸٤ صفحه.

۱٦. محسن آبادی، غ. ر.، م. ر. جهان سوز، م. ر. چایی چی، ح. رحیمیان مشهدی، ع. لیاقت،غ. ر. و ثواقبی فیروزآبادی، ۱۳۸٦. ارزیابی کشت مخلوط جو- ماشک در سطوح مختلف کود نیتروژن. علوم و فناوری کشاورزی.۱۰ (۱): صفحات ۳۱-۲۳.

۱۷. مظاهری، د.، ۱۳۷۷ زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲٦۲ صفحه.

۱۸. نورمحمدی، ق.، ع. سیادت، و ع. کاشانی، ۱۳۸٦. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه چمران. ٤٦۸ صفحه.

19. Agegnehu, G., A. Ghizaw, and W. Sinebo, 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and fababean mixed cropping in Ethiopian highlands. European Journal Agronomy, 25: 202-207.

20. Banik, P., A. Midya, B. K. Sarkar, and S. S. Ghose, 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. European Journal Agronomy, 24: 325-332.

21. Bocar Baldé, A., E. Scopel, F. Affholder, M. Corbeels, F. A. M. Da Silva, J. H. V. Xavier, and J. Wery, 2011. Agronomic performance of no-tillage relay intercropping with maize under smallholder conditions in Central Brazil. Field Crops Research, 124: 240–251.

of roots and competition for nitrogen in pea-barley intercrops. A field study employing. P-32. Technique. Plant Soil, 236: 63-74.

27. Hauggaard-Nielsen, H., M. Gooding, P. Ambus, G. Corre-Hellou, Y. Crozat, C. Dahlmann, A. Dibet, P. von Fragstein, A. Pristeri, M. Monti, and E. S. Jensen, 2009. Pea–barley intercropping for efficient symbiotic N2-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. Field Crops Research, 113: 64–71.

28. Morris, R. A., and D. P. Garrity, 1993. Resource capture and utilization in intercropping: water". Field Crops Research, 34: 303-317.

29. Poggio, B. S., 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agriculture, Ecosystems and Environment, 109: 48–58.

30. Zhang, G., Z. Yang, and S. Dong, 2011. Interspecific competitiveness affects the total biomass yield in alfalfa and corn intercropping system. Field Crops Research, 124: 66–73.

22. Bohra, J. S., A. Goswami, and D. Sab, 1999. Agronomic studies on gram and mustard intercropping. New horizons for an old crop. Proceeding of the 10th International Rapeseed congress. Canberra, Australia, 1990.

23. Corre-Hellou, G., A. Dibet, H. Hauggaard-Nielsen, Y. Crozat, M. Gooding, P. Ambus, C. Dahlmann, P. Von Fragstein, A. Pristeri, M. Monti, and E. S. Jensen, 2011. The competitive ability of pea–barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability. Field Crops Research, 122: 264–272.

24. Geren, H., R. Avcioglu, H. Soya, and B. Kir, 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: Biomass yield and silage quality. Biotechnology, 22: 4100-4104.

25. 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.

26. Hauggaard-Nielsen, H., P. Ambus, and E. S. Jensen, 2001. Temporal and spatial distribution

Evaluation of Barley (*Hordeum vulgare*) and Chickpea (*Cicer arietinum*) Intercropping Systems Using Advantageous Indices of Intercropping under Weed Interference Conditions

J. Hamzei[1*], and M. Seyedi[1]

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

***Corresponding Author:**

E-mail: j.hamzei@basu.ac.ir

Received: 2012/06/21
Accepted: 2013/03/17

Abstract

To evaluate the advantage of chickpea-barley intercropping systems under weed interference conditions, an experiment was conducted at the Agricultural Research Station, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, during 2010 growing season. Experiment was conducted as split plot base on randomized complete block design with three replications. Weed control treatment at two levels of weed free (WF) and weed infested (WI) as main factor and nine different planting patterns including pure stand of chickpea (PP_1), pure stand of barley (PP_2), additive intercropping of 25 (PP_3), 50 (PP_4), 75 (PP_5) and 100% of barley (PP_6) with chickpea, and replacement intercropping of 25 (PP_7), 50 (PP8) and 75% of barley (PP_9) with chickpea were considered as sub-plots. Intercropping systems were evaluated by using indices of land equivalent ratio (LER), total relative yield (RYT), aggressively index (AI), competition index (CI) and relative crowding coefficient (RCC). Results showed that in all intercropping treatments LER was more than one. Maximum value of LER (2.40) was achieved at WI × PP_6 treatment. Also, CI at the treatments of intercropping was less than one Minimum (0.01) and maximum (0.99) values of CI were achieved at WI × PP_8 and WF × PP_3 treatments, respectively. Based on aggressively index, barley plant was aggressive than chickpea. In general, under both weed control and weed interference conditions, barley and chickpea intercropping systems were better than sole cropping of each of them

Keywords: Barley, Chickpea, Competition index, Intercropping, Land equivalent ratio