

بررسی تاثیر کشت مخلوط افزایشی لوبیا در مهار علف‌های هرز مزرعه ذرت و اثرات آن بر عملکرد و کارایی استفاده از زمین

جواد حمزه‌ئی* و نسرين قمری رحيم^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۸)

چکیده

کاهش مصرف علف‌کش‌ها یکی از اهداف کشاورزی مدرن است. کشت مخلوط یکی از راه‌های کاهش رشد و پتانسیل تولیدی علف‌های هرز و حفظ باروری سیستم‌های کشاورزی است. هدف این پژوهش، بررسی اثر کشت مخلوط افزایشی لوبیا و ذرت بر مهار علف‌های هرز، عملکرد و کارایی استفاده از زمین بود. آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹ و در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا اجرا شد. طرح آزمایشی مورد استفاده بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و پنج تیمار بود. MWI: تداخل تمام فصل علف‌های هرز با ذرت، MWF: عاری از علف‌های هرز در تمام فصل رشد و کشت‌های مخلوط افزایشی MP₆: ۶ بوته لوبیا با کشت خالص ذرت، MP₁₂: ۱۲ بوته لوبیا با کشت خالص ذرت و MP₁₈: ۱۸ بوته لوبیا با کشت خالص ذرت، تیمارهای آزمایشی بودند. اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه ذرت و عملکرد کل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه ذرت (۸۰۳ گرم در متر مربع) در تیمار MWF مشاهده شد، ولی بالاترین عملکرد کل سیستم (۸۱۳ گرم در متر مربع) در تیمار MP₁₈ به دست آمد که با تیمار MWF در یک سطح آماری قرار گرفت. هم‌چنین، اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات طول بلال، تعداد دانه در بلال و تراکم و زیست توده علف‌های هرز معنی‌دار شد. به‌طوری‌که، با افزایش تراکم لوبیا در مزرعه ذرت، طول بلال و تعداد دانه در بلال افزایش ولی تراکم و زیست توده علف‌های هرز کاهش یافت. تیمار MP₁₈ کمترین تراکم و زیست توده علف‌های هرز و بیشترین میزان نسبت برابری زمین (۱/۰۵) را داشت. بنابراین، تنها با افزودن ۱۸ بوته لوبیا در متر مربع به مزرعه ذرت و بدون کنترل علف‌های هرز، ضمن دستیابی به عملکرد اقتصادی بیشتر، کارایی استفاده از زمین نیز افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: لگوم، غله، کشت مخلوط ردیفی، عملکرد نسبی، نسبت برابری زمین

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: j.hamzei@basu.ac.ir

مقدمه

مناسبی به دست می‌دهد. سیستم‌های کشت مخلوط به ویژه کشت غلات با لگوم‌ها، چندین مزیت عمده مانند عملکرد کل بالاتر، کارایی بیشتر استفاده از زمین (۱۸)، استفاده بهتر از نور، آب، مواد غذایی و بهبود حفاظت خاک (۴) و کنترل بهتر آفات و علف‌های هرز (۵ و ۲۹) دارند.

کشت مخلوط روی ترکیب جمعیت علف‌های هرز تاثیر می‌گذارد و تنوع علف‌های هرز را در مقایسه با تک کشتی کاهش می‌دهد (۲۴). کاهش تولید زیست توده و تراکم علف‌های هرز در کشت مخلوط به دلیل افزایش رقابت بین گونه‌ای در کشت مخلوط است که توان رقابتی محصول نسبت به علف هرز را بهبود می‌بخشد (۱۵). کاروتز و همکاران (۷) نیز گزارش کردند که کشت مخلوط ذرت با لگوم‌ها در مقایسه با تک کشتی ذرت، استفاده از نهاده‌هایی چون علف‌کش‌ها را برای کنترل علف‌های هرز کاهش می‌دهد. علف‌های هرز باعث کاهش بازده محصول از طریق رقابت برای سه منبع آب، نور و مواد غذایی می‌شوند. معمولاً بیشترین نیاز به مواد غذایی و آب برای علف‌هرز همزمان با نیاز گیاه زراعی رخ می‌دهد. علاوه بر این، برخی از علف‌های هرز قادر به تولید پوشش گیاهی، با سرعت بیشتری نسبت به گیاه زراعی هستند و در نتیجه بطور مؤثری برای نور رقابت می‌کنند (۳۰). بنابراین، با توجه به کاهش در عملکرد محصول تولید شده، کاهش یا از بین بردن علف‌های هرز لازم است. تکنولوژی کنترل علف‌های هرز از وجین دستی یا کنترل بوسیله شخم ساده به کنترل شیمیایی گران‌تر توسعه پیدا کرده است. با وجود این واقعیت که بسیاری از علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌های مهم هستند، در کشاورزی مدرن مواد شیمیایی به یک استراتژی برای کنترل علف‌هرز تبدیل شده است. با استفاده از این استراتژی کنترل علف‌هرز، سلامت ذاتی و خطرات زیست محیطی در ارتباط با برخی از علف‌کش‌ها است و با استفاده از این استراتژی کنترل علف هرز، هزینه‌ها افزایش می‌یابد (۱۲). با توجه به اثرات سوء سموم بر محیط زیست و مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها لزوم گرایش به سمت کنترل غیرشیمیایی

افزایش عملکرد گیاهان زراعی در طی قرن بیستم به دلیل استفاده زیاد از نهاده‌های مصرفی است (۱۱). با این حال، تشدید فعالیت‌های کشاورزی، برخی اثرات جانبی همچون فرسایش خاک، آلودگی محیط زیست توسط مواد و کودهای شیمیایی و استفاده بیش از حد از آفتکش‌ها و علف‌کش‌ها را به دنبال دارد (۲۸). به دلیل مسایل موثر بر محیط زیست در فرایند تولید گیاهان زراعی، امروزه گرایش به سمت نظام‌های پایدار در کشاورزی اهمیت پیدا کرده است. مهم‌ترین اصل در کشاورزی پایدار، وجود تنوع در آن است. چنانچه فعالیت‌های کشاورزی بر اساس اصول اکولوژیک صورت گیرد، ضمن جلوگیری از تخریب اکوسیستم‌های طبیعی موضوع ثبات و پایداری نیز تحقق می‌یابد. در طول قرن بیستم تغییری در سیستم‌های کشت فشرده از طریق بهینه‌سازی در استفاده از نهاده‌های مصرفی به خصوص کودهای مصنوعی و آفت‌کش‌ها به‌طور عمده به وجود آمد (۹).

کشت مخلوط، نمونه بارزی از نظام‌های پایدار در کشاورزی به شمار می‌رود. کشت مخلوط و توسعه کشت چند محصولی پاسخی به بسیاری از مسائل و مشکلات کشاورزی است که عمده‌ترین آنها افزایش کارایی استفاده از منابع موجود و افزایش عملکرد در واحد سطح زمین و نیز افزایش تنوع و ایجاد ثبات زیستی و کاهش نهاده‌هایی مانند علف‌کش‌ها می‌باشد (۲). در این راستا انتخاب گیاهانی که کمترین رقابت را در یک نیچ ثابت چه از نظر عوامل محیطی و چه از نظر زمان باهم ایجادکنند، قدم عمده‌ای محسوب می‌شود. کشت مخلوط غلات و لگوم‌ها یکی از عملی‌ترین تکنیک‌های کاشت به منظور افزایش عملکرد و بهبود بهره‌وری از زمین است (۶ و ۱۳).

روی آوردن به کشت مخلوط به خصوص کشت مخلوط غلات با لگوم‌ها به تازگی افزایش یافته است (۲۰). استریهورست و همکاران (۲۶) گزارش کردند که کشت مخلوط باقلا و جو غالباً عملکرد ماده خشک علوفه و بازده اقتصادی

بوته در متر مربع در نظر گرفته شد و در تیمارهای کشت مخلوط، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد از تراکم نهایی لوبیا که به ترتیب معادل ۶، ۱۲ و ۱۸ بوته از لوبیا بود، در بین ردیف‌های ذرت کشت شدند. نتایج آزمون خاک، بافت آن را رسی سیلتی، pH را ۸/۱، میزان فسفر و پتاسیم را به ترتیب ۵/۱ و ۲۳۴ میلی گرم در کیلوگرم خاک و درصد نیتروژن کل را ۰/۱۱ نشان داد. مصرف کود بر اساس نیاز کودی ذرت و به میزان ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از نوع اوره، ۱۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل و ۱۸۰ کیلوگرم پتاس در هکتار پتاس از منبع سولفات پتاسیم بود.

یک سوم کود اوره قبل از کاشت و بقیه به صورت کود سرک مصرف شد. کودهای پتاسیم و فسفر نیز به طور کامل قبل از کاشت به زمین اضافه شد. در این آزمایش از رقم سینگل کراس ۵۰۰ ذرت و رقم درخشان لوبیا استفاده شد. در واقع به دلیل سردسیر بودن منطقه همدان و برای استفاده حداکثر از منابع محیطی به ویژه نور خورشید در طول فصل رشد ذرت دانه‌ای، رقم سینگل کراس ۵۰۰ که در دسته ارقام متوسط رس قرار دارد، مناسب تشخیص داده شد. همچنین، به منظور بهره‌گیری بیشتر از نور نفوذ یافته به سطح زیرین کانوپی ذرت، از رقم درخشان لوبیا که دارای تیپ رشدی محدود و فرم ایستاده است، استفاده شد. پس از رسیدگی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، ۲ متر مربع از ردیف‌های داخلی هر واحد آزمایشی برداشت شد و بر اساس آن اجزای عملکرد، عملکرد دانه ذرت و عملکرد دانه لوبیا تعیین شد. نمونه‌برداری از علف‌های هرز در هر یک از واحدهای آزمایشی، با استفاده از کوادرات یک متر مربعی و قبل از برداشت نهایی انجام گرفت و گونه‌های مختلف علف هرز شمارش و از هم جدا شدند. برای تعیین وزن خشک، علف‌های هرز به مدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از خشک شدن توزین شدند. علف‌های هرز به دو گروه غالب، تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) و سلمه تره (*Chenopodium album* L.) و سایر علف‌های هرز تقسیم

علف‌های هرز بیش از همیشه احساس می‌شود.

یکی از تمهیدات مهم در کنترل علف‌های هرز از دیدگاه کشاورزی پایدار استفاده از کشت مخلوط محصولات مختلف زراعی با یکدیگر است (۲۵). به عبارت دیگر، راهکار حذف علف‌کش‌ها در کشاورزی، استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط برخوردار از گیاهان پوششی می‌باشد. زیرا علاوه بر این‌که این قبیل گیاهان از رشد علف‌های هرز جلوگیری کرده و بانک بذری علف‌های هرز در خاک را کاهش می‌دهند، اغلب از محصولات عمده زراعی نیز محسوب می‌شوند (۲۷). چنانچه فعالیت‌های کشاورزی بر اساس اصول اکولوژیک صورت گیرد، ضمن جلوگیری از تخریب اکوسیستم‌های طبیعی، موضوع ثبات و پایداری نیز تحقق می‌یابد. از این رو، این آزمایش با هدف ارزیابی کشت مخلوط افزایشی لوبیا در مهار علف‌های هرز و اثر آن بر عملکرد دانه ذرت و عملکرد کل سیستم تحت شرایط آب و هوایی همدان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان در سال زراعی ۱۳۸۹ با مختصات طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۶۹۰ متر از سطح دریا انجام شد. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و پنج تیمار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل MWI: تداخل تمام فصل علف‌های هرز با ذرت، MWF: عاری از علف‌های هرز در تمام فصل رشد و مخلوط‌های افزایشی MP₆: ۶ بوته لوبیا با کشت خالص ذرت، MP₁₂: ۱۲ بوته لوبیا با کشت خالص ذرت و MP₁₈: ۱۸ بوته لوبیا با کشت خالص ذرت بود. بذره‌های هر دو گیاه به صورت همزمان در تاریخ ۱۴ خرداد ماه ۱۳۸۹ کشت شدند. هر واحد آزمایشی از ۵ ردیف کشت به طول ۶ متر تشکیل شد. فاصله بین ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته ذرت روی ردیف ۱۸ سانتی‌متر و تراکم نهایی آن ۷۴۰۰۰ بوته در هکتار بود. تراکم مطلوب لوبیا ۴۰

در ارزیابی کشت مخلوط نیز از شاخص نسبت برابری زمین و شاخص رقابت استفاده شد.

نتایج و بحث

طول بلال:

اثر تیمارهای آزمایشی بر این ویژگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). تیمارهای ذرت بدون وجین (MWF) با ۱۶/۸ سانتی‌متر و ذرت +۱۵٪ لوبیا (MP₆) با ۱۷/۷ سانتی‌متر و بدون اختلاف معنی‌دار، کمترین طول بلال را داشتند. بیشترین طول بلال که معادل ۲۰/۲ سانتی‌متر بود، در تیمار MP₁₈ (کشت مخلوط ذرت +۴۵٪ لوبیا) دیده شد که با تیمارهای MWF (ذرت با وجین کامل) و MP₁₂ (ذرت +۳۰٪ لوبیا) از لحاظ آماری تفاوتی نداشت (جدول ۲). با افزایش تراکم لوبیا در تیمارهای کشت مخلوط، طول بلال ذرت نسبت به تیمار ذرت بدون وجین (MWF) افزایش یافت. به نظر می‌رسد که حضور لوبیا در مزرعه ذرت، ضمن مهار علف‌های هرز و احتمالاً تثبیت نیتروژن، موجب افزایش فراهمی عناصر غذایی به ویژه نیتروژن برای ذرت شده و در نتیجه بهبود رشد گیاه، طول بلال ذرت افزایش می‌یابد. به طوری که، براساس نتایج حاصل از این پژوهش، میانگین طول بلال ذرت در تیمار عاری از علف-هرز، ۱۶/۸۳ درصد بیشتر از تیمار شاهد بدون کنترل علف هرز بود. کاروتز و همکاران (۸) نیز افزایش طول بلال ذرت را در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی نسبت به تک کشتی ذرت گزارش کردند. آنها علت این امر را به تثبیت نیتروژن توسط لوبیا چشم بلبلی و دست‌رسی بیشتر ذرت به این عنصر نسبت دادند.

قطر بلال

اثر تیمارهای آزمایشی بر قطر بلال در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین قطر بلال (۶/۰۳ سانتی‌متر) به تیمار MP₁₂ (کشت مخلوط ذرت +۳۰٪ لوبیا) تعلق گرفت که با تیمارهای MP₁₈ (ذرت +۴۵٪ لوبیا) و MWF (ذرت با وجین

شدند. قابل ذکر است که در مزرعه مورد آزمایش، گونه‌های مختلف علف هرز از تراکم و پراکندگی نسبتاً یکنواختی برخوردار بودند و همچنین در طول اجرای آزمایش تغییر آنچنانی در تراکم و تنوع علف‌های هرز دیده نشد.

شاخص نسبت برابری زمین (Land equivalent ratio) که بر اساس سطح زیر کشت محاسبه می‌گردد، بیانگر آن است که برای به دست آوردن مقدار محصول تولیدی از یک هکتار کشت مخلوط، چه مقدار زمین به صورت زراعت تک کشتی مورد نیاز است تا همان مقدار محصول برداشت شود. این شاخص طبق رابطه:

$$LER = \frac{M_a}{N_a} + \frac{M_b}{N_b}$$

محاسبه می‌شود (۵): در این رابطه، M_a : عملکرد محصول ذرت در کشت مخلوط، N_a : عملکرد ذرت در کشت خالص، M_b : عملکرد لوبیا در کشت مخلوط و N_b : عملکرد لوبیا در کشت خالص است. نسبت برابری زمین بیشتر از یک، نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی هر یک از دو گونه است.

شاخص رقابت (Competition index) هم مشخص کننده میزان رقابت بین دو گونه در کشت مخلوط است که براساس رابطه:

$$CI = \frac{(N'_a - N_a)(N'_b - N_b)}{N_a N_b}$$

محاسبه گردید (۱۴): در این معادله، N'_a و N'_b : به ترتیب عملکرد گونه a در کشت خالص و مخلوط و N'_b و N_b : به ترتیب عملکرد گونه b در کشت خالص و مخلوط است. اگر $CI < 1$ باشد، ارزش کشت مخلوط بیشتر از خالص بوده و سودمندتر است و چنانچه $CI > 1$ باشد، میزان سوددهی کشت مخلوط کمتر از خالص خواهد بود.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد، مقایسه میانگین صفات مورد بررسی به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر طول بلال، تعداد دانه در بلال، عملکرد دانه ذرت و عملکرد کل مخلوط

منابع	درجه	طول بلال	قطر بلال	تعداد دانه در	عملکرد دانه ذرت	عملکرد کل
تکرار	۲	۰/۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۳۹ ^{ns}	۹۰۱۳ ^{ns}	۲۷۰ ^{ns}	۵۲۵ ^{ns}
تیمار	۴	۷/۱۰ ^{**}	۰/۰۵۸۰ ^{**}	۲۰۱۵۶*	۶۷۵۷۲ ^{**}	۶۹۹۴۳ ^{**}
خطا	۸	۰/۵۰	۰/۰۰۵۶	۴۱۰۹	۱۱۳۴	۱۲۰۵

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

جدول ۲. میانگین طول بلال، تعداد دانه در بلال، عملکرد دانه ذرت و عملکرد کل در تیمارهای مختلف آزمایشی. (MP₆, MWI, MWF).
MP₁₂ و MP₁₈: به ترتیب عاری از علف‌های هرز در تمام فصل رشد، تداخل تمام فصل علف‌های هرز با ذرت و کشت‌های مخلوط افزایشی ۶، ۱۲ و ۱۸ بوته لوبیا با کشت خالص ذرت).

تیمار	طول بلال (سانتی‌متر)	قطر بلال (سانتی‌متر)	تعداد دانه در بلال	عملکرد دانه ذرت (گرم در مترمربع)	عملکرد کل (گرم در مترمربع)
MWF	۱۹/۴ ^a	۵/۹۶ ^{ab}	۸۴۳ ^a	۸۰۳ ^a	۸۰۳ ^a
MWI	۱۶/۸ ^b	۵/۶۹ ^c	۵۷۸ ^c	۴۵۵ ^d	۴۵۵ ^d
MP ₆	۱۷/۷ ^b	۵/۸۶ ^b	۷۳۳ ^b	۴۹۲ ^d	۵۱۰ ^{cd}
MP ₁₂	۱۹/۱ ^a	۶/۰۳ ^a	۷۵۹ ^{ab}	۶۲۷ ^c	۶۷۶ ^b
MP ₁₈	۲۰/۲ ^a	۶/۰۰ ^{ab}	۸۳۸ ^a	۷۳۳ ^b	۸۱۳ ^a

حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

ذرت بدون وجین علف هرز (MWI) به دست آمد. تیمار ذرت با وجین کامل (MWF) نیز با تولید ۸۴۳ عدد دانه در بلال، بالاترین سطح قرار گرفت، ولی با تیمارهای ذرت +۴۵٪ لوبیا (MP₁₈) و ذرت +۳۰٪ لوبیا (MP₁₂) تفاوت معنی‌دار نداشت و از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند. ایوانز و همکاران (۱۱) نیز گزارش کردند که حساس‌ترین جزء عملکرد ذرت به تداخل علف‌های هرز، تعداد دانه در بلال است، به طوری که طبق گزارش آنها، با افزایش مدت زمان تداخل علف‌های هرز با ذرت، تعداد دانه در بلال کاهش یافت. واکنش تعداد دانه در بلال نسبت به شدت رقابت علف‌های هرز یک رابطه منطقی است، زیرا استراتژی گیاه جهت مقابله با تنش رقابت، عمدتاً کاهش تعداد دانه در بوته است تا بدین وسیله وزن دانه‌ها ثابت مانده و بنیه کافی جهت جوانه‌زنی نسل آینده تأمین شود. در

کامل) تفاوتی از نظر آماری نداشت. تیمار کشت خالص ذرت بدون وجین علف‌هرز (MWI) نیز با دارا بودن کمترین قطر بلال، به طور معنی‌داری در پایین‌ترین سطح قرار گرفت (جدول ۲). ایرلی و همکاران (۱۰) نیز در پژوهش خود بر روی ذرت، از کاهش طول و قطر بلال گزارش دادند. این امر در کشت خالص ذرت که علف هرز کنترل نشده بود، اتفاق افتاد و رقابت علف‌های هرز با ذرت بر سر منابع مورد نیاز رشد، باعث کاهش قطر بلال در این تیمار نسبت به سایر تیمارها شد.

تعداد دانه در بلال

تعداد دانه در بلال نیز در سطح احتمال ۵٪ تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۱). جدول ۲ نشان می‌دهد که کمترین تعداد دانه در بلال (۵۷۸ عدد) در تیمار کشت خالص

عملکرد کل

اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد کل در سطح احتمال ۱٪/ معنی‌دار شد (جدول ۱). همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در همه تیمارها عملکرد کل نسبت به تیمار کشت خالص ذرت بدون وجین علف‌های هرز بیشتر است. بیشترین میزان عملکرد کل مخلوط (۸۱۳ گرم در متر مربع) در تیمار مخلوط افزایشی ۱۸ بوته لوبیا با کشت خالص ذرت (MP₁₈) به‌دست آمد. کمترین میزان عملکرد کل مخلوط (۴۵۵ گرم در متر مربع) نیز از تیمار کشت خالص ذرت بدون وجین علف هرز (MWI) به دست آمد. افزایش میزان عملکرد در تیمارهای کشت مخلوط از کنترل بهتر علف‌های هرز و استفاده بهتر از منابع رشد و در نتیجه پایداری بهتر سیستم درکشت مخلوط نسبت به تک کشتی حاصل می‌شود (۲۲). آجینه و همکاران (۱) در بررسی کشت مخلوط ذرت و باقلا افزایش عملکرد را در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی دو گیاه گزارش کردند و این امر را به کنترل بهتر علف‌های هرز در کشت مخلوط نسبت دادند. اینال و همکاران (۱۷) نیز گزارش کردند که کشت مخلوط ذرت با بادام زمینی عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با تک کشتی آنها تولید می‌کند.

شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط

جدول ۳ نسبت برابری زمین را در تیمارهای کشت مخلوط نشان می‌دهد. بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۰۵) در تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۸ بوته لوبیا با خالص ذرت (MP₁₈) به‌دست آمد که نشان دهنده برتری این تیمار نسبت به تک کشتی ذرت و لوبیا دارد. نسبت برابری زمین در سایر تیمارها کمتر از یک بود. یافته‌های مربوط به شاخص رقابت نیز این موضوع را تأیید می‌کند (جدول ۳). به‌طوری‌که، تیمار MP₁₈ کمترین شاخص رقابت (۰/۵۶) را به خود اختصاص داد. نتایج این تحقیق با یافته‌های حمزه‌ئی و همکاران (۱۴) هماهنگ است. آنها با بررسی اثر کشت مخلوط افزایشی جو با نخود به منظور کنترل علف‌های هرز مزرعه نخود، اظهار داشتند که با

این آزمایش، تیمارهای کشت مخلوط که تراکم بالاتری از لوبیا را داشتند، توانستند با کنترل بهتر علف‌های هرز و احتمالاً تثبیت نیتروژن، تعداد دانه در بلال را افزایش دهند. کاروترز و همکاران (۸) و رحمان و همکاران (۲۳) نیز در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی، تعداد دانه در بلال را بیشتر از کشت خالص ذرت گزارش کردند و علت افزایش تعداد دانه در بلال را تثبیت نیتروژن توسط لوبیا چشم بلبلی ذکر کردند.

عملکرد دانه ذرت

بر اساس جدول ۱، عملکرد دانه ذرت در سطح احتمال ۱٪/ تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. همانطور که در جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) دیده می‌شود، بیشترین عملکرد دانه ذرت (۸۰۳ گرم در متر مربع) در تیمار کشت خالص ذرت با وجین کامل (MWF) و کمترین میزان عملکرد دانه ذرت (۴۵۵ گرم در متر مربع) بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار MP₆ در تیمار MWI به‌دست آمد. تیمار MWI در مقایسه با تیمار MWF عملکرد دانه ذرت را ۴۳٪ کاهش داد.

در بین تیمارهای کشت مخلوط بیشترین عملکرد دانه ذرت در تیمار MP₁₈ به دست آمد. قابل ذکر است که بین تیمار MP₁₈ و MWF از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بنابراین، بیشتر بودن عملکرد دانه ذرت در تیمار MP₁₈ نسبت به تک کشتی ذرت بدون وجین (MWI) را می‌توان به استفاده بهتر دو گیاه (ذرت و لوبیا) از منابع غذایی به دلیل اختلاف در سیستم ریشه‌ای، کنترل بهتر علف‌های هرز و احتمالاً تثبیت نیتروژن توسط لوبیا و کمک به تغذیه ذرت، نسبت داد. نتایج این تحقیق با یافته‌های نثومن و همکاران (۲۱) در بررسی کشت مخلوط نخود و یولاف هماهنگ است. هم‌چنین، مالاکر و همکاران (۱۹) و آجینه و همکاران (۱) افزایش عملکرد در کشت مخلوط را در مقایسه با تک کشتی، نتیجه استفاده بهتر از منابع رشد توسط گونه‌های مخلوط شده و کنترل بهتر علف‌های هرز در کشت مخلوط نسبت دادند.

جدول ۳. عملکرد نسبی، نسبت برابری زمین و شاخص رقابت در کشت مخلوط ذرت و لوبیا. (MP₆، MP₁₂ و MP₁₈):
به ترتیب کشت مخلوط افزایشی ۶، ۱۲ و ۱۸ بوته لوبیا با کشت خالص ذرت)

تیمار	عملکرد نسبی ذرت	عملکرد نسبی لوبیا	نسبت برابری زمین	شاخص رقابت
MP ₆	۰/۶۱	۰/۰۳۲	۰/۶۴	۱۹/۰۲
MP ₁₂	۰/۷۸	۰/۰۹	۰/۸۷	۲/۸
MP ₁₈	۰/۹۱	۰/۱۴	۱/۰۵	۰/۵۶

مقایسه میانگین تراکم و زیست توده کل علف‌های هرز در جدول ۵ نشان داده شده است. تیمار MWI (تداخل تمام فصل علف‌های هرز با ذرت) بیشترین تراکم (۵۸ بوته در متر مربع) و زیست توده علف‌های هرز (۴۰۶ گرم در متر مربع) را داشت. با افزایش تراکم لوبیا در مزرعه ذرت، بطور قابل توجهی زیست توده و تراکم علف‌های هرز کاهش یافت. تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۸ بوته لوبیا با خالص ذرت (MP₁₈) دارای پایین‌ترین میزان تراکم (۱۴/۳ بوته در متر مربع) و زیست توده کل علف‌های هرز (۸۰/۶ گرم در متر مربع) بود، ولی این تیمار تفاوت معنی‌داری از نظر زیست توده سلمه تره و زیست توده و تراکم سایر علف‌های هرز با تیمار MP₁₂ نداشت. تیمار MWI نیز از نظر تراکم و زیست توده سایر گونه‌ها و تراکم کل علف‌های هرز، با تیمار MP₆ تفاوتی نداشت.

احتمالاً سایه‌اندازی و رقابت گیاهان با علف‌های هرز از دلایل کنترل بهتر علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی است. تراکم بیشتر گیاهان زراعی و افزایش توان رقابتی آنها با علف هرز، باعث کاهش تراکم گونه‌های غالب علف‌های هرز شد که نتیجه این امر کاهش جمعیت علف‌های هرز در حضور گونه همراه (لوبیا) بود. آلفورد و همکاران (۳) و حمزه‌ئی و همکاران (۱۴) نیز به ترتیب در بررسی اثر کشت مخلوط ذرت-لوبیا و نخود-جو بر کنترل علف‌های هرز به نتایج مشابه دست یافتند و علت کاهش تراکم علف هرز را اثر مکملی گیاهان زراعی در مخلوط، که باعث افزایش توان رقابتی گیاهان با علف‌های هرز می‌شود ذکر کردند.

افزایش تراکم جو در مزرعه نخود، نه تنها علف‌های هرز به طرز مطلوبی کنترل شدند، بلکه کارایی استفاده از زمین نیز افزایش یافت و در کلیه تیمارهای کشت مخلوط، LER را بزرگ‌تر از یک گزارش کردند. در کشت مخلوط نخود و گندم، عملکرد نخود به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا کرد، با این حال در کل، بهره‌وری و بازده استفاده از زمین در سیستم کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی هر دو گونه بالاتر بود (۵). هاگارد نیلسن و همکاران (۱۶) نیز با بررسی کشت مخلوط ارقام جو و نخود فرنگی دریافتند که در بیشتر ترکیبات مخلوط، نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود.

تراکم و زیست توده علف‌های هرز

الگوهای مختلف کشت بر تراکم و زیست توده علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره و کل علف‌های هرز در سطح احتمال ۱٪ و بر تراکم سایر گونه‌ها در سطح احتمال ۵٪ اثر معنی‌دار داشت (جدول ۴). بر اساس جدول ۵، بیشترین تراکم و زیست توده علف‌های هرز تاج خروس (۱۳/۶ بوته در متر مربع و ۲۳۳ گرم در متر مربع) و سلمه تره (۳۰ بوته و ۱۰۴ گرم در متر مربع) در تیمار MWI به‌دست آمد و حضور لوبیا در تیمارهای کشت مخلوط به کاهش تراکم و زیست توده علف‌های هرز مذکور، منجر شد. کمترین میزان تراکم و زیست توده علف هرز تاج خروس (۲/۶ بوته و ۳۳ گرم در متر مربع) و سلمه تره (۵ بوته و ۲۴/۳ گرم در متر مربع) در تیمار MP₁₈ (کشت مخلوط افزایشی ۱۸ بوته لوبیا با خالص ذرت) به‌دست آمد.

جدول ۴. تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر تراکم و زیست توده علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره، سایر علف‌های هرز و کل علف‌های هرز

منابع تغییر	درجه آزادی	تاج خروس		سلمه تره		سایر علف‌های هرز		کل علف‌های هرز	
		تراکم	زیست توده	تراکم	زیست توده	تراکم	زیست توده	تراکم	زیست توده
تکرار	۲	۶ ^{ns}	۹۹۲*	۱۲ ^{ns}	۸۹ ^{ns}	۵ ^{ns}	۴۵۲**	۶۲ ^{ns}	۱۱۴۴ ^{ns}
تیمار	۳	۶۶**	۲۲۸۳۸**	۳۷۷**	۳۸۲۸**	۴۴*	۱۳۲۲**	۱۱۵۳**	۶۰۷۶۰**
خطا	۶	۳	۲۳۶	۴	۱۱۷	۷	۳۶	۲۳	۲۷۶
ضریب تغییرات (%)		۲۲	۱۱	۱۱	۲۰	۲۴	۱۳	۱۳	۷

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

جدول ۵. مقایسه میانگین تراکم و زیست توده علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره، سایر علف‌های هرز و کل علف‌های هرز. (MP₆، MP₁₂، MP₁₈ و MWI: به ترتیب کشت‌های مخلوط افزایشی ۶، ۱۲ و ۱۸ بوته لوبیا با کشت خالص ذرت و تداخل تمام فصل علف‌های هرز با ذرت).

تیمار	تاج خروس		سلمه تره		سایر علف‌های هرز		کل علف‌های هرز	
	تراکم	زیست توده	تراکم	زیست توده	تراکم	زیست توده	تراکم	زیست توده
	(Plant m ⁻²)	(g m ⁻²)	(Plant m ⁻²)	(g m ⁻²)	(Plant m ⁻²)	(g m ⁻²)	(Plant m ⁻²)	(g m ⁻²)
MWI	۱۴ ^a	۲۳۳ ^a	۳۰ ^a	۱۰۴ ^a	۱۴ ^a	۶۹ ^a	۵۸ ^a	۴۰۶ ^a
MP ₆	۱۰ ^b	۱۷۶ ^b	۲۵ ^b	۵۹ ^b	۱۴ ^a	۵۸ ^a	۴۹ ^a	۲۹۳ ^b
MP ₁₂	۷ ^b	۱۰۲ ^c	۱۴ ^c	۳۴ ^c	۸ ^b	۳۵ ^b	۲۹ ^b	۱۷۰ ^c
MP ₁₈	۳ ^c	۳۳ ^d	۵ ^d	۲۴ ^c	۷ ^b	۲۳ ^b	۱۴ ^c	۸۱ ^d

حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

نتیجه‌گیری

محاسبه شاخص نسبت برابری زمین و شاخص رقابت نیز نشان داد که کشت مخلوط افزایشی ۱۸ بوته لوبیا با خالص ذرت، بیشترین سودمندی را نسبت به سایر تیمارها دارد. بنابراین، تیمار MP₁₈ جهت کنترل علف‌های هرز مزرعه ذرت و هم‌چنین افزایش کارایی استفاده از زمین قابل توصیه است، ضمن اینکه با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، لزوم تکرار آزمایش در مکان و سال‌های مختلف و هم‌چنین بررسی تراکم‌های بیشتر لوبیا احساس می‌شود.

تمامی تیمارهای کشت مخلوط با کنترل علف‌های هرز باعث افزایش عملکرد دانه ذرت و عملکرد کل نسبت به تیمار کشت خالص ذرت بدون وجین (MWI) شدند، به طوری که با افزایش تراکم لوبیا عملکرد کل افزایش یافت. کشت مخلوط روی جامعه علف‌های هرز تأثیر گذاشت، به طوری که با افزایش تراکم لوبیا در داخل مزرعه ذرت، زیست توده و تراکم علف‌های هرز به طور معنی‌داری کاهش یافت و کمترین تراکم علف هرز در تیمار MP₁₈ (کشت مخلوط ذرت+۴۵٪ لوبیا) به دست آمد.

منابع مورد استفاده

1. 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 of Agronomy* 25: 202-207.
2. Akunda, E. M. 2001. Intercropping and population density effects on yield component, seed quality and photosynthesis of sorghum and soybean. *Journal of Food Technology* 6: 96 – 100.
3. Alford, C. M., J. M. Kral and D. S. Miller. 2003. Intercropping irrigated corn with annual legumes for forage in the high plains. *Agronomy Journal* 95: 520-525.
4. Anil, L., J. Park., R. H. Phipps and F. A. Miller. 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass Forage Science* 53: 301-317.
5. Banik, P., A. Midya, B. K. Sarkar and S. S. Ghose. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in additive series experiment: Advantages and Smothering. *European Journal of Agronomy* 24: 324-332.
6. Bhatti, I.H., R. Ahmad, A. Jabbar, M. S. Nazir and T. Mahmood. 2006. Competitive behaviour of component crops in different sesame-legume intercropping systems. *International Journal of Agricultural and Biological science* 8: 165-167.
7. Carruthers, K., Q. F. D. Cloutier and D. L. Smith. 1998. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: weed control by intercrops combined with inter row cultivation. *European Journal of Agronomy* 8: 225-235.
8. Carruthers, K., B. Prithiviraj, Q. Fe, D. Cloutier, R. C. Martin and D. L. Smith. 2000. Intercropping corn with soybean, lupine and forage yield component responses. *European Journal of Agronomy* 12: 103-115.
9. Crews, T.E. and M. B. Peoples. 2005. Can the synchrony of nitrogen supply and crop demand be improved in legume and fertilizer-based agroecosystems? *Annual Review Nutrient Cycling in Agroecosystems* 72: 101-120.
10. Earley, E. B., W. O. MCIL Rath, R. D. Sief and R. H. Hageman. 2001. Effects of shade applied at different of plant development on corn. *Production crop Science* 7:151-159.
11. Evans, S. P., S. Z. Knezevi, J. L. Lindquist, C. A. Shapiro and E. E. Blankenship. 2003. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. *Weed Science* 51: 408-417.
12. Ford, G.T and J. Mt. Pleasant. 1995. Competitive abilities of six corn (*Zea mays* L.) hybrids with four weed control practices. *Weed Technology* 8: 124-128.
13. Gao, Y., A. Duan., X. Qiu., Z. Liu., J. Sun., J. Zhang and H. Wang. 2010. Distribution of roots and root length density in a maize/soybean strip intercropping system. *Agricultural. Water Management* 98: 199-212.
14. Hamzei, J., M. Seyedi, G. Ahmadvand and M. A. Abutalebian. 2012. The Effect of Additive Intercropping on Weed Suppression, Yield and Yield Component of Chickpea and Barley. *Journal of Crop Production and Processing* 2: 43-55.
15. Hauggaard-Nielsen, H., P. Ambus., E. S. Jensen. 2001. Inter-specific competition, N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. *Field Crops Research* 70: 101-109.
16. Hauggaard-Nielsen, H., P. Ambus and E. S. Jensen. 2003. The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 65: 289-300.
17. Inal, A., A. Gunes., F. Zhang and I. Cakmak. 2007. Peanut/maize intercropping induced changes in rhizosphere and nutrient concentrations in shoots. *Plant Physiology and Biochemistry* 45: 350-356.
18. Lithourgidisa, A.S., D. N. Vlachostergiosb, C.A. Dordasc and C. A. Damalasd. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping Systems. *European Journal of Agronomy* 34: 287-294.
19. Malaker, J., C. Ahmad, N.Y. Shaikh, S.K. Malakar and M.A. Siddiky. 2009. Performance of broadcast rice-Maize intercropping as affected by maize population and nitrogen level. *Crop Production* 4: 19-22.
20. Malézieux, E., Y. Crozat, C. Dupraz, M. Laurans, D. Makowski, H. Ozier-Lafontaine, B., Rapidel, S. de Tourdonnet and M., Valantin-Morison. 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. *AReview. Agronomy for Sustainable Development* 29: 43-62.
21. Neumann, A., K. Schmidtke and R. Rauber. 2007. Effects of crop density and tillage system on grain yield and N uptake from soil and atmosphere of sole and intercropped pea and oat. *Field Crops Research* 100: 285-293.
22. Oswald, A., J. Alkamper and D. J. Midmore. 1996. The response of sweet potato (*Ipomoea batata* L.) to inter and relay cropping with maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science* 176: 275-287.
23. Rehman, H., A. Ali, M. Waseem, A. Tanveer, M. Tahir, M. Ater Nadeem and M. S. Ibni Zamir. 2010. Impact of nitrogen application on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) Grown alone and in Combination with cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *American- Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Science* 7: 43-47.
24. Santiago L. and B. Poggio. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 109: 48-58.
25. Silva, P. S. L., O. F. Oliveira, P. I. B. Silva, K. M. B. Silva and J. D. Braga. 2009. Effect of cowpea intercropping on weed control and corn yield. *Planta Daninha* 27: 491-497.

26. Strydhorst, S. M., J. R. King., K. J. Lopetinsky and K. N. Harker. 2008. Forage potential of intercropping barley with fababean, lupine, or field pea. *Agronomy Journal* 100: 182–19.
27. Uchino, H., K. Iwama, T. Yudate and S. Nakamura. 2009. Yield losses of soybean and maize by competition with inter-seeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems. *Field Crops Research* 113: 342–351.
28. Vandermeer, J., M. Van Noordwijk, J. Anderson, C. Ong and I. Perfecto. 1998. Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. *Agriculture Ecosystems and Environment* 67: 1–22.
29. Vasilakoglou, I., K. Dhima, A. Lithourgidis and I. Eleftherohorinos. 2008. Competitive ability of winter cereal-common vetch intercrops against sterile oat. *Experimental Agriculture* 44: 509–520.
30. Zimdahl, R. L. 1993. *Fundamentals of Weed Science*. Academic Press, New York.