

اثر تراکم‌های مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر عملکرد گیاهان زراعی و

جمعیت علف‌های هرز

Effect of various corn and bean intercropping densities on crop yield and weed populations

لیدا رستمی^۱، فرزاد مندنی^{۲*}، سرور خرم‌دل^۲، علیرضا کوچکی^۳، مهدی نصیری محلاتی^۳

چکیده:

به منظور بررسی اثر تراکم‌های مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر جمعیت علف‌های هرز، آزمایشی در سال ۱۳۸۷ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل: کشت مخلوط تراکم معمول ذرت (۶۵۰۰۰ بوته در هکتار) با تراکم معمول لوبیا به اضافه ۱۰، ۲۰، ۳۰ درصد، کشت مخلوط تراکم معمول لوبیا (۱۶۷۰۰۰ بوته در هکتار) با تراکم معمول ذرت به اضافه ۱۰، ۲۰، ۳۰ درصد، کشت خالص ذرت و کشت خالص لوبیا بودند. آزمایش در یک سیستم کم‌نهاده اجرا شد. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی منجر به کاهش خسارت علف‌های هرز شد. افزایش تراکم گیاه زراعی موجب کاهش زیست توده علف‌های هرز گردید. بیشترین وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ در تیمار ذرت خالص با ۲۹/۱۷ گرم و کمترین آن در تیمار کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۳۰ درصد با ۴/۹۷ گرم به دست آمد. بیشترین میزان عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی لوبیا در تیمار کشت خالص، به ترتیب با ۵/۳ و ۱/۶ تن در هکتار و کمترین مقادیر در کشت مخلوط لوبیا با تراکم معمول ذرت به اضافه ۳۰٪، به ترتیب با ۲/۷ و ۰/۷ تن در هکتار مشاهده شد و بیشترین میزان عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی ذرت در تیمار کشت خالص ذرت، به ترتیب با ۱۴/۷ و ۷/۳ تن در هکتار مشاهده شد. همچنین بیشترین (۱/۵۶) و کمترین (۰/۷۷) نسبت برابری زمین نیز به ترتیب در تیمارهای کشت مخلوط تراکم معمول ذرت با تراکم معمول لوبیا به اضافه ۱۰٪ و کشت مخلوط تراکم معمول لوبیا با تراکم معمول ذرت به اضافه ۳۰٪ بدست آمد.

کلمات کلیدی: عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت، زیست توده علف‌های هرز

مقدمه

کشت مخلوط نسبت به تک کشتی می‌تواند بطور کارآمدتری از منابع موجود استفاده کرده و از این طریق منابع بیشتری را جذب می‌کنند که این موضوع باعث کاهش میزان فراهمی منابع برای علف‌های هرز شده و در نتیجه منجر به کاهش خسارت آنها می‌شود (Zimdahl, 1993). از طرفی کشت مخلوط به دلیل رقابت گیاهان با علف‌های هرز بطور کارآمدی از رشد و توسعه

علف‌های هرز از طریق رقابت برای جذب عناصر غذایی، آب و نور به گیاهان زراعی آسیب رسانده و از این طریق منجر به کاهش عملکرد آنها می‌شوند (مندنی و همکاران، ۱۳۸۶؛ مندنی و همکاران، ۱۳۸۵ و گل زردی و همکاران، ۱۳۸۶). حداکثر نیاز برای جذب منابع مصرفی زمانی رخ می‌دهد که دوره زندگی علف‌های هرز با گیاهان زراعی مشابه باشد (Zimdahl, 1993). سیستم‌های

چشمگیری ممانعت به عمل آورد و در کاهش جمعیت آنها موثر باشد.

توانایی کشت مخلوط برای رقابت با علف‌های هرز به عواملی نظیر انتخاب نوع و رقم گیاه زراعی، تراکم گیاهی و حاصلخیزی و وضعیت رطوبتی خاک بستگی دارد (رحمانی، ۱۳۸۳). از آنجا که بیشتر تحقیقات کشت مخلوط بر سودمندی عملکرد متمرکز شده و فواید دیگر کشت مخلوط از قبیل کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین، در راستای مدیریت بهتر علف‌های هرز با توجه به بهره‌گیری از اصول کشاورزی پایدار، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر و مقایسه الگوهای مختلف کشت مخلوط (تراکم و آرایش کاشت) ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) بر ترکیب و تراکم علف‌های هرز و نیز عملکرد گیاهان زراعی در مشهد به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶، به منظور بررسی تأثیر و مقایسه الگوهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر ترکیب و تراکم علف‌های هرز و نیز عملکرد گیاهان زراعی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد.

آزمایش در یک سیستم کم نهاده (عدم مصرف هر گونه کود شیمیایی) اجرا شد. آماده سازی مزرعه شامل شخم نیمه عمیق، سپس دیسک‌زنی و کود دهی (۳۰ تن کود دامی در هکتار) در بهار ۱۳۸۷ صورت گرفت.

آنها ممانعت به عمل می‌آورد و این امر با وجود عدم کاربرد علف‌کش، به افزایش تولید در این نوع سیستم‌های کشت منجر می‌شود (Liebman and Davis, 2000).

ذرت یکی از گیاهانی است که به دلیل قدرت سازگاری بالا می‌تواند با اکثر گیاهان به صورت مخلوط کشت شود بطوری که در حدود ۶۰ درصد از ذرت در مناطق گرمسیری آمریکای لاتین، به صورت زراعت مخلوط و اغلب با گیاهان خانواده لگومینوزه از جمله لوبیا و سویا کشت می‌شود (Francis and Decoteau, 1993). تریپاتی و اسنف (Tripathi and Singh, 1983) در آزمایشی دریافتند تعداد و وزن خشک علف‌های هرز به علت کشت دو ردیف لوبیا در بین ردیف‌های ذرت به شدت کاهش یافت. نامبردگان اظهار داشتند علت کاهش خسارت علف‌های هرز در کشت مخلوط ذرت با لوبیا پوشش بهتر سطح خاک توسط لوبیا در مقایسه با کشت خالص ذرت بود.

گومز و گوریتچ (Gomez and Gurevitch, 1998) در بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و سویا بر کنترل علف‌های هرز دریافتند که کشت مخلوط افزایشی به دلیل پوشش بهتر و تراکم تر زمین و رقابت بیشتر برای استفاده از منابع موجود نسبت به کشت خالص دو گیاه در کاهش میزان خسارت علف‌های هرز بهتر عمل نمود. سامارا جیوا و همکاران (Samarajeewa et al., 2006) نیز در کشت مخلوط ارزن با سویا گزارش کردند که ارزن به عنوان گیاه همراه به سبب قدرت پنجه زنی بالا قادر است از رشد علف‌های هرز به طور

مرحله ابتدای فصل رشد، وسط فصل رشد و انتهای فصل رشد با حذف اثرات حاشیه‌ای انجام شد. سپس علف‌های هرز هر کوادرات به تفکیک نوع گونه شمارش و به دو گروه باریک برگ و پهن برگ تقسیم شدند. بمنظور تعیین وزن خشک، بعد از مشخص شدن تعداد هر گونه، نمونه‌ها در آون در دمای 60°C بمدت ۲۴ ساعت قرار گرفته و سپس وزن خشک آنها اندازه گیری شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار MSTATC استفاده شد و جهت مقایسه میانگین آنها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱ و ۵ درصد استفاده شد. در سایر موارد برای رسم اشکال و تعیین ضرایب همبستگی، بترتیب از نرم افزارهای Excel و SIGMA-STAT استفاده گردید.

نتایج و بحث

اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر فراوانی نسبی

و وزن خشک علف‌های هرز

گونه‌های علف هرز غالب مشاهده شده در مزرعه شامل اویار سلام (*Cyperus rotundus* L.)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.)، تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، خرفه (*Portulaca oleraceae* L.) و سلمه تره (*Chenopodium album* L.) بود (جدول ۱). تراکم نسبی گونه‌های غالب موجود در تیمارهای مختلف آزمایش در مراحل مختلف نمونه برداری در جدول ۱ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین تراکم نسبی مشاهده شده برای علف‌های هرز به ترتیب برای اویار سلام با تراکم نسبی ۶۴/۶۵ و پیچک با تراکم نسبی ۱۶/۲۲ درصد بود (جدول ۱).

به منظور طراحی آزمایش از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد. تیمارهای مورد بررسی شامل کشت خالص ذرت (C)، کشت خالص لوبیا (B)، کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۱۰ C&(B+10%B)، ۲۰ C&(B+20%B) و ۳۰ درصد C&(B+30%B) تراکم بالاتر از حد مطلوب لوبیا (۶۵۰۰۰ بوته در هکتار) و کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۱۰ B&(C+10%C)، ۲۰ B&(C+20%C) و ۳۰ درصد B&(C+30%C) تراکم بالاتر از حد مطلوب ذرت (۱۶۷۰۰۰ بوته در هکتار) بود. تراکم در کشت خالص ذرت و لوبیا به ترتیب ۶/۵ و ۱۶/۷ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف برای ذرت و لوبیا ۷۵ سانتیمتر و فاصله روی ردیف برای ذرت و لوبیا به ترتیب ۱۶ و ۸ سانتیمتر بود. ابعاد کرت‌های آزمایش ۶×۴/۵ متر و فاصله دو کرت در یک بلوک از همدیگر ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت ذرت (رقم هیبرید سینگل گراس ۷۰۴) و لوبیا (رقم درخشان) در نیمه اول اردیبهشت ماه و بصورت همزمان انجام گردید. در تمام تیمارها، کشت ذرت و لوبیا بصورت مترکم انجام و پس از رسیدن گیاهان به مرحله ۴-۶ برگ، برای دستیابی به تراکم مورد نظر، مزرعه تنک شد.

به منظور نمونه گیری از علف‌های هرز و گیاهان زراعی، هر کرت آزمایشی به دو بخش مساوی تقسیم شد، به این منظور که در یک بخش اندازه گیری مربوط به علف‌های هرز و در بخش دیگر اندازه گیری مربوط به عملکرد گیاهان زراعی انجام شد. نمونه برداری از علف‌های هرز با استفاده از کوادراتی به ابعاد 0.75×0.75 مترمربعی در سه

می‌رسد فشار رقابتی ناشی از حضور ذرت و لوبیا در کنار یکدیگر منجر به کاهش معنی دار وزن خشک علف‌های هرز در برخی از تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک کشتی ذرت و لوبیا شده است که این موضوع با توجه به پر کردن فضاهای خالی مزرعه (در حالت تک کشتی) توسط گونه دوم در شرایط مخلوط، دور تر انتظار نیست. پس می‌توان نتیجه گرفت در صورت انتخاب صحیح گونه‌های مخلوط و آرایش و تراکم مناسب برای هر یک از گونه‌های ترکیب شده با یکدیگر در شرایط مخلوط، بتوان از این رهیافت‌های مدیریتی برای مدیریت علف‌های هرز با تکیه بر اصول کشاورزی پایدار بهره برد. آلفورد و همکاران (Alford *et al.*, 2003) نیز در بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر کنترل علف‌های هرز به نتایج مشابه دست یافتند و علت کاهش تراکم علف‌هرز را ترکیب مکملی گیاهان زراعی در مخلوط، که باعث افزایش توان رقابتی گیاهان با علف‌های هرز می‌شود ذکر کردند.

محققان دیگر نیز کاهش وزن خشک علف‌های هرز در سیستم‌های کشت مخلوط نسبت به حالت تک کشتی را گزارش کردند (شایان و همکاران، ۱۳۷۸). از جمله مزیت‌های کشت مخلوط کنترل علف‌های هرز است. کشت مخلوط به دلیل رقابت گیاهان با علف‌های هرز از رشد و توسعه آنها ممانعت به عمل می‌آورد و این امر با وجود عدم کاربرد علف کش، به افزایش تولید در این نوع سیستم کشت منجر می‌شود (Liebman and Davis, 2000). سامارا جیوا و همکاران (Samarajeewa *et al.*, 2006) در کشت ارزن به عنوان گیاه همراه با سویا گزارش کردند که ارزن به سبب قدرت پنجه زنی بالا

همانطور که جدول ۱ نشان می‌دهد تمام گونه‌های موجود در کشت خالص ذرت و لوبیا در تیمارهای مختلف کشت مخلوط نیز حضور دارند. از آنجا که این آزمایش در یک سال زراعی انجام شد بنابراین تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا در دوره زمانی یکساله تأثیر معنی دار و مشخصی بر جمعیت علف‌های هرز نداشتند. از آنجا که تنوع و فراوانی علف‌های هرز در مزرعه بسیار غیر یکنواخت است بنابراین تراکم نسبی علف‌های هرز در تیمارهای مختلف کشت مخلوط اگرچه با یکدیگر اختلاف معنی داری دارند، اما این اختلاف دارای روند مشخص در بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا نبود. سانتیگو (Santiago, 2005) نیز گزارش کرد که در ارتباط با تغییر در ساختار جوامع علف‌های هرز، کشت مخلوط جو و نخود در مقایسه با تک کشتی جو دارای اثرات یکسانی هستند. نامرده همچنین اظهار داشت که تنوع گونه‌ای علف‌های هرز در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی تغییری نکرد.

نتایج آزمایش همچنین نشان داد که اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا (تراکم و آرایش کاشت) بر وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ معنی دار ($p \leq 0.05$) بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ در تیمار ذرت خالص با ۲۹/۱۷ گرم و تیمار کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۳۰ درصد با ۴/۹۷ گرم مشاهده شد. تیمار کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۳۰ درصد B&(C+30%C) با ۰/۵۵ گرم کمترین و ذرت خالص با ۴/۲۰ گرم بیشترین وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ را داشتند (جدول ۲). به نظر

مصرف علف‌کش‌ها استفاده کرد. کاهش بیوماس علف‌های هرز با افزایش تراکم بوته در واحد سطح توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (فریدون پور و همکاران، ۱۳۸۶ و اورسجی و همکاران، ۱۳۸۶).

بنابراین، افزایش تراکم گیاه زراعی در واحد سطح، بیوماس و در نتیجه وزن خشک علف‌های هرز را در پایان فصل رشد کاهش می‌دهد. در مراحل اولیه رشد گیاهان زراعی یکساله به دلیل عدم بسته بودن کانوپی، تعداد علف‌های هرز روییده تحت تاثیر تراکم قرار نمی‌گیرد. اما بطور کلی، با افزایش تراکم گیاه زراعی تعداد و وزن خشک علف‌های هرز استقرار یافته در مزرعه کاهش می‌یابد (Baumann *et al*, 2002).

در تیمارهای دارای افزایش تراکم برای ذرت، در مقایسه با تیمارهایی که افزایش تراکم در آنها برای لوبیا بود، میزان وزن خشک و فراوانی علف‌های هرز کمتر بود (جدول ۱ و ۲). بدین ترتیب چنین بنظر می‌رسد که مهار تشعشع توسط کانوپی ذرت و عدم رسیدن نور منجر به کاهش جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز شده (Baskin *et al*, 2004 ; Milberg, 1997) و در نتیجه تراکم و وزن خشک آنها را کاهش داد. از طرف دیگر افزایش تراکم گیاه زراعی باعث بسته شدن زودتر کانوپی لوبیا و سایه اندازی روی علف‌های هرز نیز می‌گردد که خود عامل مهمی در کاهش رسیدن نور به علف‌های هرز و در نتیجه کاهش رشد و وزن خشک آنها می‌شود. رقابت برای نور نامتقارن بوده و بوته‌های بلندتر مقادیر بیشتری از نور را دریافت می‌کنند. بنابراین چنانچه گیاه زراعی قادر به تشکیل کانوپی خود در بالای

قادر است از رشد علف‌های هرز به طور چشمگیری ممانعت به عمل آورد و در کاهش جمعیت آنها موثر باشد. کاروترز و همکاران (Carruthers *et al.*, 1998) نیز به منظور بررسی اثر کشت مخلوط ذرت با سویا، لوبین، و برخی از گراس‌های یکساله بر کنترل علف‌های هرز انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که کشت مخلوط و بخصوص مخلوط ذرت با گراس‌ها در کاهش وزن علف‌های هرز موفق عمل نمود و علت را سایه اندازی ناشی از گیاهان همراه بر روی علف هرز، در کشت مخلوط اعلام کردند.

همانگونه که جدول ۲ نشان می‌دهد با افزایش تراکم گیاه زراعی در واحد سطح، وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ کاهش یافت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت افزایش تراکم گیاه زراعی یکی از عوامل مهم در افزایش سهم گیاه جهت استفاده از منابع محیطی بوده که این امر باعث کاهش تراکم علف‌های هرز و به تبع آن دسترسی به منابع محیطی شده و در نهایت منجر به کاهش وزن خشک علف‌های هرز می‌شود. افزایش تراکم گیاه زراعی از طریق افزایش فشار بار رقابت درون و بین گونه ای منجر به تضعیف قدرت رقابت علف‌های هرز موجود در مزرعه شده و از این طریق باعث کاهش خسارت علف‌های هرز می‌شود. پوگیو (۲۰۰۵) با بررسی اثر تراکم و آرایش کاشت بر رشد علف‌های هرز گزارش کرد که افزایش تراکم و انتخاب آرایش کاشت مناسب گیاه زراعی، باعث کاهش رشد علف‌های هرز و افزایش توان رقابتی گیاه زراعی در کنترل علف‌های هرز می‌شود. نامبرده اظهار داشت که از این دو فاکتور می‌توان به عنوان ابزاری مؤثر در جهت کاهش

مخلوط با گیاهانی که نسبت به آن ارتفاع کمتری دارند، گونه غالب بوده و عملکرد آن کمتر تحت تاثیر گیاه همراه قرار می‌گیرد (Nachigera et al., 2008). همچنین از آنجائیکه گیاهان همراه با ذرت، توان رقابت برای نور و دیگر منابع مصرفی را ندارند، عملکرد ذرت تابع تراکم و ساختار کانوبی خودش می‌باشد.

پیرزاد و همکاران (۱۳۸۱) اثر رقابت سویا (*Glycine max L.*) و ذرت را در مخلوط با روش عکس عملکرد ارزیابی کردند و بیان داشتند که رقابت درون‌گونه‌ای در ذرت بیشتر از رقابت برون‌گونه‌ای است، بطوریکه اثر یک بوته ذرت بر روی عکس عملکرد اقتصادی آن معادل اثری است که ۷۴/۷۲ بوته سویا بر روی عکس عملکرد اقتصادی ذرت دارد. بنابراین تراکم ذرت در مخلوط بیشتر از تراکم گیاه همراه، تعیین کننده عملکرد آن است. در حالیکه برای سویا این قضیه حالت عکس دارد و تراکم سویا روی عملکرد سویا تا حدودی بی‌تاثیر است، زیرا رقابت درون‌گونه‌ای در سویا پایین‌تر است. بنابراین در کشت مخلوط ذرت با سایر گیاهان، رقابت درون‌گونه‌ای بیشتر از رقابت برون‌گونه‌ای است، لذا عملکرد آن نیز بیشتر تحت تاثیر تراکم ذرت می‌باشد.

اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر شاخص برداشت و نسبت برابری زمین ذرت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها همچنین نشان داد اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر شاخص برداشت و نسبت برابری زمین در ذرت در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین شاخص برداشت ذرت به ترتیب در

کانوبی علف‌های هرز باشد، با افزایش تراکم و سایه اندازی گیاه زراعی، رشد علف‌های هرز کاهش می‌یابد (Hartzler, 2000).

اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی ذرت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی ذرت در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین (۷/۳ تن در هکتار) و کمترین (۳/۵ تن دانه در هکتار) عملکرد اقتصادی ذرت به ترتیب در تیمار کشت خالص و تیمار کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۳۰ درصد بدست آمد. عملکرد سایر تیمارها حدواسط این دو تیمار بود (شکل ۱). تیمار کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۳۰ درصد با ۰/۵۵ گرم کمترین و ذرت خالص با ۴/۲۰ گرم بیشترین وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ را داشتند (جدول ۲). کشت خالص ذرت با ۱۴/۷ تن در هکتار بیشترین و تیمار کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۱۰٪ با ۷/۸ تن ماده خشک، کمترین عملکرد بیولوژیکی را داشتند (شکل ۱). البته از آنجائیکه تراکم ذرت در تمام تیمارهای مخلوط با وجود افزایش تعداد بوته، تقریباً نصف تراکم کشت خالص بود، چنین بنظر می‌رسد که بالاتر بودن عملکرد بیولوژیکی در کشت خالص نسبت به سایر تیمارها به دلیل تراکم بالای ذرت است.

بطور کلی، با افزایش تراکم ذرت، عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی آن نیز بطور تدریجی کاهش یافت. چنین بنظر می‌رسد که دلیل این امر افزایش رقابت درون‌گونه‌ای ذرت باشد، زیرا ذرت در

ترتیب چنین بنظر می‌رسد که علت افزایش عملکرد لوبیا در کشت خالص نسبت به تیمارهای کشت‌های مخلوط می‌تواند به دلیل عدم رقابت لوبیا با ذرت در کشت خالص بر سر جذب نور باشد، که این امر باعث افزایش جذب نور بوسیله کانوپی لوبیا و در نتیجه بهبود فتوسنتز شده که در نهایت افزایش عملکرد اقتصادی لوبیا را بدنبال داشت.

بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در کشت خالص لوبیا با ۵/۳ تن در هکتار و تیمار کشت مخلوط لوبیا با تراکم معمول ذرت به اضافه ۳۰٪ با ۲/۸ تن ماده خشک در هکتار مشاهده شد (شکل ۳). البته از آنجائیکه تراکم لوبیا در تمام تیمارهای مخلوط، تقریباً نصف تراکم آن در کشت خالص بود، چنین بنظر می‌رسد که افزایش عملکرد بیولوژیک لوبیا در کشت خالص نسبت به سایر تیمارها به دلیل افزایش تراکم این گیاه در کشت خالص باشد. فایننسا (۲۰۰۳) نیز در مطالعه‌ای با بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر عملکرد بیان داشت که بدلیل افزایش رقابت ذرت با لوبیا بر سر جذب نور، عملکرد جزئی لوبیا بمیزان زیادی کاهش یافت. در این آزمایش نیز با افزایش تدریجی تراکم لوبیا، عملکرد آن نیز به همان ترتیب کاهش یافت که علت این امر از یک طرف بدلیل وجود رقابت بین گونه‌ای ذرت با لوبیا بر سر جذب نور بوده و از طرف دیگر با افزایش تراکم، رقابت درون گونه‌ای بوته‌های لوبیا، افزایش یافته که باعث کاهش جذب منابع شده و در نهایت کاهش رشد و عملکرد لوبیا را بدنبال داشت. پیرزاد و همکاران (۱۳۸۱) نیز با بررسی اثر رقابت در کشت مخلوط سویا و ذرت با استفاده از روش عکس عملکرد بیان داشتند که عملکرد سویا بشدت تحت تاثیر تراکم

تیمارهای $C\&(B+10\%B)$ ، $C\&(B+20\%B)$ و $C\&(B+30\%B)$ با ۵۶/۶ درصد و خالص ذرت با ۴۰/۸ درصد بدست آمد (شکل ۲). از آنجا که ذرت یک گیاه نیتروژن دوست است بنابراین لوبیا از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن باعث فراهمی بهتر این عنصر غذایی شده و از این طریق منجر به بهبود شاخص برداشت ذرت در مقایسه با کشت خالص آن شد.

تیمار کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۱۰٪، با ۰/۹ بیشترین و تیمار کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۳۰٪ با ۰/۳۸ کمترین نسبت برابری زمین جزئی را داشتند (جدول ۳). همانطوری که اشاره شد وجود فضای بین بوته‌ای بیشتر روی ردیف کاشت در تیمار $C\&(B+10\%B)$ و در نتیجه کاهش رقابت درون گونه‌ای سبب افزایش نسبت برابری زمین جزئی شده و در نتیجه منجر به افزایش عملکرد ذرت شد.

اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی لوبیا

اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی لوبیا در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین عملکرد اقتصادی لوبیا به ترتیب در کشت خالص لوبیا با ۱/۶ تن در هکتار و تیمار کشت مخلوط لوبیا با تراکم معمول ذرت به اضافه ۳۰٪ با ۰/۷ تن در هکتار مشاهده شد. عملکرد سایر تیمارها نیز حدواسط این دو تیمار بود (شکل ۳). با توجه به این مطلب که کانوپی ذرت دارای حجم و ارتفاع بیشتری در مقایسه با کانوپی لوبیا می‌باشد، بنابراین ذرت رقیب قویتری در جذب نور و سایر منابع برای لوبیا بشمار می‌رود. بدین

و ذرت با لوبیا به اضافه ۳۰٪ بیشتر از یک بود. بنابراین اگر اهمیت هر دو گونه یکسان باشد، کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر اساس دو تیمار ذکر شده توجیه ندارد.

نتیجه‌گیری نهایی

بطور کلی با انتخاب مناسب گیاهان در سیستم‌های کشت مخلوط و افزایش تنوع گیاهان زراعی می‌توان فراوانی علف‌های هرز و سهم آنها را در جذب نور و عناصر غذایی کاهش داد. با افزایش تنوع گیاهان زراعی، فضاهای خالی موجود در زمین اشغال می‌شود و علف‌های هرز کمتر فرصت حضور پیدا می‌کنند. از طرف دیگر، انتخاب تراکم و آرایش کاشت مناسب گیاه زراعی در کشت مخلوط بدلیل ایجاد حالت مکملی باعث استفاده بهتر از منابع شده که این امر منجر به افزایش عملکرد و در نتیجه افزایش نسبت برابری زمین شده و در نهایت باعث بهبود تداوم بوم نظام‌های زراعی می‌شود. در پایان توصیه می‌شود برای اطمینان از نتایج بدست آمده در این تحقیق، این آزمایش در یک سال دیگر و با ترکیب گیاهان زراعی مختلف نیز تکرار شود.

ذرت قرار می‌گیرد، ولی از آنجاییکه رقابت درون گونه‌ای سویا بسیار کمتر از رقابت بین گونه‌ای ذرت و سویا می‌باشد، افزایش تراکم سویا بر عملکرد آن بی‌تاثیر است.

اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر شاخص برداشت و نسبت برابری زمین در لوبیا

اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا نیز بر شاخص برداشت و نسبت برابری زمین در لوبیا در سطح ۱ درصد معنی دار بود. به گونه‌ای که کمترین و بیشترین شاخص برداشت لوبیا به ترتیب در تیمارهای B&(C+30%C) با ۲۲ درصد و خالص لوبیا با ۳۰ درصد بدست آمد (شکل ۴). بیشترین کمترین نسبت برابری زمین جزئی لوبیا به ترتیب برای تیمار کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۱۰٪ با ۰/۷۹ و تیمار کشت مخلوط لوبیا با تراکم معمول ذرت به اضافه ۳۰٪ با ۰/۴۱ بدست آمد (جدول ۴). با افزایش تدریجی تراکم لوبیا، عملکرد آن نیز به همان ترتیب کاهش یافت که این امر بدلیل وجود رقابت بین گونه‌ای ذرت با لوبیا بر سر جذب نور و رقابت درون گونه‌ای بوته‌های لوبیا بود که باعث کاهش رشد و عملکرد لوبیا شد. در این آزمایش نسبت برابری زمین در تمام تیمارهای مخلوط بجز تیمارهای کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۲۰٪

جدول ۱: اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر فراوانی نسبی گونه‌های غالب علف‌های هرز بر حسب درصد.
Table 1. Effect of various corn and bean intercropping treatments on relative frequency of dominant weed species (based on percentage).

		تیمارها Treatments						گونه‌های غالب علف هرز Dominant weeds
B	C	B&(C+30%C)	C&(B+30%B)	B&(C+20%C)	C&(B+20%B)	B&(C+10%C)	C&(B+10%B)	
6.2 b	3.4 b	13.9 a	5.9 b	11.4 a	13.2 a	6.1 b	2.9 b	<i>Amaranthus retroflexu</i> L.
8.2 cd	14.2 c	10.7 c	21.7 a	11.3 c	5.0 c	19.3 b	29.5 a	<i>Chenopodium album</i> L.
11.8ab	16.2 a	1.6 b	3.7 b	0.8 b	2.3 b	1.9 b	4.2 b	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
64.3 a	45.9 b	54.1 a	23.9 c	54.4 a	61.7 a	64.6 a	47.4 b	<i>Cyperus rotundus</i> L.
9.8 d	20.3 b	19.7 b	44.7 a	22.1 b	17.9bc	8.1 d	16.1 c	<i>Portulaca oleraceae</i> L.

توضیح: مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای هر گونه علف‌هرز بطور جداگانه انجام شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر صفت دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نمی‌باشند.

Statement: Means with same letters for each trait are not significantly different at $\alpha=0.01$ by Duncan's Multiple Range for each weed species alone.

جدول ۲: اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ بر حسب گرم در متر مربع.

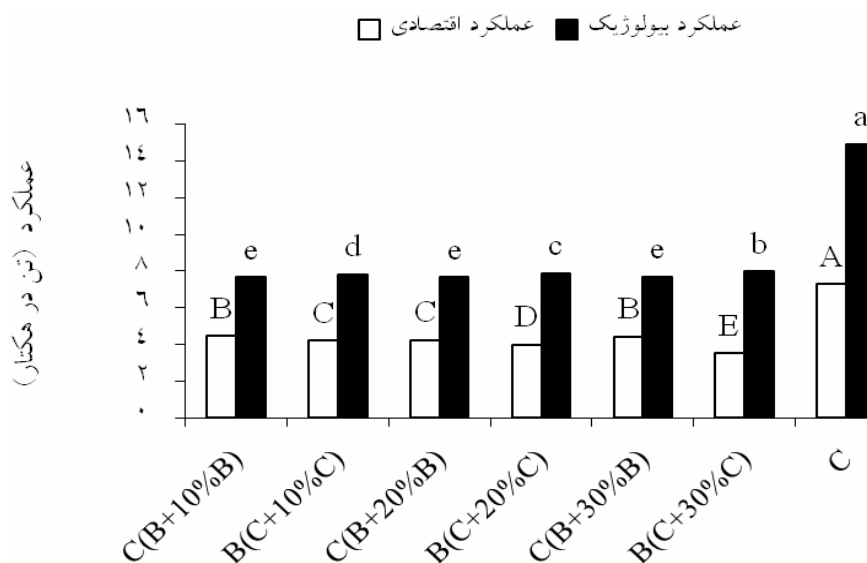
Table 2: Effect of various corn and bean intercropping treatments on broad and narrow leaf weed of dry weight (g m^{-2}).

وزن خشک علف‌های هرز (g m^{-2}) Weed dry weight (g m^{-2})		تیمارهای کشت مخلوط Treatments of intercropping
باریک برگ Narrow leaf weed	پهن برگ Broad leaf weed	
2.58c	12.68bc	کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۱۰٪ C&(B+10%B)
2.20cd	9.62cd	کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۱۰٪ B&(C+10%C)
1.52e	7.77cde	کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۲۰٪ C&(B+20%B)
1.22ef	6.37ef	کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۲۰٪ B&(C+20%C)
0.92f	5.3def	کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۳۰٪ C&(B+30%B)
0.55g	4.97ef	کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۳۰٪ B&(C+30%C)
4.20a	29.17a	کشت خالص ذرت (Corn sole)
2.95b	15.50b	کشت خالص لوبیا (Bean sole)

توضیح: مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر صفت دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نمی‌باشند.

Statement: Means with same letters for each trait are not significantly different at $\alpha=0.01$ by Duncan's Multiple Range.

" اثر تراکم‌های مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر... "

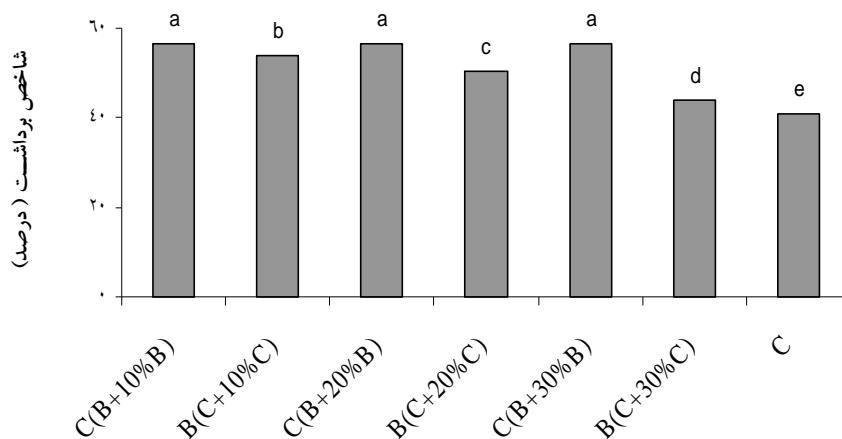


شکل ۱: اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیک ذرت.

Fig 1: Effect of various corn and bean intercropping treatments on biological and economical yield of corn.

توضیح: مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر صفت دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نمی‌باشند.

Statement: Means with same letters for each trait are not significantly different at $\alpha=0.01$ by Duncan's Multiple Range.



شکل ۲: اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر شاخص برداشت ذرت

Fig 2: Effect of various corn and bean intercropping treatments on harvest index of corn.

توضیح: مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر صفت دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نمی‌باشند.

Statement: Means with same letters for each trait are not significantly different at $\alpha=0.01$ by Duncan's Multiple Range.

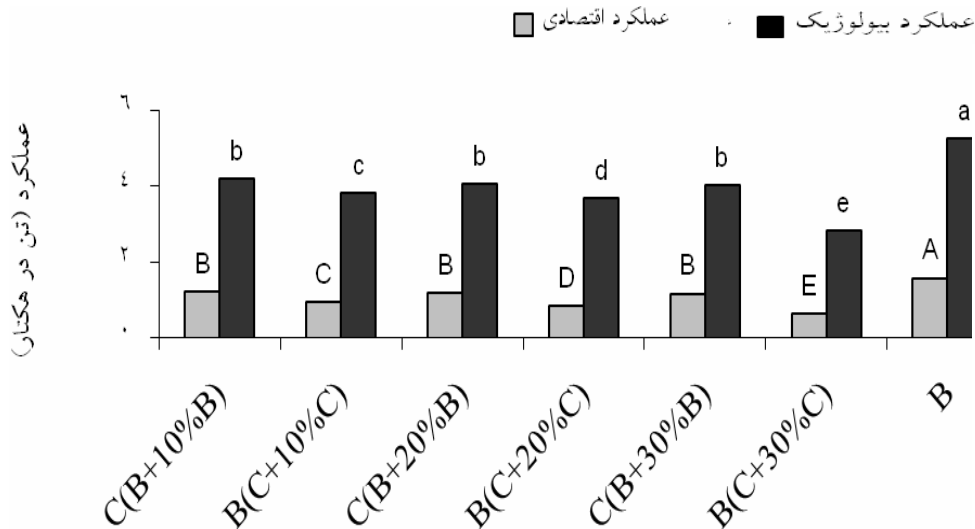
جدول ۳: اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر نسبت برابری زمین (LER) جزئی و کل ذرت.

Table 3: Effect of various corn and bean intercropping treatments on partial and total land equivalent ratio (LER) in corn.

LER کل	LER جزئی	تیمار
Total LER	Partial LER	Treatment
1.56a	0.93b	کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۱۰٪ C&(B+10%B)
1.28b	0.71c	کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۱۰٪ B&(C+10%C)
1.54a	0.92b	کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۲۰٪ C&(B+20%B)
0.99	0.56d	کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۲۰٪ B&(C+20%C)
1.52a	0.92b	کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۳۰٪ C&(B+30%B)
0.77d	0.38e	کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۳۰٪ B&(C+30%C)
1.00c	1.00a	کشت خالص ذرت (Corn sole)

توضیح: مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر صفت دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نمی‌باشند.

Statement: Means with same letters for each trait are not significantly different at $\alpha=0.01$ by Duncan's Multiple Range.



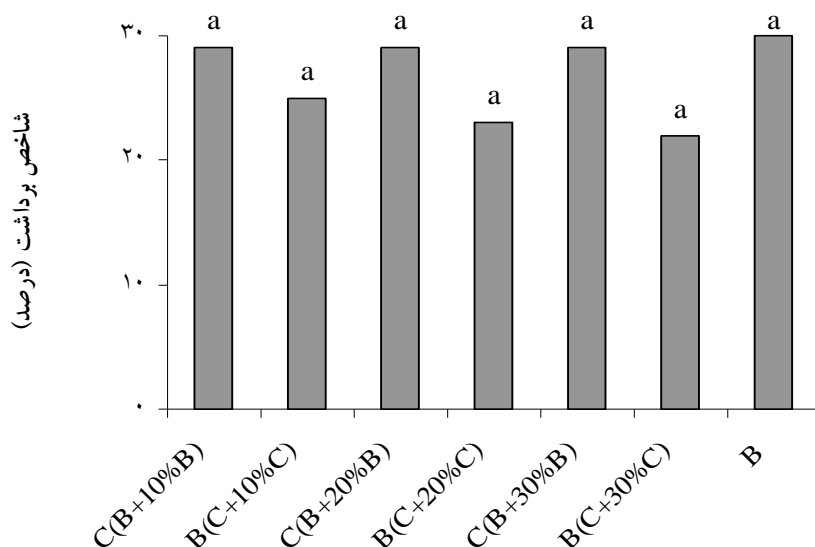
شکل ۳: اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیک لوبیا

Fig 3: Effect of various corn and bean intercropping treatments on biological and economical yield of bean.

توضیح: مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر صفت دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نمی‌باشند.

Statement: Means with same letters for each trait are not significantly different at $\alpha=0.01$ by Duncan's Multiple Range.

" اثر تراکم‌های مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر ... "



شکل ۴- اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر شاخص برداشت لوبیا.

Fig 4: Effect of various corn and bean intercropping treatments on bean of harvest index.

توضیح: مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر صفت دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نمی‌باشند.

Statement: Means with same letters for each trait are not significantly different at $\alpha=0.01$ by Duncan's Multiple Range.

جدول ۴: اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر نسبت برابری (LER) جزئی و کل لوبیا

Table 4: Effect of various corn and bean intercropping treatments on partial and total lend equivalent ratio (LER) in bean.

LER کل	LER جزئی	تیمار
Total LER	Partial LER	Treatment
1.00 c	1.00a	کشت خالص لوبیا (B)
1.56 a	0.79b	کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۱۰٪ C&(B+10%B)
1.54 a	0.76b	کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۱۰٪ B&(C+10%C)
1.52 a	0.74b	کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۲۰٪ C&(B+20%B)
1.28 b	0.60c	کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۲۰٪ B&(C+20%C)
0.99 e	0.54d	کشت مخلوط ذرت با لوبیا به اضافه ۳۰٪ C&(B+30%B)
0.77 f	0.41e	کشت مخلوط لوبیا با ذرت به اضافه ۳۰٪ B&(C+30%C)

توضیح: مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر صفت دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نمی‌باشند.

Statement Means with same letters for each trait are not significantly different at $\alpha=0.01$ by Duncan's Multiple Range.

Reference

فهرست منابع

- اورسجی، ز.، م.ح. راشد محصل، ا. نظامی و ر. قربانی. ۱۳۸۶. تأثیر تاریخ کاشت و تراکم‌های مختلف لوبیا بر رشد علف‌های هرز. دومین همایش علوم علف‌های هرز ایران.
- پیرزاد، ع.، جوانشیر، ع.، آلیاری، ه.، مقدم، م. و م. شکیب. ۱۳۸۱. رقابت در کشت‌های خالص و مخلوط ذرت و سویا به روش عکس عملکرد. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۹، شماره ۳، ۸۵-۱۰۰.
- رحمانی، ا. ۱۳۸۳. بررسی تاثیر کشت مخلوط سورگوم و شبدر برسیم بر عملکرد، کیفیت علوفه و پویایی جمعیت علف‌های هرز. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
- رضوان بیدختی، ش. ۱۳۸۳. مقایسه ترکیب‌های مختلف کشت در مخلوط ذرت و لوبیا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی. دانشکده کشاورزی.
- فریدون پور، م.، ع. نخ فروش و غ. ع. امین. ۱۳۸۶. بررسی اثر فاصله بوته روی ردیف‌های کاشت و کاربرد علف‌کش‌های متداول بر علف‌های هرز ذرت. دومین همایش علوم علف‌های هرز ایران دانشگاه فردوسی مشهد.
- گل زردی، ف.، ف. مندی، گ. احمدوند، ع. سپهری و ا. جاهدی. ۱۳۸۶. اثر طول دوره کنترل علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد سبزمینی (*Solanum tuberosum*) در تراکم بذری و تجاری. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. جلد ۷، شماره ۳، ۱۱۵-۱۲۸.
- ماندانا شایگان، م.، د. مظاهری، ح. رحیمیان مهدی و س. ع. پیغمبری. ۱۳۷۸. اثر تاریخ کاشت و کشت مخلوط ذرت (*Zea mays L.*) و ارزن دم روباهی (*Setaria italica L.*) بر عملکرد دانه آن‌ها و کنترل علف‌های هرز. مجله علوم زراعی ایران. ۱۰، ۳۱-۴۶.
- مندنی، ف.، ف. گل زردی، گ. احمدوند، ع. سپهری و ا. جاهدی. ۱۳۸۵. بررسی شاخص‌های رشد سبزمینی (*Solanum tuberosum*) در دو تراکم گیاهی نسبت به طول دوره تداخل علف‌های هرز. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. جلد ۶، شماره ۴، ۷۷-۹۳.
- مندنی، ف.، ف. گل زردی، گ. احمدوند، ع. سپهری و ا. جاهدی. ۱۳۸۶. اثر طول دوره تداخل علف‌های هرز بر قابلیت جذب و کارایی مصرف نور توسط تاج پوشش سبزمینی (*Solanum tuberosum*) رقم آگریا در دو تراکم کشت بذری و تجاری. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. جلد ۷، شماره ۱، ۲۷-۴۰.
- Alford, C.M., J.M. Kral and D.S. Miller. 2003. Intercropping irrigated corn with annual legumes for forage in the high plains. Agron. J. 95: 520-525.
- Baumann, D.T., L. Bastiaans, J. Goudriaan, H.H. VanLaar and M.J. Kropff. 2002. Analyzing crop yield and plant quality in an intercropping system using an eco-physiological model for interplant competition. Agricultural Systems. 73: 173-203.
- Baskin, C.C., P. Milberrg., L. Andersson and J.M. Baskin. 2004. Germination ecology of seeds of the annual weeds *Capsella bursa-pastoris* and *Descurainia sophia* originating from high northern latitudes. Weed Res. 44: 60-68.
- Carruthers, K., B. Prithviraj, Q. Fe, D. Cloutier, R. C. Martin and D. L. Smith. 1998. Intercropping corn with soybean, lupin and forage yield component responses. Eroupean. J. Agron. 12:103-115.

- Francis, R. and D. R. Decoteau.** 1993. Developing an effective southern pea and sweet corn intercropping system. Hort. Technol. 3: 178-184.
- Gomez, P. and J. Gurevitch.** 1998. Weed responses in a corn – soybean intercrop. Applied Vegetation Sci. 1: 281-288.
- Hartzler, B.** 2000. Weed population dynamic. In: Proceedings of the 2000 Integrated Crop Management Conference, Nov. 29-30, Iowa State University, Ames, IA.
- Liebman, M. and A.S. Davis.** 2000. Integration of soil, crop and weed management in Low-input farming systems. Weed Res. 40: 27-47.
- Milberg, P.** 1997. Weed seed germination after short-term light exposure: germination rate, photon fluence response and interaction with nitrate. Weed Research, 37: 157-164.
- Nachigera, G. M., J. F. Ledent and X. Draye.** 2008. Shoot and root Competition in potato/maize intercropping: effects on growth and yield. Environmental and Experimental Botany. In press. Accepted date: 20-5-2008.
- Samarajewa, K.B.D.P., H. Takatsugu and O. Shinyo.** 2006. Finger millet (*Eleusine corocana* L. Gaertn) as a cover crop on weed control, growth and yield of soyabean under different tillage systems. Soli & Tillage Research. 90: 93-99.
- Santiago L. P.,** 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agri. Eco. Environ. 109, 48–58.
- Tripathi, B., Singh, C. M.** 1983. Weed and fertility management using maize/soybean intercropping in the north-western Himalayas. Trop. Pest Man. 29: 267-270.
- Zimdahl, R. L.** 1993. Fundamentals of weed science. Academic Press, New York.