ارزیابی تولید در کشت مخلوط لوبیا و ذرت

علیرضا کوچکی، بختیار للـه‌گانی و سمانه نجیب‌نیا [۱]

چکیده

به منظور ارزیابی کشت مخلوط ذرت و لوبیا، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کـشاورزی دانـشگاه فردوسـی مـشهد در سـال زراعـی ۸۶-۱۳۸۵ به مرحله اجرا درآمد. این آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در طراحـی کـشت مخلـوط از روش سری های جایگزینی ردیفی استفاده گردید. تیمارهای آزمایش عبارت از نسبت های لوبیا:ذرت بـه ترتیـب ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ و نیز کشت خالص آنها بود. نتایج به دست آمده در مورد عملکرد دانه و ماده خشک نشان داد که ترکیب ۵۰ درصد از هر دو گیـاه بـه صـورت یک ردیف در میان نسبت به تمام ترکیب های دیگر برتری داشت. نسبت برابری زمین (LER) بـرای تولیـد دانـه و مـاده خـشک در ایـن ترکیب بیشتر از یک بود. در کشت مخلوط در تمام نسبت ها افزایش عملکرد دانه و ماده خشک به نفع ذرت و به زیان لوبیا بود. بـا افـزایش تراکم ذرت در مخلوط بر عملکرد دانه، ماده خشک، شاخص برداشت، تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در بلال و وزن هزاردانه ذرت افزوده شد ($p<0.05$). به علاوه افزایش تراکم لوبیا در مخلوط، عملکرد دانه، ماده خشک، تعداد غلاف در بوته و شاخص برداشت لوبیـا را افـزایش داد ($p<0.05$).

واژه‌های کلیدی: لوبیا، ذرت، کشت مخلوط، تراکم، نسبت برابری زمین.

مقدمه

محققین به رابطه بین پایداری و تنوع زیستی تاکیـد می‌کنند زیرا افزایش تنوع، پیچیدگی ذاتـی اکوسیـستم‌هـای زراعـی را افـزایش داده و از ایـن طریـق فرآینـدهای آن را تقویت می‌کند (۹ و ۲۷). ایجاد تنوع در روش‌های مـدیریت و اشکال مختلف بهـره‌بـرداری از منـابع یـا بـه عبـارت دیگـر افزایش تنوع کـشاورزی از بهتـرین و مـوثرترین راه‌کارهـای حـصول بـه پایـداری تولیـد مـی‌باشـد (۳۴ و ۳۸). بـسیاری محققـین مهمتـرین عامـل افـزایش تنـوع در اکوسیـستم‌هـای زراعـی را حـضور کـشت‌هـای مخلـوط در ایـن سیـستم‌هـا می‌دانند (۲۷ و ۳۰).

کشت مخلوط مطالعات زیادی را به خود اختـصاص داده است (۴۱) که در این میـان بررسـی نـوع زراعـت مخلـوط و تراکم‌ها یـا نـسبت کاشـت گونـه‌هـا، درصـد زیـادی از ایـن مطالعات را شـامل مـی‌شـود (۲۵ و ۲۶). در بـسیاری از نقـاط جهان، زراعـت مخلـوط بـه دلیـل اسـتفاده حـداکثر از منـابع محیطـی، کـاهش ریـسک تولیـد، موازنـه در امـر تغذیـه، حاصلخیزی خاک و نیز افزایش مقدار تولید در واحد سـطح بر تک‌کشتی برتری دارد که دلیل آن استفاده بهتر از عوامـل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک است (۵). واندرمیر (۴۱)، معتقـد بـود کـه سیـستم کـشت مخلـوط هنگامی سودمند است که منابع محیطی مـورد نیـاز دو گونـه به طور مناسبی از یکدیگر جدا باشند بطوریکه ایـن گونـه‌هـا در کنار یکدیگر قادر باشند از عوامل محیطـی اسـتفاده بهینـه نمایند. غالبا عملکرد یک یا هر دو گیاه زراعی در مقایـسه بـا کشت خالص آنها کمتر اسـت، البتـه ترکیـب عملکـرد آنهـا بیشتر خواهد بود (۴). کشت مخلـوط غـلات-بقـولات (۲) و بـویژه کـشت ذرت بـا حبوبـات یکـی از معمـول‌تـرین انـواع

۱- به ترتیب عضو هیئت علمی و دانشجویان دکترای دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

زراعت مخلوط است (۵) که در بسیاری از نقاط جهان گسترش یافته است (۲). ویژگی‌های ارقام ذرت و لوبیا بر مزیت عملکرد این نوع مخلوط موثر است (۲). استفاده از نیتروژن تثبیت شده بقولات توسط غلات عمدتاً به عنوان مهمترین مزیت کشت مخلوط غلات-بقولات ذکر گردیده‌است (۶، ۱۹ ۳۱ و ۴۳). واهوما و همکاران (۴۲) با انجام آزمایش بر روی کشت‌های خالص و مخلوط سه رقم ذرت (پابلند با برگ عمودی، پابلند با برگ افقی و نسبتا پاکوتاه با برگ‌های عمودی در قسمت فوقانی و برگ‌های افقی در نیمه تحتانی ساقه) با یک رقم لوبیای چشم بلبلی (رشد محدود و پر شاخه) دریافتند که بیشترین نسبت برابری زمین مربوط به کشت مخلوط لوبیا با ذرت پابلند برگ عمودی بود که علت آن را به عمودی بودن برگ‌ها و همچنین قیم بودن ذرت برای لوبیا نسبت دادند. در آزمایش رضوان‌بیدختی (۲) نسبت برابری زمین در مخلوط ذرت و لوبیا بیشتر از یک بود که این امر به بیشتر بودن شاخص سطح برگ کل در تیمارهای مخلوط نسبت به خالص نسبت داده شد که خود افزایش جذب نور و افزایش عملکرد در این تیمارها را به همراه داشت. توسوبو و همکاران (۴۰) با مقایسه کارآیی مصرف نور در کشت مخلوط و خالص ذرت و لوبیا، گزارش کردند که کارآیی جذب نور در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود. آنها تجمع بیشتر ماده خشک در کشت مخلوط را عمدتا مربوط به دریافت زیادتر نور دانستند. این محققین گزارش کردند که کارآیی بیشتر جذب نور در کشت خالص ذرت در ارتباط با مسیر فتوسنتزی ذرت بوده است. طی مطالعه‌ای که موکالا و همکاران (۲۸) بر روی میزان جذب مواد غذایی در کشت مخلوط ذرت و لوبیا انجام دادند، نتیجه گرفتند که عملکرد لوبیا در کشت مخلوط با ذرت کاهش یافت و این کاهش عملکرد در تراکم‌های مختلف ذرت متفاوت بود، به طوری که با افزایش تراکم ذرت در مخلوط، عملکرد لوبیا به مقدار بیشتری کاهش یافت. دیویس و همکاران (۱۲) طی آزمایشی که بر روی کشت مخلوط ذرت و لوبیا انجام دادند، نتیجه گرفتند که در کشت مخلوط ذرت و لوبیا نسبت برابری زمین افزایش یافته است که نشان‌دهنده مزیت کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد. فیشر (۱۶) با مطالعه اثر فشار جمعیت در مخلوط ذرت و لوبیا، سه تراکم ذرت (۱/۷، ۳/۷ و ۸/۴ بوته در متر مربع) و سه تراکم لوبیا (۴/۶، ۱۴/۸ و ۲۳ بوته در متر مربع) دریافت که اگرچه با افزایش تراکم، عملکرد ذرت و لوبیا در مخلوط نسبت به کشت‌های خالص کاهش یافتند، اما نسبت برابری زمین افزایش معنی‌داری نشان داد. فرانسیس و همکاران (۲۰) طی آزمایشی که بر روی عملکرد و اجزای عملکرد در کشت مخلوط نواری ذرت، سویا و سورگوم انجام دادند، نتیجه گرفتند که در کشت مخلوط نسبت به خالص، نسبت برابری زمین افزایش یافت که نشان‌دهنده مزیت کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود. پیل‌بیم (۳۳) نیز با مطالعه مخلوط ذرت و لوبیا، مشاهده کرد که تمامی الگوهای کشت مخلوط، نسبت برابری زمین بزرگتر از یک دارند و این نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی این دو گونه است.

هدف از انجام این تحقیق ارزیابی تولید در کشت مخلوط جایگزینی ردیفی لوبیا و ذرت و بررسی وضعیت برتری کشت مخلوط و خالص این دو گیاه و در صورت امکان تعیین بهترین ترکیب مخلوط برای آنها بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در این آزمایش دو گونه ذرت (*Zea maize* L.) و لوبیا (*Phaseoluse vulgaris* L.) در ۵ تیمار خالص و مخلوط ردیفی به کار رفتند. تیمارها شامل ترکیب جایگزینی لوبیا : ذرت به ترتیب به نسبت ۰۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰۰ در تاریخ ۲۰ خردادماه ۱۳۸۶ کشت شدند. فاصله ردیف در تمام تیمارها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. همچنین فاصله دو بوته ذرت در روی یک ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته لوبیا در روی یک ردیف ۱۰ سانتی‌متر انتخاب شد. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد.

به منظور ارزیابی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در پایان فصل رشد، ۵ بوته ذرت و ۵ بوته لوبیا از هر کرت نمونه‌برداری شد. پس از جدا نمودن بلال‌های ذرت و غلاف‌های لوبیا، نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت درون آون، خشک شدن و سپس وزن

شدند.

ارزیابی کشت مخلوط و خالص نسبت به یکدیگر به وسیله شاخص نسبت برابری زمین (LER)[1] با استفاده از معادله زیر انجام شد (۵):

$$LER= \sum (Yi / Ys)$$

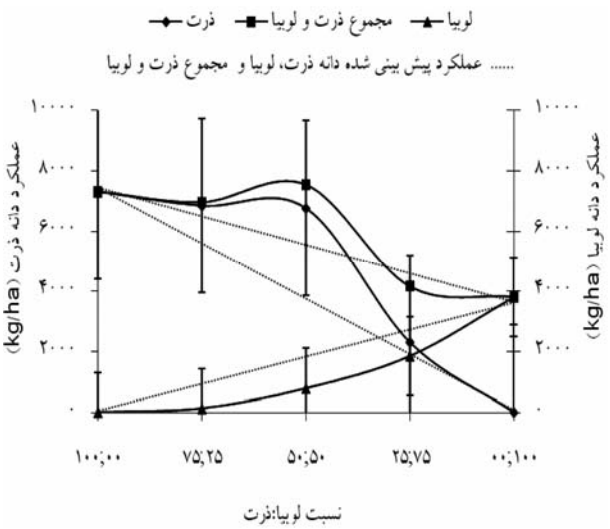
در این فرمول LER: نسبت برابری زمین، Yi: عملکرد یک گونه در کشت مخلوط ، Ys: عملکرد همان گونه در کشت خالص و n : تعداد گونه در تیمار کشت مخلوط را نشان می‌دهد.

نتایج بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT تجزیه و نمودارها در برنامه Excel ترسیم گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) استفاده شد.

نتایج و بحث

همانطور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، عملکرد دانه مجموع دو گیاه ذرت و لوبیا در مخلوط، با افزایش تراکم لوبیا در سیستم کشت نسبت به مقدار پیش‌بینی شده افزایش یافته و در نسبت ۵۰ : ۵۰ این دو گیاه به حداکثر رسیده و پس از آن کاهش یافت.

افزایش مجموع عملکرد دانه مخلوط به طور عمده ناشی



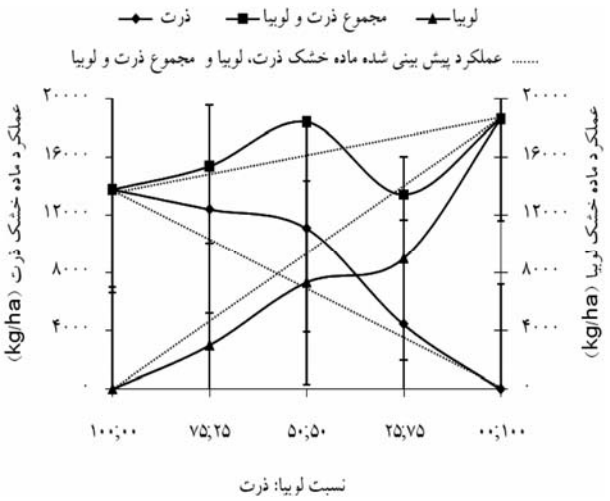
شکل ۱: عملکرد دانه لوبیا، ذرت و مجموع آنها در نسبت‌های مختلف

از افزایش عملکرد ذرت در کشت مخلوط نسبت به مقدار پیش‌بینی شده بوده است. درآزمایش رضوان‌بیدختی (۲) مشاهده شد که ترکیب های مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا اثر معنی داری بر عملکرد ذرت ($p< ۰/۰۵$) نداشت. البته با جابجایی از کشت خالص به سمت کشت مخلوط ردیفی عملکرد ذرت افزایش یافت. به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد ذرت در کشت مخلوط ردیفی در مقایسه با کشت خالص به علت توان رقابتی بالاتر ذرت در جذب منابع غذایی در مقایسه با لوبیا و از طرف دیگر، ارتفاع و سطح برگ بیشتر ذرت در مخلوط است که سبب افزایش جذب نور در ذرت می شود (۲).

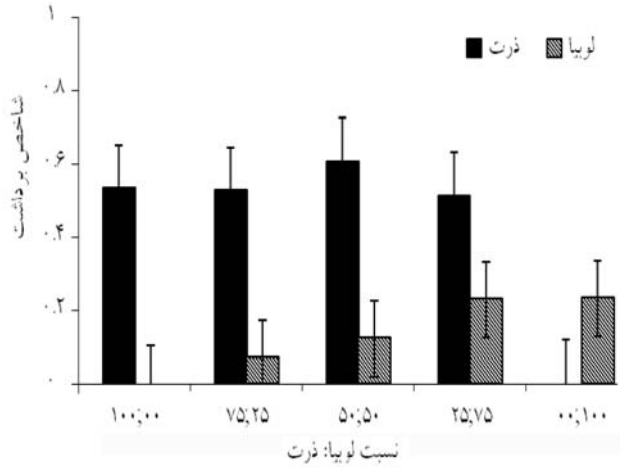
پروفیل شدت نور و سطح برگ در کانوپی مخلوط نشان داده است که محصولات بلندتر مزیتی در جذب نور نسبت به محصولات کوتاهتر همراه دارند و در کشت مخلوط ذرت و لوبیا، ارتفاع بیشتر ذرت در مقایسه با لوبیا سبب افزایش فتوسنتز در ذرت و در نهایت بهبود عملکرد ذرت می شود (۱۷). شکل (۱) نشان می‌دهد که عملکرد دانه لوبیا در کشت مخلوط نسبت به مقدار پیش‌بینی شده کاهش یافته است. به هر ترتیب این کاهش عملکرد دانه لوبیا در نسبت‌های ترکیب ۷۵٪ و ۵۰٪ ذرت جبران شده ولی کاهش عملکرد دانه لوبیا در نسبت مخلوط ۲۵٪ ذرت در حدی بوده که افزایش عملکرد دانه ذرت نیز نتوانسته آن را جبران کند. در یک بررسی که به منظور تعیین اثر ترکیب های مختلف کشت ذرت و لوبیا بر عملکرد لوبیا انجام شد، ترکیب های مختلف مخلوط ذرت و لوبیا اثر معنی‌داری بر عملکرد لوبیا ($p<۰/۰۵$) داشت و با جابجایی از کشت خالص به سمت کشت مخلوط ردیفی از عملکرد لوبیا به میزان ۳۶٪ کاسته شد. کارآیی بیشتر ذرت در جذب منابع (نور، آب، مواد غذایی) در مقایسه با لوبیا و میزان کمتر جذب منابع در لوبیا در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص سبب می‌شود تا عملکرد ذرت در کشت مخلوط ردیفی و عملکرد لوبیا در کشت خالص افزایش یابد (۲).

نتایج مربوط به مجموع عملکرد ماده خشک لوبیا و ذرت در مخلوط نیز واکنشی همانند عملکرد دانه در مخلوط این دو گیاه نشان داد (شکل ۲).

1- Land Equivalent Ratio



شکل ۲: عملکرد ماده خشک لوبیا، ذرت و مجموع آنها در نسبت‌های مختلف

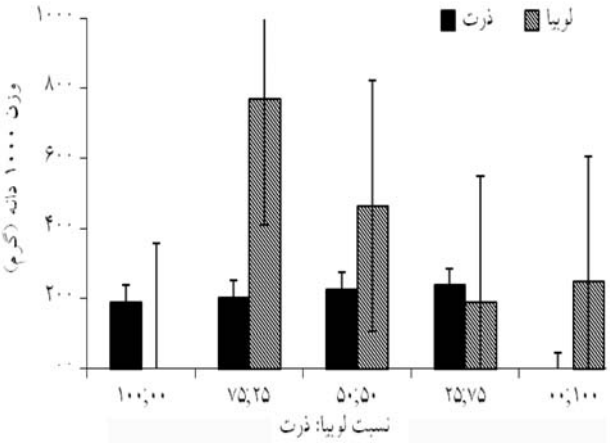


شکل ۳: شاخص برداشت لوبیا و ذرت در نسبت‌های مختلف

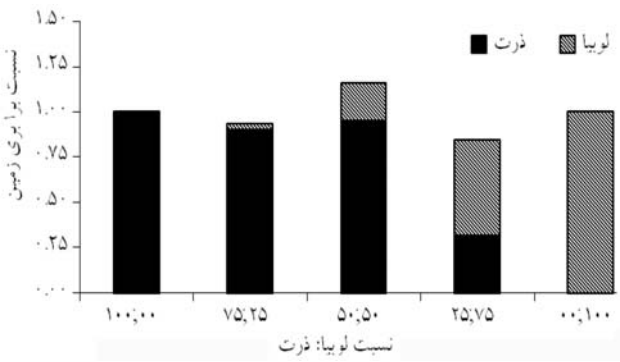
عملکرد ماده خشک لوبیا در کشت مخلوط نسبت به مقدار پیش‌بینی شده آن کاهش یافته است. به هر ترتیب کاهش عملکرد ماده خشک لوبیا در نسبت‌های مخلوط ۷۵٪ و ۵۰٪ ذرت جبران شده، اما این کاهش در نسبت مخلوط ۲۵٪ ذرت در حدی بوده است که افزایش عملکرد ماده خشک ذرت نیز نتوانسته آن را جبران کند. در بررسی رضوان بیدختی (۲) که بر روی مخلوط ذرت و لوبیا انجام گرفت، اختلاف معنی داری بین ترکیب های مختلف کشت مخلوط و کشت خالص ذرت مشاهده گردید، به نحوی که با تغییر ترکیب کشت از کشت مخلوط ردیفی به سمت کشت خالص از میزان ماده خشک تجمعی کاسته شد. مقایسات میانگین انجام شده بر روی ماده خشک تجمعی لوبیا در بررسی مذکور، همچنین نشان داد که هیچ تفاوت معنی‌داری بین ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط و خالص لوبیا وجود نداشت. هربرت و همکاران (۲۳) کشت مخلوط سویا با ذرت را به الگوهای مختلف کاشت به منظور تولید علوفه مورد آزمایش قرار داده و نتیجه گرفتند عملکرد ماده خشک هر ردیف سویا در کشت مخلوط ۶ تا ۳۲٪ کمتر از عملکرد ماده خشک هر ردیف سویا در تک‌کشتی بود ولی عملکرد ماده خشک هر ردیف ذرت در کشت مخلوط ۲۱ تا ۵۳٪ بیشتر از عملکرد ماده خشک هر ردیف ذرت در تک کشتی بود و بدین ترتیب کاهش عملکرد سویا را جبران کرد.

با افزایش نسبت لوبیا در مخلوط لوبیا و ذرت، مقدار شاخص برداشت ذرت و نیز لوبیا افزایش یافت (شکل ۳). اگرچه این افزایش معنی‌دار نبود. شاخص برداشت ذرت در کشت مخلوط ۵۰:۵۰ به میزان حداکثر ۶۰٪ رسید. همچنین مقدار شاخص برداشت لوبیا در کشت مخلوط ۷۵٪ لوبیا برابر با کشت خالص آن به میزان ۲۲/۵٪ بود.

وزن هزاردانه ذرت در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط تغییر چندانی نداشت. از طرف دیگر وزن هزاردانه لوبیا با کاهش نسبت لوبیا در مخلوط افزایش یافت (شکل ۴)، اگرچه این افزایش معنی‌دار نبود.



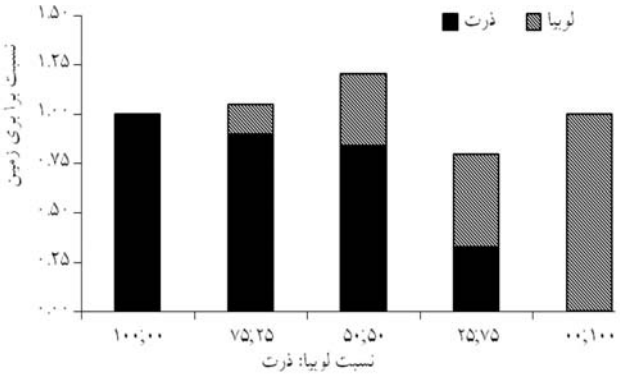
شکل ۴: وزن هزار دانه لوبیا و ذرت در نسبت‌های مختلف



شکل ۵: نسبت برابری زمین برای تولید دانه لوبیا و ذرت در نسبت‌های مختلف

نسبت برابری زمین برای تولید دانه (شکل ۵) و نیز تولید ماده خشک (شکل ۶) تنها در نسبت مخلوط ۵۰٪ بیشتر از یک بود.

از آنجا که عملکرد دانه و ماده خشک ذرت در این نسبت مخلوط افزایش زیادی یافته است، به نظر می‌رسد که کشت ردیف‌های یک در میان لوبیا و ذرت حداکثر بهره‌برداری ازت تثبیت شده توسط لوبیا در سیستم و حداقل خسارت ناشی از کاهش دسترسی گیاه به نور را در پی داشته است. در یک بررسی که برروی کشت مخلوط ذرت و لوبیا انجام گردید، در کلیه تیمارهای مخلوط، افزایش نسبت برابری زمین مشاهده گردید (۲). بهشتی (۱) اثر تراکم و نسبت‌های مختلف کاشت را بر عملکرد و اجزای عملکرد مخلوط سورگوم دانه‌ای و سویا مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که عملکرد کشت مخلوط در کلیه تیمارها



شکل ۶: نسبت برابری زمین برای تولید ماده خشک لوبیا و ذرت در نسبت‌های مختلف

سبب افزایش کارآیی نسبت برابری زمین می‌شود. محققین دیگر افزایش نسبت برابری زمین را در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص گزارش کرده اند (۱۳، ۱۸ و ۲۱). در آزمایش رضوان‌بیدختی (۲) افزایش نسبت برابری زمین در کشت های مخلوط بیشتر مربوط به افزایش نسبت برابری زمین جزئی در ذرت بود. به طور کلی نسبت برابری زمین بقولات در کشت مخلوط بقولات و غیر بقولات کاهش می‌یابد (۱۲). استفاده از نیتروژن تثبیت شده بقولات توسط غلات عمدتا به عنوان پتانسیل مفید کشت مخلوط غلات-بقولات ذکر گردیده است (۶، ۱۹، ۳۱ و ۴۳).

در کشت‌های خالص و مخلوط، تولید ماده خشک در گیاهان همبستگی مثبتی با مقدار نور دریافت شده نشان می‌دهد، دریافت نور در کانوپی مخلوط توسط شاخص سطح برگ گونه‌ها، ارتفاع گیاه و خصوصیات جذب نور در کانوپی تعیین می‌شود (۴۰). لئوپولد و کریدی‌مان افزایش کارآیی مصرف نور در زراعت مخلوط را به علت ترکیب گونه‌های سه کربنه و چهارکربنه می‌دانند (۲). مونتیث عنوان کرد که با افزایش جذب نور در کانوپی گیاهان زراعی، تولید ماده خشک به طور خطی افزایش می‌یابد (۳۹). تولید ماده خشک در گیاهان زراعی رابطه مستقیمی با جذب تشعشع خورشیدی دارد که تحت تاثیر ساختمان کانوپی قرار می‌گیرد (۳۹ و ۳۷).

به نظر می‌رسد که کشت ردیف‌های یک در میان لوبیا و ذرت حداکثر بهره‌برداری ازت تثبیت شده توسط لوبیا در سیستم و حداقل خسارت ناشی از کاهش دسترسی گیاه به نور را در پی داشته است. به هر ترتیب به نظر می‌رسد مخلوط لوبیا و ذرت بیش از همه به سود ذرت بوده است. زیرا با افزایش نسبت ذرت در مخلوط ، نسبت برابری زمین به یک نزدیکتر شده است.

مظاهری (۵)، کشت مخلوط ذرت و لوبیا را به نسبت‌های ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد مورد مطالعه قرار داد و با محاسبه نسبت برابری زمین ملاحظه نمود که محصول ماده خشک کشت مخلوط ۷۵٪ ذرت و ۲۵٪ لوبیا حدود ۱۶٪ بیشتر از کشت خالص آن بود. آریاس و همکاران (۷) دریافتند، بالاترین نسبت برابری زمین در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی در تمایز کشت همزمان این دوگونه گیاه و به صورت یک ردیف ذرت و ردیف‌های زوج لوبیا چشم بلبلی با

فواصل ردیف ۸۰ سانتی‌متر به دست آمد.

نتایج مربوط به اجزای عملکرد لوبیا و ذرت در تراکم‌های مختلف آنها نشان داد که با کاهش نسبت لوبیا در مخلوط، تعداد غلاف در بوته از ۲۲ غلاف به ۹ غلاف و تعداد دانه در غلاف از ۴ دانه به کمتر از ۱ دانه در غلاف کاهش یافت، اگرچه کاهش تنها در مورد تعداد دانه در غلاف تیمار ۲۵٪ لوبیا نسبت به ۷۵٪ لوبیا و کشت خالص لوبیا معنی‌دار بود، ولی به نظر می‌رسد این کاهش در نتیجه سایه‌اندازی ذرت بوده و باعث کاهش تشکیل تعداد غلاف و تعداد دانه لوبیا شده است. تعداد غلاف در گیاه مهمترین ویژگی تعیین‌کننده عملکرد لوبیا و حساس‌ترین جزء عملکردی آن می‌باشد (۳۵ و ۳۶). رضوان (۲) کاهش تعداد غلاف در گیاه را عامل کاهش عملکرد لوبیا در کشت مخلوط نسبت به خالص معرفی کرد (۲). المر و همکاران (۱۴ و ۱۵) نیز گزارش کردند که در کشت مخلوط سورگوم و سویا، عملکرد سویا به علت تعداد کمتر غلاف در هر گیاه و تعداد بذر کمتر در هر غلاف کاهش پیدا کرد.

با توجه به همبستگی مثبت عملکرد با تعداد غلاف در بوته، به نظر می‌رسد که کاهش تعداد غلاف در گیاه که خود ناشی از کاهش تعداد گل‌های بارور حاصل از افزایش رقابت بین گونه‌ای در کشت مخلوط ذرت و لوبیا است، کاهش عملکرد لوبیا را موجب می‌شود. در کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی، زمانی که ذرت قبل، همزمان و پس از کاشت بادام زمینی کشت شد، تاریخ کشت زودتر نسبت به دو زمان دیگر، افزایش عبور نور در مرحله زایشی کانوپی بادام زمینی را در پی داشت که به دلیل پیری و ریزش برگ ذرت بود. با کاهش سایه‌اندازی تعداد غلاف و وزن بذر افزایش یافت و غلاف‌های پوک کاهش یافت (۱۰). البته در آزمایش رضوان بیدختی (۲) مشخص شد که تعداد غلاف‌های خالی در واحد سطح، تحت تاثیر ترکیبات مختلف کشت مخلوط قرار نگرفت و با توجه به نتایج ایشان به نظر رسید که با افزایش رقابت بین گونه‌ای در کشت مخلوط ذرت و لوبیا تاثیر چندانی بر پر شدن دانه‌ها در غلاف ندارد. بالاتر بودن تعداد غلاف در کشت خالص لوبیا در مقایسه با کشت مخلوط ذرت–سویا و ذرت–لوبیا توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (۱۱ و ۳۵). جنیدال و گوپتا (۲۴) نشان دادند که جهت بهبود عملکرد در لوبیا باید به تعداد دانه در غلاف توجه داشت، زیرا این عامل با عملکرد لوبیا همبستگی بالایی دارد. از سوی دیگر گزارش شده است که تعداد دانه در غلاف در کشت‌های مخلوط و خالص تفاوت معنی‌داری ندارند، هرچند که در مخلوط کمتر از خالص باشد (۴۴). گروهی معتقدند که هرچند که تعداد دانه در غلاف در کشت‌های مخلوط کمتر از خالص می باشد ولی تعداد دانه در غلاف در مخلوط از نظر آماری تفاوتی ندارد (۱۱، ۲۹ و ۴۵).

در این آزمایش وزن دانه لوبیا در کشت خالص کمتر از کشت‌های مخلوط است در حالی که در بررسی رضوان‌بیدختی (۲) با جابجایی از کشت خالص به سمت کشت مخلوط ردیفی به میزان ۳۶٪ کاسته شد. در تحقیقی دیگر که بر روی کشت مخلوط ذرت و لوبیا انجام گرفت، نشان داده شد که با افزایش تراکم لوبیا از وزن دانه لوبیا کاسته شد (۲۸). کالاوان و ویل (۱۰) نیز بیان کردند که تراکم‌های کم گیاه پابلند ذرت در مخلوط با بادام‌زمینی باعث وزن ۱۰۰ دانه بالایی در بادام‌زمینی شد زیرا میزان نفوذ نور به درون کانوپی در تراکم‌های کم، بیشتر می‌باشد. نور یکی از عوامل ضروری برای فتوسنتز است که در دوران قبل و بعد از گلدهی تاثیر زیادی بر وزن دانه دارند (۳).

در ارتباط با ذرت، تعداد بلال در بوته و تعداد دانه در بلال، تحت تاثیر کاهش یا افزایش نسبت ذرت در مخلوط قرار نگرفت (جدول ۱).

جدول (۲) ضرایب همبستگی بین اجزای عملکرد ذرت و نیز تراکم ذرت و لوبیا را نشان می‌دهد. عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک ذرت رابطه مستقیم و معنی‌داری با تراکم ذرت و نیز تراکم لوبیا نشان می‌دهد. بنابراین به نظر

جدول ۱: میانگین اجزای عملکرد لوبیا و ذرت در نسبت‌های مختلف

نسبت	تعداد غلاف		تعداد دانه		تعداد بلال		تعداد دانه	
لوبیا: ذرت	در بوته		در غلاف		در بوته		در بلال	
۱۰۰:۰۰	۰		۰	a	۱	a	۳۸۸	a
۷۵:۲۵	۹/۳	a	۰/۳	b	۰/۹	a	۴۵۷	a
۵۰:۵۰	۱۲/۷	a	۱/۸	ab	۱/۲	a	۵۰۲/۳	a
۲۵:۷۵	۱۸/۴	a	۳/۹	a	۱	a	۳۸۵/۷	a
۰۰:۱۰۰	۲۲/۲	a	۳/۶	a	۰		۰	

جدول ۲: ضرایب همبستگی بین صفات مختلف در ذرت

	عملکرد دانه		ماده خشک		شاخص برداشت		تعداد بلال در بوته		تعداد دانه در بلال		وزن ۱۰۰۰ دانه		تراکم ذرت	
ماده خشک	۰,۹۸	**												
شاخص برداشت	۰,۷۹	**	۰,۷۸	**										
تعداد بلال در بوته	۰,۷۰	**	۰,۷۲	**	۰,۹۴	**								
تعداد دانه در بلال	۰,۸۳	**	۰,۸۲	**	۰,۹۵	**	۰,۸۷	**						
وزن ۱۰۰۰ دانه	۰,۶۷	**	۰,۶۶	**	۰,۹۷	**	۰,۹۲	**	۰,۹۲	**				
تراکم ذرت	۰,۸۱	**	۰,۸۹	**	۰,۶۷	**	۰,۶۳	**	۰,۶۳	**	۰,۵۵	*		
تراکم لوبیا	-۰,۸۱	**	-۰,۸۹	**	-۰,۶۷	**	-۰,۶۳	**	-۰,۶۳	**	-۰,۵۵	*	-۱	

**: معنی دار در سطح ۰,۰۱ *: معنی دار در سطح ۰,۰۵ ns: غیر معنی دار در سطح ۰,۰۵

می‌رسد که با افزایش تراکم ذرت، عملکرد ذرت افزایش یافته است.

عملکرد دانه و ماده خشک لوبیا رابطه مستقیم و معنی‌داری با تراکم لوبیا و نیز رابطه منفی و معنی‌داری با تراکم ذرت داشته است (جدول ۳). بنابراین عملکرد لوبیا از یک طرف، با افزایش تراکم لوبیا افزایش و از طرف دیگر با افزایش تراکم ذرت کاهش یافته که احتمالا به دلیل سایه‌اندازی ذرت بوده است. زیرا گونه بلندتر در کشت مخلوط بر روی گونه کوتاهتر سایه‌اندازی نموده و لذا عملکرد در جزء کوتاهتر کاهش می‌یابد (۱۵، ۱۹، ۲۲، ۳۱ و ۳۲). افزایش عملکرد ذرت و کاهش عملکرد سویا در مخلوط ذرت و سویا نیز به دلیل سایه‌اندازی ذرت و کاهش تثبیت بیولوژیکی ازت و محدودیت مواد فتوسنتزی مشاهده شده است (۸).

جدول ۳: ضرایب همبستگی بین صفات مختلف در لوبیا

	عملکرد دانه		ماده خشک		تعداد غلاف در بوته		تعداد دانه در غلاف		وزن ۱۰۰۰ دانه		شاخص برداشت		تراکم ذرت	
ماده خشک	۰,۸۶	**												
تعداد غلاف در بوته	۰,۸۱	**	۰,۶۳	**										
تعداد دانه در غلاف	۰,۷۹	**	۰,۸۳	**	۰,۶۲	**								
وزن ۱۰۰۰ دانه	-۰,۲۳	ns	-۰,۱۷	ns	۰,۰۰	ns	-۰,۲۶	ns						
شاخص برداشت	۰,۷۰	**	۰,۳۸	ns	۰,۸۷	**	۰,۵۰	*	۰,۰۷	ns				
تراکم ذرت	-۰,۸۸	**	-۰,۸۲	**	-۰,۸۷	**	-۰,۷۵	**	۰,۰۴	ns	-۰,۸۰	**		
تراکم لوبیا	۰,۸۸	**	۰,۸۲	**	۰,۸۷	**	۰,۷۵	**	-۰,۰۴	ns	۰,۸۰	**	-۱	

**: معنی دار در سطح ۰,۰۱ *: معنی دار در سطح ۰,۰۵ ns: غیر معنی دار در سطح ۰,۰۵

منابع

۱- بهشتی، ع. ۱۳۷۴. اثر تراکم و نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد مخلوط سورگوم دانه‌ای و سویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۰۱ ص.

۲- رضوان‌بیدختی، ش. ۱۳۸۳. مقایسه ترکیب‌های مختلف کشت در مخلوط ذرت و لوبیا. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۲۴ ص.

۳- سرمدنیا، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. (ترجمه) انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۸ ص.

۴- کوچکی، ع.، ا. غلامی، ع. مهدوی دامغانی و ل. تبریزی. ۱۳۸۴. اصول کشاورزی زیستی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۸۵ ص.

۵- مظاهری، د. ۱۳۷۲. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ ص.

6-Aggarwell, P.K., D. P. Garrity, S.P. Liboon and R. A. Morris. 1992. Resource use and interaction in a rice-mungbean intercrop. Agron. J. 84: 71-78.

7-Arias, F.R., H. Daph, S. Ennin and M. Gyampol. 1989. Effect of chronological arrangement, spatial arrangement and varietal combination on yield and economic feasibility of maize cowpea intercropped. In: S.R. Waddington, A.F.E. Palmer and O.T. Edje(Edits). Research methods for Cereal/Legume intercropping. Sponsored by: CIMMMMIT. CLAP and Government of Malawi.

8-Boehner, P. R. and C. A. Francis, 1993. Yield component comparisons at different densities with maize and soybean strip intercrop. Agronomy Abstracts, 85th Annual meeting, pp. 130, ASA.

9-Burel, F. and J. Baudry. 1995. Species biodiversity in changing agricultural landscapes: A case study in the Pays d,Auge, France. Agriculture, Ecosystems and Environment 55:193-200.

10-Callavana, K. M. and R. R. Weil. 1988. Peanut-corn intercrop performance as affected by within-row corn spacing at a constant row spacing. Agron. J. 80: 635-42.

11-Chandel, A.S., V.K. Singh and S.G. Saxena. 1987. Stability of soybean varieties for maize+soybean intercropping. Indian J. Agric. Sci. 57: 330-335.

12-Davis, J.H.C., M.C. Amezquita and J.E. Munoz. 1985. Border effects and optimum plot sizes for climbing bean (*Phaseolus vulgaris*) and maize in association and monoculture. Expl. Agric. 17: 27-135.

13-Donald, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. Adv. In Agron. 15: 1-118.

14-Elmore, R.W. and H.A. Jackobs. 1986. Yield and nitrogen yield of sorghum intercropped with nodulating and non-nodulating soybeans. Agron. J. 78: 780-789.

15-Elmore, R. W. and J. A. Jackobs. 1984. Yield and yield components of sorghum and soybean of varing plant heights when intercropped. Agron. J. 76: 561-564.

16-Fisher, N.M. 1979. Studies in mixed cropping, III. Futher results with maize-bean mixture. Expl. Agric. 15: 49-58.

17-Fortin, M.C. J. Culley and M. Edwards. 1994. Soil water, plant growth and yield of strip intercropping corn. J. of production agriculture. 7: 63-69.

18-Fortin, M.C. and F.J. Pierce. 1996. Leaf azimuth in strip intercropped corn. Agron. J. 88: 6-9.

19-Francis, C.A. 1986. Multiple cropping system. Mc Millan publishing company.

20-Francis, C.A., M. Prager, D.R. Laing and C.A. Flor. 1978. Genotype environment intractions in bush bean cultivars in monoculture and associated with maize. Crop Sci. 18: 237-242.

21-Ghaffarzadeh, M., F.G. Prechac and R.M. Cruse. 1994. Grain yield response of corn, soybean and oat growth in a strip intercropping system. Am. J. Alternative Agric. 9: 171-177.

22-Graham, P.L., J.L. Steiner and A.F. Wise. 1988. Light absorbtion and competition in mixed pigweed communitiese Agron. J. 80: 415-418.

23-Herbert, S.J., D.H. Putnam, M.I. Poos-Floyd. A. Vargas and J.F. Creighton. 1984. Forage yield of intercropped corn and soybean in various planting patterns. Agron. J. 76: 507-510.

24-Jindal, S.K. and B.S. Gupta. 1984. Component analysis of yield in cowpea. Indian J. Agric. Sci. 54: 183-185.

25-Malik, V. S, C. J. Swanton and T. E. Michaels. 1993. Interaction of white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, row spacing, and seeding density with annual weeds. Weed Sci. 41: 62-65.

26-Malui, G. C., C. S. Saraf and S. L. Pandy. 1998. Effect of intercropping on yield attributes of chickpea and safflower under different soil moisture regimes and population densities. Journal of Agronomy and Crop Science. 160: 224-227.

27-McLaughlin, A. and P. Mineau. 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. Agriculture, Ecosystems and Environment 55: 201-212.

28-Mukhala, E., J.M. Juger and L.D. Vanrensburg. 1999. Dietary nutrient deficiency in small-scale farming communities in South Africa benefits of intercropping maize and beans. Nut. Res. 19(4): 629-641.

29-Oforti, F. and W. R. Stern. 1987. Relative sowing time and density of component crops in maize/cowpea intercrop

system. Expl. Agric. 23: 42-52.
30-Olasantan, F.O.1999. Food production, conservation of crop plant biodiversity and environmental protection in the twenty-first century: the relevance of tropical cropping systems. Outlook on Agriculture, 28: 93-102.
31-Papendick, R.I., D.A. Sanchez and G. B. Triplet. 1983. Multiple cropping. American Society of Agronomy (ASA).
32-Parves. A.Q., F.Q. Gardner and K.J. Boote. 1989. Determinate and interminate- Type soybean cultivar responses to pattern, density and planting date. Crop Sci. 29: 150:157.
33-Pilbeam, C.J., R.Okalebo, L.P. Simmonds and K.W. Gathua. 1994. Analysis of maize-common bean intercrops in semi-arid Kenya. J. Agric. Sci. Camb. 123: 191-198.
34-Pinedo-Vasquez, M., C. Padoch, D. McGrath, T. Ximenes. 2000. Biodiversity as a product of smallholder's strategies for overcoming changes in thir natural and social landscapes: a report prepared by the Amazonia Cluster. PLEC News and Views 15: 9-19.
35-Rezends, G.D.S.P., and M.A. Ramalho. 1994. Competitive ability of maize and common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars intercropped in different environments. J. Agric. Sci. Camb. 123: 185-190.
36-Scarisbrick, D.H., D.M. Wilkes and R. Kempsor. 1977. The effect of varying plant population density on the seed yield of navy bean (*Phaseolus vulgaris*) in south-east England. J. Agric. Sci. Camb. 88: 567-577.
37-Shibles, R.M. and C. R. Weber. 1966. Intercropping of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. Crop Sci. 6: 55-59.
38-Tengberg, A. J. Ellis-Jones, R. Kiome and M. Stocking. 1998. Applying the concept of agrodiversity to indigenous soil and water conservation practices in eastern Kenya. Agriculture, Ecosystems and Environment, 70: 259-272.
39-Tetio-Kagho, F. and F.P. Gardner. 1988. Response of maize to plant population density. I. Canopy development, light relationships and vegetative growth. Agron. J. 80: 930-935.
40-Tsubo, M., S. Walker and E. Mukhala. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/intercropping system with different row orientation. Field Crop. Res. 71: 17-29.
41-Vandermeer, J. 1989. The ecology of intercropping. Cambridge univ. Press.
42-Wahuma, T.A.T., O. Babalola and M.E. Akenova. 1981. Intercropping morphologically different type of maize with cowpea: LER and growth attributes of associated cowpea. Expl. Agric. 17: 407-413.
43-Wahuma, T.A.T., and D.A. Miller. 1987. Effects of intercropping on soybean N2 fixation composition on associated sorghum and soybean. Agron. J. 70: 292-295.
44-Zaffaroni, , E., A.F.M. Vasconcelos and E.B. Lopes. 1991. Evaluation of intercropping cassava/corn/bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in north Brazil. J. Agronomy & Crop Sci. 167: 207-212.
45-Zimmermann, M.J.O., A.A. Osielli, and J.G. Waines. 1984. Heritabilities of grain yield of common bean in sole crop and in intercrop with maize. Crop Sci. 24: 641-644.

Evaluation of productivity in bean and corn intercropping

A. Koocheki, B. Lalehgani, S. Najibnia[1]

Abstract

In order to evaluate intercropping of corn and bean, an experiment was carried out in the research field of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad in the growing season of 2006-2007. The trial was arranged as a complete randomized block design with three replications. For this purpose, row replacement series was used. Treatments included different combinations of bean and corn: 25:75, 50:50, 75:25 and their monoculture. Results indicated that combination of 50 percent of both crops in an alternate manner was superior to all other combinations. Land equivalent ratio (LER) for yield and dry matter production was more than 1 in this treatment. In all combinations of intercropping, changes of seed yield and also dry matter yield was in favorer of corn and consequently not in favored of bean. As corn density increased in intercropping, seed yield, dry matter yield, harvest index, number of ears per plant, number of seeds per ear and 1000-seed weight were increased ($p<0/05$). By further increasing bean density in intercropping seed yield, dry matter yield, number of pods per plant, number of seeds per pod and harvest index in bean were increased ($p<0.05$).

Keywords: Bean, corn, intercropping, density, harvest index.

1- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.