نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱، ص. ۱۴۳-۱۳۱

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 2, Summer 2012, p. 131-143

اثر تراکم‌های مختلف کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) بر عملکرد دو گونه زراعی و زیست توده علف‌های هرز

ستار فتوحی‌چیانه[۱]، عزیز جوانشیر[۲]، عادل دباغ محمدی‌نسب[۳]، اسکندر زند[۴]، فرهنگ رضوی[۵] و اسماعیل‌رضائی‌چیانه[۱]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۶/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۲۰

چکیده

به منظور بررسی سودمندی کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) و ارزیابی تأثیر آن بر عملکرد و زیست توده علف‌های هرز، آزمایشی در سال زراعی ۸۹ – ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور آذربایجان غربی– شهرستان نقده، در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و پانزده تیمار انجام شد. تیمارها شامل سه تراکم کشت خالص ذرت (۵، ۷ و ۹ بوته در متر مربع)، سه تراکم کشت خالص لوبیا (۴۵، ۵۵ و ۶۵ بوته در متر مربع) و نه ترکیب تیماری برای کشت مخلوط از هر دو گونه بودند. کشت مخلوط به روش افزایشی انجام شد. نتایج نشان داد که، اثر تراکم ذرت و لوبیا قرمز بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی ذرت و لوبیا قرمز در متر مربع معنی‌دار بود. اثر سیستم کشت روی زیست توده علف‌های هرز معنی‌دار شد. کمترین زیست توده علف‌های هرز در کشت‌های مخلوط ذرت و لوبیا قرمز و بیشترین زیست توده علف‌های هرز در کشت‌های خالص مشاهده شد. ارزیابی نسبت برابری زمین، نسبت برابری زمین استاندارد و مجموع ارزش نسبی نشان داد که تمامی تیمارهای کشت مخلوط ذرت و لوبیا قرمز بر کشت خالص آنها برتری دارد. بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۴۱) و نسبت برابری زمین استاندارد (۱/۴۱)، در تراکم پنج بوته ذرت با تراکم ۵۵ بوته لوبیا قرمز و بالاترین مجموع ارزش نسبی (۱/۵۸) در ترکیب تیماری کشت‌های مخلوط هفت و ۵۵ بوته ذرت و لوبیا قرمز در متر مربع حاصل شد. این دو ترکیب کشت مخلوط در شرایط این آزمایش در حدود ۵۸ درصد افزایش در آمد ناخالص را نسبت به کشت خالص این دو گونه دارا بوده است که نشاندهنده سودمندی کشت مخلوط است.

واژه‌های کلیدی: علف هرز، کشت مخلوط، مجموع ارزش نسبی، نسبت برابری زمین، نسبت برابری زمین استاندارد

مقدمه

کشاورزی رایج به شیوه‌های مختلف تولیدات آینده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ورود علف‌کش‌ها و نهاده‌های شیمیایی دیگر علاوه بر هزینه اضافی اثرات جبران‌ناپذیری بر محیط زیست و سلامتی انسان دارد (Nasiri Mahallati et al., 2001). کشت مخلوط عبارت از کشت توام دو یا چند گونه گیاهی در زمان و مکان مشخص است و تلاشی در راستای رسیدن به پایداری در سیستم های کشاورزی می‌اشد (Vandermeer, 1989). سیستم کشت مخلوط هنگامی سودمند است که منابع محیطی مورد نیاز دو گونه به طور مناسبی از یکدیگر جدا باشند، بطوریکه این گونه‌ها در کنار یکدیگر قادر باشند از عوامل محیطی استفاده بهینه نمایند. غالباً عملکرد یک یا هر دو گیاه زراعی در مقایسه با کشت خالص آنها کمتر است، البته ترکیب عملکرد آنها بیشتر خواهد بود (Koocheki et al., 2009). کنترل علف‌های هرز از مزایای کشت مخلوط شمرده می‌شود. نحوه عمل گیاه زراعی در رقابت با علف هرز به صورت ایجاد محیطی می‌باشد که زمینه کاهش زیست توده علف هرز را فراهم ساخته و گیاه زراعی ثانوی را بیشتر لگوم‌ها جایگزین می‌سازد که در مقابل علف‌های هرز توانایی رقابتی ضعیفی دارند، اما کشت مخلوط آنها با غلات اغلب تراکم و زیست توده علف‌های هرز را در مقایسه با کشت خالص کاهش می‌دهد (Vandermeer, 1989). لذا کشت مخلوط می‌تواند بطور قابل توجهی از میزان کاربرد علف‌کش‌ها بکاهد و این امر علاوه بر ارزش اقتصادی از اهمیت زیست محیطی بسزایی برخوردار است (Najafi, 2004). گیاهانی که در این تحقیق شرکت داشتند (ذرت و لوبیا قرمز) جایگاه خاصی را در نظام‌های کشت، بخصوص کشت مخلوط، به خود اختصاص می‌دهند. هوگارد–نیلسون و همکاران (Haugaard – Nielsen et al., 2001) گزارش کردند که کشت

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ – به ترتیب مدرس مدعو دانشگاه پیام نور مرکز نقده، دانشیار گروه اکو فیزیولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، دانشیار مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور و دانشجوی دوره دکتری گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
(*– نویسنده مسئول: E-mail: Ismaeil.rezaei@gmail.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مخلوط نخود (*Cicer arietinum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.)به خوبی توانایی رقابت با علف‌های هرز را دارند. این مطلب همچنین توسط واندمیر (Vandermeer, 1989) در مخلوط ذرت و لوبیا نشان داده شده است، بطوریکه در تک کشتی ذرت تعداد فراوانی علف هرز رشد کرد، ولی در کرت‌های مخلوط، لوبیا جایگزین علف هرز تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) گردید. پوگیو (Poggio, 2005) با بررسی ساختار جوامع علف‌های هرز در تک کشتی و چند کشتی نخود و جو که در یک طرح افزایشی انجام شد، دریافت که افزایش زیست توده گیاهی، به سرکوبی بهتر علف‌های هرز منجر شد. همچنین، علف‌های هرز بهاره در مقایسه با گونه‌های پاییزه دارای فراوانی نسبی بیشتری بودند. آگگنهو و همکاران (Agegnnehu et al., 2006) در بررسی کشت مخلوط جو و باقلا (*Vicia faba* L.) نیز افزایش عملکرد جو را در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی این گیاه گزارش دادند و این امر را به کنترل بهتر علف هرز در کشت مخلوط و تثبیت نیتروژن توسط باقلا نسبت دادند. در آزمایشی که توسط رضائی چیانه و همکاران (Rezaei-Chianeh et al., 2011) روی کشت مخلوط ذرت و باقلا صورت گرفت، نسبت برابری زمین، نسبت برابری زمین استاندارد و مجموع ارزش نسبی به ترتیب حدود ۱/۹۱-۱/۲۲ ، ۱/۰۴ – ۱/۳۴ و ۱/۰۲ – ۱/۳۲ بدست آمد که نشان‌دهنده مزیت کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد. به طور کلی، با توجه به اهمیت کشت مخلوط در جهت تحقق اهداف کشاورزی پایدار، در این پژوهش، کشت مخلوط ذرت و لوبیا قرمز مورد ارزیابی قرار گرفت تا بهترین ترکیب تیماری مخلوط ذرت و لوبیا قرمز از نظر عملکردی و کاهش زیست توده علف‌های هرز، همراه با ارزیابی کارایی این نوع سیستم زراعی به ویژه برای مناطقی که دچار محدودیت منابع می‌باشند از طریق تعیین برخی از شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط مشخص شود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۸۹ – ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور استان آذربایجان غربی- شهرستان نقده با ˚۴۵ و ´۲۵ طول جغرافیایی و ˚۳۶ و ´۵۷ عرض جغرافیایی و ارتفاع ۱۳۰۷ متر از سطح آب‌های آزاد اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه ۳۳۴ میلی‌متر در سال و بافت خاک مزرعه از نوع لومی رسی است. آزمایش به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و تجزیه زیست توده علف‌های هرز با بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و ۱۵ تیمار انجام شد. تیمارها شامل سه تراکم کشت خالص ذرت (۵، ۷ و ۹ بوته در متر مربع) و سه تراکم کشت خالص لوبیا قرمز (۴۵، ۵۵ و ۶۵ بوته در متر مربع) و نه ترکیب تیماری برای کشت مخلوط از هر دو گونه بودند. کشت مخلوط به روش افزایشی انجام شد. قبل از کاشت، کود فسفره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سوپر فسفات تریپل در اوایل بهار سال کاشت به خاک داده شد. همچنین، کود نیتروژن به مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار به صورت اوره به عنوان کود آغازین موقع کاشت به خاک اضافه گردید. عملیات کاشت بذرها در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۸ بوسیله دست و بصورت خشکه‌کاری هم زمان انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل ده ردیف کاشت به طول چهار متر بود. فواصل بین ردیف‌ها ثابت (۶۰ سانتی‌متر) و تراکم‌های مورد نظر ذرت از طریق تغییر فواصل روی ردیف‌ها (۳۳/۳۳، ۲۳/۸۰ و ۱۸/۵۱ سانتی‌متر) و لوبیا قرمز (۳/۷، ۳ و ۲/۵۶ سانتی متر) تنظیم شد. در تیمارهای کاشت خالص ذرت، این گیاه در وسط پشته و در تیمارهای کاشت خالص لوبیا قرمز، این گیاه در دو طرف هر پشته کشت شدند، ولی در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی در هر ردیف کاشت، ذرت در وسط پشته و لوبیا قرمز در دو طرف همان پشته جهت پوشش بهتر ذرت با رعایت تراکم‌های مورد نظر کشت گردیدند. رقم مورد استفاده ذرتb666 ایتالیایی از تیپ متوسط رس و رقم مورد استفاده لوبیا قرمز، درخشان بود که از سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی ـ شهرستان نقده تهیه شده بود. برای اندازه‌گیری زیست توده علف‌های هرز، در زمان برداشت نهایی گیاه ذرت و لوبیا قرمز به همان صورت که برای دانه این دو گیاه نمونه‌برداری صورت گرفت، برای علف‌های هرز نیز نمونه‌گیری انجام شد. به منظور نمونه‌گیری از علف‌های هرز و گیاهان زراعی، هر کرت آزمایشی به دو بخش مساوی تقسیم شد، به این منظور که در یک بخش اندازه‌گیری مربوط به علف‌های هرز و در بخش دیگر اندازه‌گیری مربوط به عملکرد گیاهان زراعی انجام شد. به این صورت که در پایان فصل رشد، برای تعیین عملکرد نهایی بیولوژیکی و عملکرد اقتصادی (دانه) دو گونه ذرت و لوبیا قرمز و زیست توده علف‌های هرز رایج در مزرعه، در هر کرت دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و نیم متر از انتهای کرت بعنوان اثر حاشیه‌ای حذف و مابقی برداشت و تعیین شد. به منظور ارزیابی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، شش بوته ذرت و هشت بوته لوبیا قرمز از هر کرت نمونه-برداری شد. پس از جدا نمودن بلال‌های ذرت و نیام‌های لوبیا قرمز، نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا ثابت ماندن وزن خشک درون آون قرار گرفتند و سپس وزن شدند. محاسبه وزن خشک علف-های هرز نیز بدین صورت بود که گونه‌های مختلف علف‌هرز از سطح خاک جمع آوری شده، وزن تر آنها توسط ترازوی صحرایی توزین شد و در نهایت نمونه‌های از علف‌های هرز به طور تصادفی به وزن ۴۰۰ گرم انتخاب و در آون الکتریکی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید و سپس توسط ترازوی دیجیتالی توزین شد.

از طریق فرمول‌های زیر نیز شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط به دست آمد (Vandermeer, 1989):

Archive of SID

www.SID.ir

معادله (۲)

$$LERs = \frac{\text{عملکرد گونه دوم در کشت مخلوط}}{\text{حداکثر عملکرد گونه دوم در کشت خالص}} + \frac{\text{عملکرد گونه اول در کشت مخلوط}}{\text{حداکثر عملکرد گونه اول در کشت خالص}}$$

الف) نسبت برابری زمین[1]

معادله (۱)

$$LER = \frac{P_1}{M_1} + \frac{P_2}{M_2}$$

در این معادله، P_1 وP_2: به ترتیب عملکرد گونه‌های اول و دوم در مخلوط و M_1 و M_2 نیز عملکرد خالص گونه اول و دوم است.

ب) نسبت برابری زمین استاندارد[2]

ج) مجموع ارزش نسبی[3]

معادله (۳)

$$RVT = (aP_1 + bP_2) \Big/ aM_1$$

در این معادله، a: قیمت محصول اصلی، b : قیمت محصول ثانوی، P_1: عملکرد حاصل از کشت مخلوط گونه اصلی (اول)، P_2: عملکرد حاصل از کشت مخلوط گونه دوم و M_1: عملکرد حاصل از کشت خالص گیاه اول یا اصلی است. هرگاه RVT بیشتر از یک باشد، کشت مخلوط برتر است و اگر کمتر از یک باشد، کشت خالص ترجیح داده می‌شود (Vandermeer, 1989). تجزیه‌های آماری شامل تجزیه واریانس به صورت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای تعیین عملکرد دو گونه بود و برای تجزیه زیست توده علف‌های هرز از طرح بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد. مقایسات میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. از نرم افزارهای MSTAT-C و Excel به ترتیب برای انجام آزمون‌های آماری و رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه ذرت

اثر تراکم‌های ذرت روی عملکرد دانه ذرت در واحد سطح معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تراکم‌های پنج و هفت بوته در متر مربع ذرت از نظر آماری در یک گروه قرار دارند و بطور معنی‌داری برتر از تراکم نه بوته ذرت در واحد سطح هستند (شکل ۱)، بطوری که با افزایش تراکم و رسیدن به نه بوته ذرت در واحد سطح به طور میانگین ۲۳ درصد از عملکرد دانه ذرت کاسته شد. شاید علت کاهش عملکرد دانه ذرت در تراکم‌های بالاتر به دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای باشد. همچنین با افزایش تراکم ذرت، به خاطر تشدید سایه‌اندازی، کاهش تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت کاهش عملکرد دانه ذرت حاصل می‌شود. رضائی چیانه و همکاران (Rezaei-Chianeh et al., 2011) در کشت مخلوط ذرت و باقلا گزارش کردند که با افزایش تراکم ذرت بطور معنی‌داری عملکرد دانه ذرت به دلیل رقابت درون گونه‌ای کاهش می‌یابد که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد.

اثر تراکم‌های مختلف لوبیا قرمز نیز بر عملکرد دانه ذرت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه ذرت از کشت خالص و کمترین آن از کشت مخلوط بدست آمد، ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تراکم‌های مختلف لوبیا قرمز مشاهده نشد (شکل ۴). در مجموع میانگین عملکرد دانه ذرت در کشت خالص ۳۰ درصد بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط به دست آمد. بین تیمارهای کشت مخلوط از نظر عملکرد دانه ذرت اختلاف چندانی وجود نداشت (شکل ۲). این برتری می‌تواند از یک طرف به وجود تراکم کمتر گیاهان در تک کشتی‌ها نسبت به کشت‌های مخلوط مرتبط باشد. همچنین به دلیل افزایش میزان رقابت بین گونه‌ای جهت بهره وری از منابع محیطی و به علت محدودیت‌هایی که برای دو گیاه زراعی که در کشت مخلوط ایجاد می‌شود، عملکرد دو گیاه زراعی از کشت خالص آنها کمتر بوده است. قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2010) در کشت مخلوط ارزن دانه‌ای (*Panicum miliaceum* L.) با لوبیا چشم بلبلی، بالا بودن عملکرد دانه ارزن دانه‌ای در کشت خالص را بیشتر از مخلوط گزارش کرده‌اند. شایگان و همکاران (Shayagan et al., 2008) در کشت مخلوط ذرت با لوبیا نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد.

پیلبم و همکاران (Pilbeam et al., 1994) نیز در کشت مخلوط ذرت با لوبیا قرمز به نتیجه مشابهی دست یافتند. تومار و همکاران (Tomar et al., 1988) علت کاهش عملکرد ذرت در کشت مخلوط با لگوم‌های دانه‌ای را به رقابت لگوم‌ها برای جذب عناصر غذایی یا کمبود انتقال نیتروژن نسبت داده‌اند. در کشت مخلوط همیشه عملکرد دانه گیاهان مخلوط کاهش نمی‌یابد. لی و همکاران (Li et al., 1999) در کشت مخلوط ذرت و باقلا نشان دادند که عملکرد ذرت تا ۴۰ درصد افزایش یافت. آنها افزایش عملکرد دانه ذرت را به خاطر آزادسازی اسیدهای ارگانیک و به تثبیت نیتروژن در ریشه‌های باقلا نسبت دادند. این اسیدها، فسفر غیرمحلول خاک را به حالت محلول در می‌آورند و همراه با نیتروژن در اختیار ذرت قرار می‌دهند. در آزمایش حاضر عملکرد ذرت در تراکم‌های مختلف لوبیا قرمز

1- Land Equivalent Ratio
2- Standard Land Equivalent Ratio
3- Relative Value Total

Archive of SID

www.SID.ir

مشابه بود و تحت تأثیر تراکم‌های مختلف لوبیا قرمز قرار نداشت. این امر را شاید بتوان به رقابت کمتر لوبیا با ذرت، نیتروژن تثبیت شده توسط گره‌های لوبیا و استفاده بهینه ذرت از عناصر غذایی در کشت مخلوط با لوبیا نسبت داد.

عملکرد بیولوژیک ذرت

اثر تراکم‌های ذرت بر عملکرد بیولوژیک ذرت، معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) شد (جدول ۱). روند تغییرات عملکرد بیولوژیک ذرت مشابه عملکرد دانه آن بود، بطوریکه بیشترین عملکرد بیولوژیک از تراکم پنج و کمترین آن از تراکم نه بوته در واحد سطح بدست آمد (شکل۳). علت کاهش عملکرد بیولوژیک ذرت می‌تواند به خاطر رقابت درون گونه‌ای باشد که در در تراکم نه بوته در واحد سطح حدود ۱۸ درصد کاهش نشان داد. عطری و همکاران (Atri et al., 1999) نیز در کشت مخلوط ذرت و لوبیا گزارش کردند که با افزایش تراکم ذرت بطور معنی‌داری از عملکرد بیولوژیک ذرت کاسته می‌شود که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد.

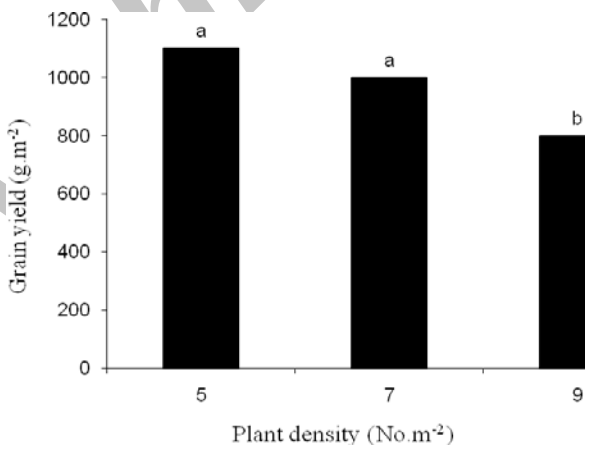
جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه و بیولوژیکی ذرت در کشت مخلوط با لوبیا قرمز و کشت خالص

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) for grain yield and biological yield of sole and intercropped maize with bean at different densities

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه در مترمربع Grain yield	عملکرد بیولوژیک درمترمربع Biological yield
تکرار Replication	2	$3862.60^{n.s}$	$67522.062^{n.s}$
تراکم ذرت Maize density	2	126819.88^{**}	476038.67^{**}
تراکم لوبیا قرمز Bean density	3	279313.37^{**}	475987.82^{**}
اثر متقابل Interaction	6	$4562.95^{n.s}$	$40289.74^{n.s}$
خطای آزمایش Error	22	3172.71	49540.78
ضریب تغییرات (٪) CV(%)		16.34	16.53

n.s و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد

n.s and ** are non significant and significant at α= 0.01 probability level, respectively.



شکل ۱- عملکرد دانه ذرت در تراکم‌های مختلف ذرت

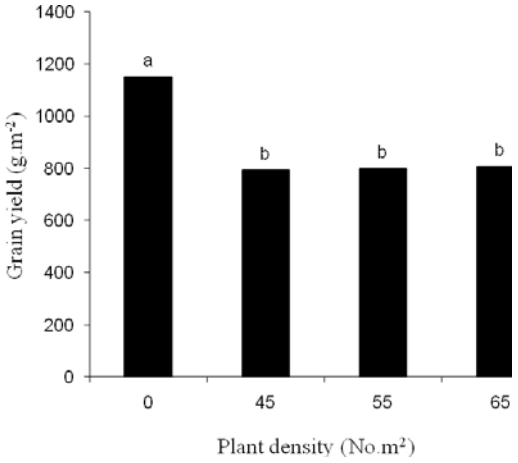
Fig. 1- Grain yield of maize at different maize densities

میانگین‌های با حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's tests at $p\leq 0.05$.

Archive of SID

www.SID.ir

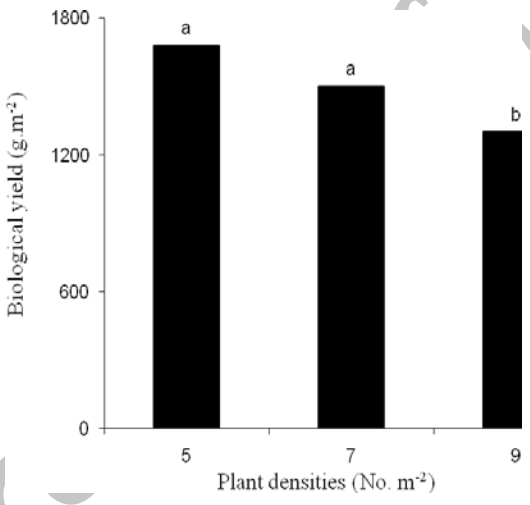


شکل ۲- عملکرد دانه ذرت در کشت خالص و مخلوط در تراکم های مختلف با لوبیا قرمز

Fig.2- Grain yield of maize in monocropping and intercropping at different densities with bean

میانگین‌های با حروف متفاوت ، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's tests at $p \leq 0.05$.



شکل ۳- عملکرد بیولوژیک ذرت در تراکم‌های مختلف ذرت

Fig. 3- Biological yield of maize at different densities

میانگین‌های با حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's tests at $p \leq 0.05$.

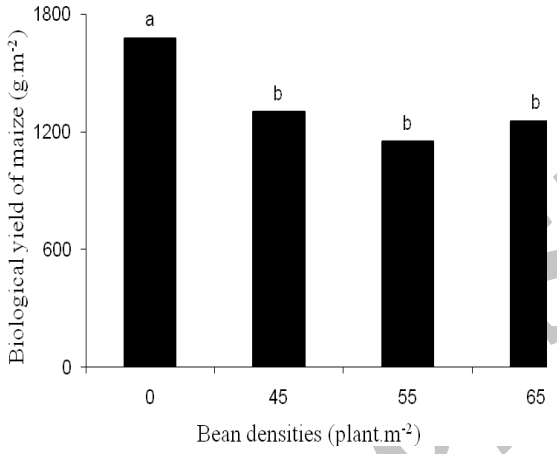
اثر تراکم لوبیا قرمز روی عملکرد بیولوژیک ذرت معنی‌دار (p≤۰/۰۱) شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد بیولوژیکی ذرت از کشت خالص و کمترین آن از کشت مخلوط بدست آمد، ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تراکم‌های مختلف لوبیا قرمز مشاهده نشد (شکل۴). بطور کلی، با افزایش تراکم ذرت، عملکرد اقتصادی و بیولوژیک آن نیز بطور تدریجی کاهش یافت. چنین به نظر می‌رسد که دلیل این امر افزایش رقابت درون گونه‌ای ذرت باشد، زیرا ذرت در مخلوط با گیاهانی که نسبت به آن ارتفاع کمتری دارند، گونه غالب بوده و عملکرد آن کمتر تحت تأثیر گیاه همراه قرار می‌گیرد. همچنین از آنجا که گیاهان همراه با ذرت، توان رقابت برای نور و دیگر منابع مصرفی را ندارند، عملکرد ذرت تابع تراکم و ساختار کانوپی خودش می‌باشد (Nachigera et al., 2008). نتیجه آزمایش رضائی چیانه و همکاران (Rezaei-Chianeh et al., 2011) نشان داد که عملکرد بیولوژیک ذرت در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش می‌یابد. آنان علت کاهش عملکرد بیولوژیک را به خاطر رقابت نوری بین اجزای عملکرد در کشت مخلوط گزارش

www.SID.ir

کرده‌اند.

عملکرد دانه لوبیا قرمز

اثر تراکم لوبیا قرمز روی عملکرد دانه این گیاه در واحد سطح معنی‌دار($p\leq$۰/۰۱) شد، ولی اثر متقابل تراکم ذرت در تراکم لوبیا قرمز معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش تراکم لوبیا از ۴۵ به ۶۵ بوته در متر مربع به طور میانگین ۲۰ درصد از عملکرد دانه لوبیا قرمز در واحد سطح کاسته شد. از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تراکم های ۴۵ و ۵۵ بوته لوبیا قرمز وجود نداشت (شکل ۵). رضائی چیانه و همکاران (Rezaei-Chianeh et al., 2011) در کشت مخلوط ذرت و باقلا بیان کردند که در تراکم-های بالای باقلا، به دلیل نفوذ نور کمتر به درون کانوپی اجزاء عملکرد آن به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد و عملکرد باقلا بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد. بنابراین در تراکم‌های بالا به خاطر کسب نور و منابع محیطی فتوسنتز کاهش و به دنبال آن عملکرد نهایی گیاه افت پیدا می‌کند.



شکل ٤- عملکرد بیولوژیک ذرت در کشت خالص و مخلوط در تراکم های مختلف با لوبیا قرمز

Fig. 4- Biological yield of maize in monocropping and intercropping at different densities with bean

میانگین‌های با حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's tests at p≤0.05.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه و بیولوژیک لوبیا قرمز در کشت مخلوط با ذرت همراه کشت خالص

Table 2 – Analysis of variance (mean of square) for grain yield and biological yield of sole and intercrop bean at different densities with maize

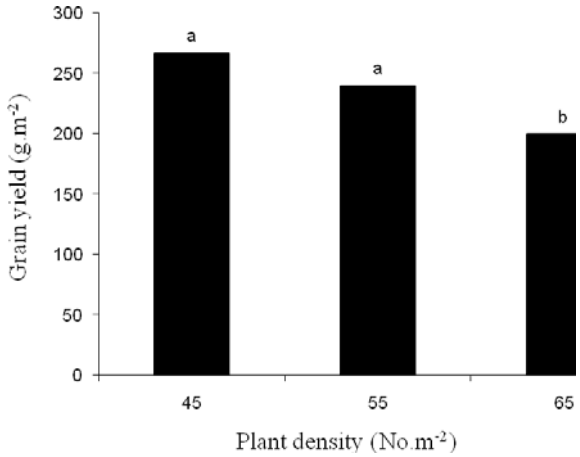
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه لوبیا قرمز در مترمربع Grain yield	عملکرد بیولوژیک لوبیا قرمز درمترمربع Biological yield
تکرار Replication	2	346.77 ^{ns}	850.91^{ns}
تراکم ذرت Maize density	3	26736.02**	145757.49**
تراکم لوبیا قرمز Bean density	2	1840.77 **	7809.58**
اثر متقابل Interaction	6	219.66^{ns}	1398.70^{ns}
خطای آزمایش Error	22	234.14	1215.27
ضریب تغییرات (٪) CV(%)		17.95	18.99

n.s و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns and ** are non significant and significant at α = 0.01 probability level, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- عملکرد دانه لوبیا قرمز در تراکم‌های مختلف آن

Fig. 5- Grain yield of bean at different bean densities

میانگین‌های با حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's tests at $p \leq 0.05$

اثر تراکم‌های ذرت بر عملکرد دانه لوبیا قرمز معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) شد (جدول ۲). این تفاوت در بین کشت خالص لوبیا قرمز و کشت مخلوط آن با تراکم‌های مختلف ذرت مشاهده گردید. با افزایش تراکم ذرت، عملکرد دانه لوبیا قرمز به دلیل رقابت برای کسب نور و منابع محیطی کاهش یافت.

بیشترین عملکرد دانه لوبیا قرمز به کشت خالص و کمترین آن به کشت مخلوط با تراکم نه بوته در متر مربع مربوط بود. از نظر آماری بین تراکم‌های پنج و هفت بوته در متر مربع ذرت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۶). در مجموع میانگین عملکرد دانه لوبیا قرمز در کشت خالص ۳۸ درصد بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط بود. کارایی بیشتر ذرت در جذب منابع (نور، آب و مواد غذایی) در مقایسه با لوبیا و میزان کمتر جذب منابع در لوبیا در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص سبب می‌شود تا عملکرد لوبیا در کشت مخلوط کاهش یابد. بنابراین، نقش غالبیت ذرت در مقابل لوبیا قرمز را نباید نادیده گرفت. عموماً در کشت مخلوط غلات و لگوم‌ها، غلات در این شرایط نقش گیاه غالب را ایفا می‌کنند و سهم عمده‌ای از منابع موجود نصیب گیاه غله می‌گردد (Mazaheri, 1998). در کشت مخلوط ذرت و لوبیا نیز از این قاعده مستثنی نیست. بنابراین، از یک طرف بدلیل وجود رقابت بین گونه‌ای ذرت با لوبیا بر سر جذب منابع محیطی و از طرف دیگر، با افزایش تراکم، رقابت درون گونه‌ای بوته-های لوبیا، افزایش یافته که باعث کاهش جذب منابع شده و در نهایت کاهش رشد و عملکرد لوبیا را بدنبال داشت. علی‌زاده و همکاران (Alizadeh et al., 2010) در کشت مخلوط لوبیا و ریحان (*Ocimum basilicum* L.) بالاترین عملکرد دانه لوبیا را در کشت خالص با کنترل علف‌های هرز گزارش کرده‌اند. قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2010) در کشت مخلوط ارزن دانه‌ای (*Panicum miliaceum* L.) با لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) و گتجو و همکاران (Getachew et al., 2006) درکشت مخلوط جو و باقلا، به نتایج مشابهی دست یافتند.

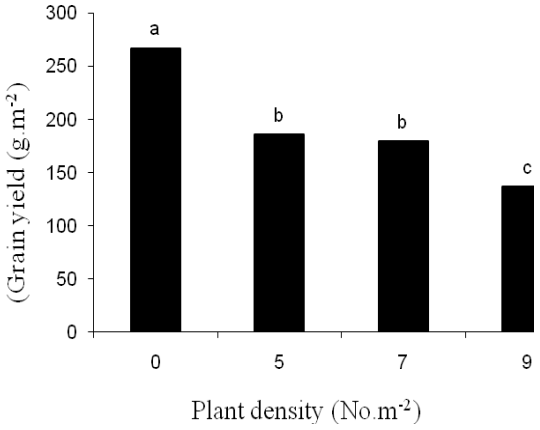
عملکرد بیولوژیک لوبیا قرمز

نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک لوبیا قرمز در (جدول ۲) گویای آنست که عملکرد بیولوژیک لوبیا قرمز بطور معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۱$) تحت تأثیر تراکم‌های مختلف لوبیا قرمز واقع شده است. بیشترین عملکرد بیولوژیک لوبیا قرمز از تراکم ۴۵ و کمترین آن از تراکم ۶۵ بوته در متر مربع به دست آمد، البته، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تراکم‌های ۴۵ با ۵۵ بوته در متر مربع وجود نداشت (شکل ۷). با افزایش تراکم لوبیا قرمز از ۴۵ بوته به ۶۵ بوته در واحد سطح بطور میانگین ۱۲ درصد از عملکرد بیولوژیکی لوبیا قرمز کاسته شد. دلیل این کاهش را می‌توان به سایه اندازی برگ‌های بالایی به قسمت‌های پایین‌تر، پوشش گیاهی و بلوغ زودرس گیاه و افزایش رقابت اندام‌های هوایی و ریشه بر سر منابع محیطی و افزایش رقابت درون گونه‌ای منتسب کرد.

اثر تراکم ذرت روی عملکرد بیولوژیک لوبیا قرمز معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۲). نتیجه مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین کشت خالص و کشت مخلوط از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد، بطوری که افزایش تراکم ذرت به کاهش عملکرد بیولوژیک لوبیا قرمز در کشت مخلوط منجر شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک در کشت خالص و کمترین آن در تراکم بالاتر ذرت (نه بوته در متر مربع) در کشت مخلوط بدست آمد (شکل ۸).

Archive of SID

www.SID.ir



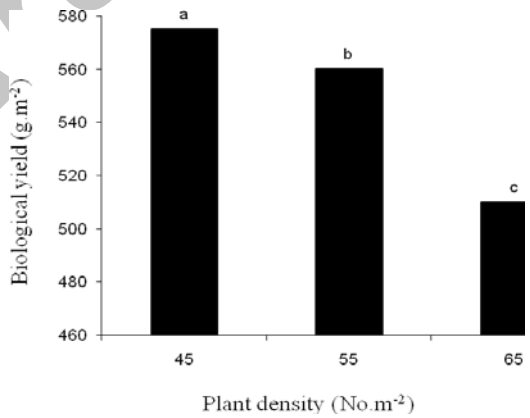
شکل ٦- عملکرد دانه لوبیا قرمز در کشت خالص و مخلوط در تراکم‌های مختلف با ذرت

Fig. 6- Grain yield of bean in monocropping and intercropping at different densities with maize

میانگین‌های با حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's tests at $p \leq 0.05$

بطوری که با رسیدن تراکم ذرت به نه بوته بطور میانگین ۱۵درصد از عملکرد بیولوژیک لوبیا قرمز در کشت مخلوط و ۴۹ درصد نسبت به کشت خالص لوبیا قرمز کاهش نشان داد. این نتیجه دور از انتظار نیست به این دلیل که در این تیمار به دلیل وجود رقابت بین گونه‌ای تمامی منابع موجود در اختیار لوبیا قرمز قرار نگرفته است. بنابراین تحت این شرایط هر بوته، بر سر منابع دسترس (آب، نور، مواد غذایی و فضا) رقابت کرده که این موضوع می‌تواند یکی از علل کاهش عملکرد بیولوژیک لوبیا قرمز در کشت مخلوط باشد. علی زاده و همکاران (Alizadeh et al., 2010) در کشت مخلوط ریحان و لوبیا نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند. در کشت مخلوط باقلا با جو بیان شد که عملکرد بیولوژیک باقلا بطور معنی‌دار نسبت به کشت خالص آن کاهش می‌یابد (Getachew et al., 2006). در کشت مخلوط مرزه (*Satreja hortensis* L.) با شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) با افزایش تراکم مرزه وزن خشک تولیدی مرزه در واحد سطح افزایش نشان داد (Hasanzade aval, 2007). در کشت مخلوط جو و ماشک (*Vicia villosa* L.) بالاترین عملکرد بیولوژیک مربوط به جو خالص بود (Khazaei, 1994). رضائی چیانه و همکاران (Rezaei- Chianeh et al., 2011) نیز در کشت مخلوط ذرت با باقلا نتیجه مشابهی را گزارش کرده‌اند. بطوری که آنان علت کاهش عملکرد بیولوژیکی باقلا را به دلیل افزایش رقابت برون گونه‌ای با ذرت عنوان کردند. بدین ترتیب چنین به نظر می‌رسد که در تراکم‌های بالاتر ذرت، لوبیا توان رقابتی ضعیفی را دارا می‌باشد و عملکرد آن بیشتر تحت تأثیرتراکم قرار می‌گیرد.



شکل ۷- عملکرد بیولوژیکی لوبیا قرمز در تراکم های مختلف

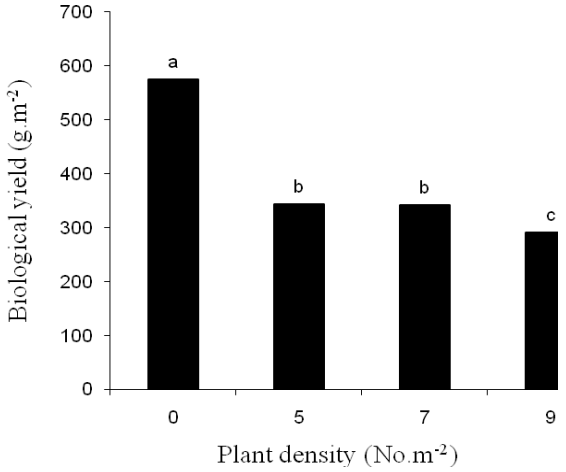
Fig.7- Biological yield of bean at different densities

میانگین‌های با حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's tests at $p \leq 0.05$

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۸- عملکرد بیولوژیکی لوبیا قرمز در کشت خالص و مخلوط در تراکم‌های مختلف با ذرت

Fig. 8- Biological yield of bean in monocropping and intercropping at different densities with maize

میانگین‌های با حروف متفاوت، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's tests at $p \leq 0.05$.

زیست توده علف‌های هرز

در منابع مختلف، کنترل علف‌های هرز معمولاً به عنوان یکی از مزایای کشت مخلوط بر شمرده شده است. به نظر می‌رسد که نحوه عمل گیاه زراعی در رقابت با علف‌های هرز با ایجاد یک محیط خاص موجبات کاهش زیست توده علف هرز را فراهم ساخته و گیاه زراعی ثانوی را جایگزین آن می‌سازد (Vandermeer, 1989). بر اساس نتایج تجزیه واریانس، زیست توده علف‌های هرز در کشت‌های خالص و مخلوط ذرت و لوبیا قرمز معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) شد (جدول۳). زیست توده علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط ذرت و لوبیا قرمزکمتر از کشت‌های خالص برای هر دو گونه بود. بطور میانگین زیست توده علف‌های هرز در تراکم‌های مختلف ذرت در کشت‌های خالص به میزان ۲۳ درصد (۱۴۸/۷۸ گرم در متر مربع) کمتر از کشت‌های خالص لوبیا قرمز بدست آمد. این امر نشان می‌دهد که زیست توده علف‌های هرز در کشت خالص ذرت نسبت به کشت خالص لوبیا قرمز کمتر است. در کشت‌های مخلوط، با افزایش تراکم ذرت و لوبیا قرمز در واحد سطح، زیست توده علف‌های هرز بطور معنی‌داری کاهش یافت. کمترین زیست توده علف‌های هرز در ترکیب تراکمی نه بوته ذرت و ۶۵ بوته لوبیا قرمز در متر مربع حاصل شد که اختلاف معنی‌داری را با سایر ترکیبات تیماری داشت (شکل ۹). در مجموع، متوسط زیست توده علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به میانگین تک کشتی‌های ذرت و لوبیا قرمز به ترتیب ۴۰ و ۵۴ درصد (۱۴۱ و ۲۸۹/۷۷ گرم در متر مربع) کمتر بود. بنابراین، بررسی نتایج نشان می‌دهد که تک کشتی لوبیا در رقابت با علف‌های هرز آسیب پذیرتر از بقیه تیمارها است، زیرا زیست توده علف هرز در آن تیمار بیشترین میزان را داشته است و تک کشتی ذرت به دلیل رقابت بالای ذرت با علف‌های هرز، بهتر از لوبیا زیست توده علف‌های هرز را کاهش داد. بنابراین می‌توان اظهار داشت که تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص از قدرت کنترل علف‌های هرز بالاتری برخوردار هستند. این برتری می‌تواند به افزایش تراکم گیاهان در کشت‌های مخلوط نسبت داده شود، به طوری که با افزایش سهم لوبیا قرمز در سیستم‌های کشت مخلوط از زیست توده علف‌های هرز کاسته شده است و در تیمار کشت مخلوط نه بوته ذرت و ۶۵ بوته لوبیا در متر مربع به کمترین مقدار خود رسیده است. بنابراین، روش افزایشی کشت مخلوط از شرایط رقابتی بهتر برخوردار بوده و موفق به کنترل بیشتر علف هرز می‌شود. این موفقیت از قدرت رقابتی ذرت و افزایش سهم آن در ترکیب مخلوط و اشغال فضاهای خالی ناشی می‌شود. بنابراین، وجود اثرات تسهیل کنندگی و تکمیل کنندگی ذرت و لوبیا قرمز در کنار یکدیگر به کاهش زیست توده علف‌های هرز در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص هر یک از گیاهان به تنهایی منجر شد.

زاویه مودت (Zavie Movadat, 1993) مشاهده کرد که قدرت کاهش علف‌های هرز در تیمارهای مخلوط بیش از تک کشتی لوبیا چشم بلبلی و کمتر یا مساوی تک کشتی ذرت بود. پوگیو (Poggio, 2005) با بررسی ساختار جوامع علف‌های هرز در تک کشتی و چند کشتی نخود و جو که در یک طرح افزایشی انجام شد دریافت که افزایش زیست توده گیاهی، به سرکوبی بهتر علف‌های هرز منجر شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- تجزیه واریانس زیست توده علف‌های هرز در کشت‌های خالص و مخلوط ذرت و لوبیا قرمز

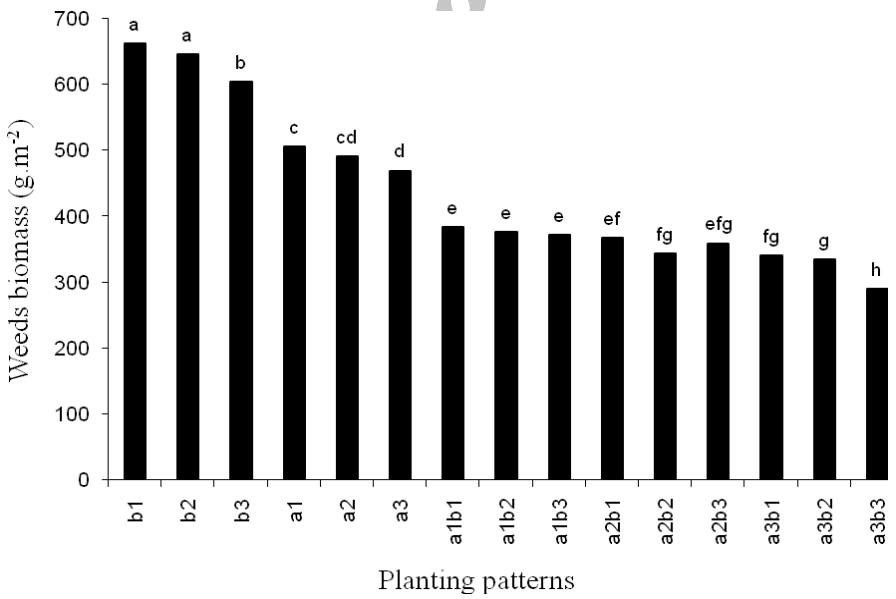
Table 3– Analysis of variance of weed biomass of sole and intercropped bean and maize

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	زیست توده علف‌های هرز Weeds biomass
تکرار Replication	2	26444.2**
سیستم کشت Cropping system	14	43575.12**
خطای آزمایش Error	28	233.66
ضریب تغییرات (٪) CV(%)		13.49

**: معنی دار در سطح احتمال یک درصد

** is significant at α= 0.01 probability level.

همچنین در چند کشتی نخود و جو، علف‌های هرز بهاره در مقایسه با گونه های پاییزه دارای فراوانی نسبی بیشتری بودند. ادهیامبو و اریگا (Odhiambo & Ariga, 2001) بیان نمودند که کشت مخلوط می‌تواند علف‌های هرز محصولات غلات را خفه کرده قدرت تولید آنها را بهبود بخشد. در بررسی کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.) و باقلا گزارش شده که با افزایش تراکم گیاهی در مخلوط، زیست توده علف‌های هرز به پایین‌تر از سطح به دست آمده از کشت خالص هر یک از آنها رسیده است (Ghanbari-Bonjar & Lee, 2003). موحدی دهنوی و همکاران (Movahhedi Dehnavi et al., 2001) نیز نشان دادند که وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای افزایشی به علت افزایش تراکم و پوشش گیاهی کاهش می‌یابد. قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2010) در کشت مخلوط ارزن دانه‌ای با لوبیا چشم بلبلی نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند.



شکل ۹- زیست توده علف‌های هرز در تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط ذرت و لوبیا قرمز

Fig. 9- Weed biomass at the different monocropping and intercropping of maize and bean treatment

a_1، a_2، a_3: به ترتیب ۵، ۷ و ۹ بوته ذرت در مترمربع، b_1، b_2 و b_3: به ترتیب ۴۵، ۵۵ و ۶۵ بوته لوبیا قرمز در متر مربع

a_1, a_2 and a_3 are 5, 7 and 9 maize plant.m^{-2}, respectively. b_1, b_2 and b_3 are 45, 55 and 65 bean plant.m^{-2}, respectively

www.SID.ir

نسبت برابری زمین (LER)

همانطور که در جدول۴ مشاهده می‌شود LER در تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا قرمز بالاتر از یک بود که نشاندهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی در این الگوهای کشت می‌باشد. نتایج نشان می‌دهند که تیمار کشت مخلوط پنج بوته ذرت با تراکم ۵۵ بوته در متر مربع لوبیا بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۴۱) را به خود اختصاص داده‌اند که ۴۱ درصد افزایش سودمند زراعی نسبت به کشت خالص دو گونه دارد. کمترین LER بدست آمده به تیمار نه بوته ذرت با تراکم ۴۵ بوته در متر مربع لوبیا معادل ۱/۱۸ مربوط بود که در این حالت نیز کشت مخلوط حدود ۰/۱۸ هکتار در استفاده از زمین سودمندی نشان می‌دهد. علت کاهش LER در تراکم‌های بالاتر را می‌توان به رقابت برون گونه‌ای بین دو گونه ذرت و لوبیا نسبت داد. کشت مخلوط زمانی سودمند است که عملکرد دانه مخلوط، بیشتر از حداکثر محصول تک کشتی باشد. اضافه عملکرد به دست آمده را می‌توان به استفاده بهتر از منابع موجود توسط دو گیاه و اختلافات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بین آنها و کمتر بودن علف هرز در سیستم کشت مخلوط نسبت داد (Hemayati et al., 2002) شاید بتوان بالا بودن LER از یک را به خاطر تثبیت و جذب نیتروژن در کشت مخلوط نسبت داد (Lee, 2003 & Ghanbari-Bonjar). وقتی دو گونه در مجاورت هم رشد می‌کنند، هر دو گونه بری جذب عناصر غذایی در رقابت خواهند بود. اگر یکی از گونه‌ها دارای منبع دیگری مانند گره‌های تثبیت نیتروژن باشد، در این صورت فشار رقابتی کاهش می‌یابد، زیرا گونه لگوم در جذب نیتروژن موجود در خاک با گونه مجاور رقابت کمتری خواهد داشت. در نتیجه دو گونه به رقابت در مورد سایر منابع می‌پردازند (Vandermeer, 1989). بنابراین بالا بودن LER از یک در بیشتر تحقیقات کشت مخلوط را به عوامل ذکر شده می‌توان نسبت داد. علی‌زاده و همکاران (Alizadeh et al., 2010) در کشت مخلوط ریحان و لوبیا نشان دادند که تقریباً تمامی تیمارهای کشت مخلوط بر کشت خالص آنها برتری دارد، بطوری که بالاترین نسبت برابری زمین را برابر ۱/۲۲ گزارش کردند، که ۲۲ درصد افزایش سودمندی نسبت به تک کشتی دو گونه داشت. رضائی چیانه و همکاران (Rezaei-Chianeh et al., 2011) در کشت مخلوط ذرت با باقلا مقدار LER را در تمام تیمارهای مخلوط بالاتر از یک گزارش کرده اند که این امر نشاندهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است.کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد.

نسبت برابری زمین استاندارد (LERs)

مطابق جدول ۴، نسبت برابری زمین استاندارد برای همه ترکیب-های مخلوط بزرگتر از یک بود. این موضوع می‌تواند نشانگر سودمند بودن کشت مخلوط ذرت و لوبیا باشد. نسبت برابری زمین استاندارد بزرگتر از یک، ممکن است به دلیل وجود اختلافات مورفولوژیک دو گونه و در نتیجه ایجاد اشکوب‌های مختلف و بهره‌برداری بهتر از منابع (نور و یا افق‌های مختلف خاک) باشد. با در نظر گرفتن یک نسبت مشخص از یک محصول، می‌توان تعیین کرد که چه سیستمی دارای بالاترین کارآیی است. در این آزمایش بیشترین LER استاندارد از ترکیب پنج بوته ذرت با ۵۵ بوته لوبیا قرمز در متر مربع حاصل شد. کمترین آن از ترکیب نه بوته ذرت با ۴۵ و ۶۵ بوته لوبیا قرمز در متر مربع بدست آمد. از این‌رو، مقادیر بالاتر LER استاندارد مربوط به کشت‌های مخلوطی بود که در آنها ذرت و لوبیا قرمز دارای تراکم پایین یا متوسط بودند. کشت این دو گونه در تراکم‌های پایین (پنج با ۵۵ بوته ذرت و لوبیا قرمز در متر مربع) به دلیل بالا نبودن رقابت، سودمندی بالاتری را در پی داشت. در این آزمایش ترکیب تیماری مورد اشاره بالاترین نسبت برابری زمین استاندارد (۱/۴۱) را به خود اختصاص داد. یعنی این ترکیب ۴۱ درصد اضافه محصول داشت. نقش اختلافات مورفولوژیک در دستیابی به LERs بالاتر و سودمند بودن کشت مخلوط، توسط رضائی چیانه و همکاران (Rezaei chianeh et al., 2011) و مینال (Minale et al., 2001) در کشت مخلوط ذرت و باقلا به ترتیب برابر با ۱/۱۸ و ۱/۵ گزارش کرده‌اند.

مجموع ارزش نسبی (RVT)

در این آزمایش، RVT در کلیه ترکیبات کشت مخلوط بالاتر از یک بود که نشاندهنده سودمندی اقتصادی کشت‌های مخلوط نسبت به کشت‌های خالص دو گونه است. کشت‌های مخلوط با ترکیب تراکمی پنج و ۵۵ (به ترتیب معادل تعداد بوته ذرت و لوبیا در متر مربع) بیشترین سودمندی اقتصادی را نشان داد. این دو ترکیب کشت مخلوط در حدود ۶۲ درصد افزایش در آمد ناخالص را نسب به کشت خالص دارا بود (جدول ۴). بر اساس نتایج حاصل می توان عنوان کرد که کشت مخلوط ذرت و لوبیا علاوه بر ایجاد تنوع در اکوسیستم کشاورزی و همچنین ایجاد پایداری تولید، در افزایش در آمد اقتصادی و بهره‌وری استفاده از زمین های کشاورزی بطور قابل ملاحظه‌ای می‌تواند موثر باشد. رضائی چیانه و همکاران (Rezaei chianeh et al., 2011) در کشت مخلوط ذرت و باقلا مجموع ارزش نسبی را برابر با ۱/۱۶ گزارش کرده‌اند. در بررسی عطری و همکاران (Atri et al., 1999) نیز مشخص شد که RVT محاسبه شده تأییدی بر نتایج حاصل از سایر شاخص‌های ارزیابی شامل LER و LERs است.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

در زراعت‌های تک کشتی همواره مقادیری از منابع به دلیل وجود فضاهای خالی در کانوپی تلف شده و یا توسط علف‌های هرز مصرف می‌شوند. اما با انتخاب مناسب گیاهان در سیستم کشت مخلوط افزایشی می‌توان فراوانی علف‌های هرز را کاهش داد. از طرف دیگر، انتخاب تراکم مناسب گیاه زراعی در کشت مخلوط بدلیل ایجاد حالت مکملی باعث استفاده بهتر از منابع شده که این امر منجر به بهبود 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.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر خلیل فائزی ریاست محترم دانشگاه پیام نور مرکز نقده و آقایان مصیب شاپوری و محمد نصیری برای همکاری در این تحقیق، تشکر و قدرانی می‌شود.

جدول ٤- عملکردهای نسبی، نسبت برابری زمین، نسبت برابری زمین استاندارد و مجموع ارزش نسبی برای تیمارهای مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا قرمز

Table 4 - Relative yields (RY), land equivalent ratio (LER), standard land equivalent ratio (LERs) and relative value of total (RVT) for grain yields of maize and faba bean at different intercropping densities.

تیمارها Treatments	عملکرد نسبی ذرت Relative yield of maize	عملکرد نسبی لوبیا قرمز Relative yield of Bean	نسبت برابری زمین Land equivalent ratio	نسبت برابری زمین استاندارد Standard land equivalent ratio	مجموع ارزش نسبی Relative value of total
a_1b_1	0.69	0.64	1.33	1.33	1.54
a_1b_2	0.69	0.72	1.41	1.41	1.62
a_1b_3	0.68	0.71	1.39	1.39	1.49
a_2b_1	0.68	0.63	1.31	1.31	1.54
a_2b_2	0.68	0.68	1.36	1.36	1.58
a_2b_3	0.68	0.69	1.37	1.27	1.47
a_3b_1	0.7	0.48	1.18	1. 03	1.53
a_3b_2	0.72	0.5	1.22	1.07	1.57
a_3b_3	0.75	0.53	1.28	1.03	1.54

a_1، a_2 و a_3 به ترتیب: ۵، ۷ و ۹ بوته ذرت در مترمربع ، b_1، b_2 و b_3 به ترتیب ۴۵، ۵۵ و ۶۵ بوته لوبیا قرمز در مترمربع

a_1, a_2 and a_3 are 5, 7 and 9 maize plants.m^{-2}, respectively. b_1, b_2 and b_3 are 45, 55 and 65 bean plants.m^{-2}, respectively.

منابع

1- Agegnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and Land – use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian high lands. European Journal of Agronomy 25: 202 – 207.
2- Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Investigation of growth characteristics, yield, yield components and potential weed control in intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and vegetative sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology 2: 383-397.
3- Atri, A., Javanshir, A., Mogaddam, M., and Shakiba, M. R. 1999. Evaluation of competition in corn/bean intercropping using convert model yield. Journal of Agriculture Science 17(4): 97-103. (In Persian with English Summary)
4- Getachew, A., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and Land – use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian high lands. European Journal of Agronomy 25: 202 – 207.
5- Ghanbari, A., Nasirpour, M., and Tavassoli, A. 2010. Evaluation of ecophysiological characteristics of intercropping of millet (*Panicum miliaceum* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Journal of Agroecology 4: 556-564.
6- Ghanbari-Bonjar, A., and Lee, H.C. 2003. Intercropped wheat (*Triticum aestivum* L.) and bean (*Vicia faba* L.) as whole-crop forage: effect of harvest time on forage yield and quality. Grass and Forage

Archive of SID

www.SID.ir

Science 58(1): 28–36.
7- Hasanzadeh Aval, F. 2007. Effect of density on agronomic characteristics and yield of savory and Iranian clover in intercropping. MSc Thesis Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
8- Haugaard–Nielsen, H., Ambus, P., and Jensen, E.S. 2001. Inter-specific competition, N-use and interference with weed in pea – barley intercropping. Field Crop Research 70: 101 –109.
9- Hemayati, S., Siadat, A., and Sadeghzade, F. 2002. Evaluation of intercropping of two corn hybrids in different densities Iranian Journal of Agricultural Science 25: 73-87. (In Persian with English Summary)
10- Khazaee, H.R. 1994. Study of effect of different ratio seed on yield, yield component, and forage quality in intercropping of barley and vetch forage species. MSc Thesis Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
11- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Mondani, F., Feizi, H., and Amirmoradi, S. 2009. Evaluation of radiation interception and use by maize and bean intercropping canopy. Journal of Agroecology 1: 13-23. (In Persian with English Summary)
12- Li, L., Yang, S., Zhang, X., and Christie, F. 1999. Interspecific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba bean. Plant and Soil 212: 105–114.
13- Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Tehran University Press, Iran 262 pp.
14- Minale, L., Tilahun, T., and Alemayehu, A. 2001. Determination of nitrogen and phosphorus pertilizer levels in different maize-faba bean intercropping patterns in Northwestern Ethiopia. Seventh Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference, pp. 513-518.
15- Movahhedi Dehnavi, M., Mazaheri, D., and Bnkesaz, A. 2001. Effect of bean on weed control maize. Journal of Biaban 6(2): 71-85. (In Persian with English Summery)
16- Nachigera, G.M., Ledent, J.F., and Draye, X. 2008. Shoot and root competition in potato/maize intercropping: effects on growth and yield. Environmental and Experimental Botany. In Press.
17- Najafi, H. 2004. Non Chemical Methods of Weeds Management. Kankash Publication Mashhad, Iran, 205 pp. (In Persian)
18- Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Beheshti, A. 2001. Agroecology. Ferdowsi University Publication, Mashhad, Iran: 453 pp. (In Persian)
19- Odhiambo, G.D., and Ariga, E.S. 2001. Effect and bean on striga incidence and grass in yield- Seventh Eastern and Africa Regional Maize Conference. pp. 183-186.
20- Pilbeam, C.J., Okalebo, R., Simmonds, L.P., and Gathua. K. W. 1994. Analysis of maize-common bean intercrops in semi-arid Kenya, Journal of Agriculture Science 123: 191-198.
21- Poggio, S. L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 48-58.
22- Rezaei-Chianeh, E., Dabbagh Mohammadi Nassab, A., Shakiba, M.R., Ghassemi-Golezani, K., and Aharizad, S. 2001. Study of some agronomical characteristics of maize in intercropping with faba bean. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 1: 1-14.
23- Rezaei-Chianeh, E., Dabbagh Mohammadi Nassab, A., Shakiba, M.R., Ghassemi-Golezani, K., and Aharizad, S. 2011. Intercropping of maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) at different plant population densities. African Journal of Agricultural Research 7: 1786-1793.
24- Shaygan, M., Mazaheri, D., Rahimian Mashhadi, H., and Peyghambari, S.A. 2008. Effect of planting date and intercropping maize (*Zea mays* L.) and foxtail millet (*Setaria italica* L.) on their grain yield and weeds control. Iranian Journal of Crop Sciences 10: 31-46. (In Persian with English Summary)
25- Tomar, J.S., Mackenzie, A.F., Mehuys, G.R., and Alli, I. 1988. Corn growth with foliar nitrogen, soil-applied nitrogen, and legume intercrops. Agronomy Journal 80: 802-807.
26- Vandermeer, J.H. 1989. The Ecology of Intercropping, Cambridge. University Press. 297 pp.
27- Zavie Movadat, L. 1994. Effect of intercropping of maize and bean on controlling weeds. MSc Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Archive of SID

www.SID.ir