

تاثیر کشت مخلوط افزایشی ذرت (*Zea Mays L.*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris L.*) بر عملکرد، اجزای عملکرد و کنترل علف‌های هرز در شرایط اقلیمی زنجان

لیلا منصوری^{۱*} - خلیل جمشیدی^۲ - مهدی راستگو^۳ - جلال صبا^۴ - حامد منصوری^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۴/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۵

چکیده

یکی از راهکارهای کنترل علف‌های هرز، افزایش تنوع و استفاده از کشت مخلوط می‌باشد. به منظور ارزیابی کشت مخلوط ذرت و لوبیا و میزان کنترل علف‌های هرز در شرایط آب و هوایی زنجان، آزمایشی در سال ۱۳۸۹ به صورت طرح اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار به اجرا درآمد. عامل اصلی شامل الگوهای مختلف کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا در ۶ سطح شامل افزودن ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ درصد تراکم بهینه لوبیا به تراکم بهینه ذرت به همراه کشت خالص هردو گونه و عامل فرعی شامل کنترل علف‌های هرز در دو سطح کنترل و عدم کنترل بود. نمونه‌گیری از تراکم و بیوماس علف‌های هرز در طول فصل رشد به منظور مقایسه میزان کنترل علف‌های هرز بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص صورت گرفت و در زمان برداشت نیز عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان ذرت و لوبیا اندازه‌گیری شد و در نهایت با استفاده از شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط، سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک کشتی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط افزایشی ۸۰ درصد لوبیا بدست آمد (۷۰ درصد کاهش نسبت به کشت خالص ذرت). در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، بیشترین (۷۸۱۳) کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۶۵۳۰) کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه ذرت به ترتیب در کشت مخلوط افزایشی ۶۰ درصد و کشت خالص ذرت حاصل شد. در تمام شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط، نسبت‌های مختلف افزایشی کشت مخلوط نسبت به تک کشتی هردو گیاه، برتری نشان داد. بیشترین سودمندی براساس شاخص‌های نسبت برابری زمین (LER)، کاهش یا افزایش عملکرد واقعی (AYL) و شاخص سودمندی کشت مخلوط (IA) در کشت-مخلوط افزایشی ۸۰ درصد لوبیا و براساس شاخص کل ارزش نسبی (RVT) در کشت مخلوط افزایشی ۶۰ درصد لوبیا و در شاخص ضریب ازدحام نسبی (RCC) برای تیمار افزایشی ۴۰ درصد لوبیا بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: شاخص ارزیابی کشت مخلوط، نسبت برابری زمین، سودمندی مخلوط، کل ارزش نسبی

مقدمه

های زراعی است (۱۲). الگوهای استفاده از منابع مکمل و اثرات متقابل مناسب بین اجزای مخلوط، جذب بیشتر نور، آب و مواد غذایی را به همراه دارد در نتیجه کشت مخلوط در استفاده از منابع مؤثرتر بوده و مانع رشد علف‌های هرز می‌شود (۱۲).

ذرت یکی از مهم‌ترین گیاهانی است که در سیستم‌های کشت مخلوط نواحی مختلف دنیا مورد علاقه بوم‌شناسان و متخصصین علوم زراعی قرار گرفته‌است. کشت مخلوط ذرت با بقولات یک جایگزین برای سیستم تک کشتی ذرت است و مزایای زیادی مانند کاهش انرژی ورودی، کاهش هزینه تولید، افزایش کارایی استفاده از منابع و افزایش تولید علوفه را به همراه دارد (۱۵). اکثر کشاورزان آفریقایی بطور سنتی ذرت را با بقولات به صورت مخلوط کشت می‌کنند تا عملکرد محصول را افزایش دهند و خطر ورشکستگی

یکی از راهکارهای حرکت به سمت کشاورزی پایدار، افزایش تنوع در بوم نظام‌های کشاورزی با بکارگیری مخلوطی از گیاهان، گونه‌ها و ارقام مختلف می‌باشد (۹). کارایی بالاتر استفاده از زمین، پایداری عملکرد، کنترل آفات و توقف رشد علف‌های هرز در سیستم‌های کشت مخلوط (در مقایسه با تک کشتی) همگی ناشی از الگوهای مکمل استفاده از منابع و اثرات متقابل تسهیلی بین گونه

۱ و ۲ - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

* - نویسنده مسئول: (Email: h.mansory@gmail.com)

۳ و ۵ - دانشیار و دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

کنترل علف‌های هرز در تیمارهای مختلف کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در شرایط آب و هوایی زنجان می باشد.

مواد و روش ها

این پژوهش در بهار سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار به اجرا درآمد. آزمایش دارای دو عامل بود؛ عامل اصلی شامل الگوهای مختلف کشت مخلوط افزایشی ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) و لوبیا (رقم درخشان - از انواع لوبیا قرمز با تیپ رشدی ایستاده) در ۶ سطح شامل: کشت خالص ذرت (A)، ۲۰ (B)، ۴۰ (C)، ۶۰ (D)، ۸۰ (E) درصد تراکم بهینه لوبیا در کشت خالص در مخلوط با تراکم بهینه ذرت و کشت خالص لوبیا (F)؛ عامل فرعی شامل کنترل علف‌های هرز در دو سطح کنترل و عدم کنترل بود. برای این منظور کرت‌هایی به طول ۶ متر و عرض ۳ متر ایجاد شد و هر کرت شامل ۴ ردیف (۲ ردیف کناری به عنوان حاشیه) به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌ها ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت در تاریخ ۴ خرداد ماه بصورت کپه ای (کشت ۲ تا ۳ بذر در هر سوراخ) و با دست انجام شد. ذرت با عمق کاشت ۸ سانتی‌متر، فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر برای بدست آوردن تراکم بهینه ۱۰ بوته در مترمربع و همچنین لوبیا با عمق کاشت ۴ سانتی‌متر و متناسب با تیمارهای مختلف الگوی کشت مخلوط افزایشی با ذرت در فواصل روی ردیف ۵، ۲۵/۵، ۳۳/۸، ۳۳/۱۲ و ۲۵ سانتی‌متر به ترتیب با تراکم های ۲۰، ۱۶، ۱۲، ۸ و ۴ بوته در متر مربع کشت شد.

عملیات داشت با توجه به نیازهای ارقام مورد مطالعه و توصیه‌های محققین انجام گرفت. آبیاری کرت‌ها به فاصله زمانی ۷ روز و به صورت نشتی انجام گرفت تا هیچگونه تنش خشکی به گیاهان اعمال نگردد. کوددهی با استفاده از کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم و بصورت نواری در دو مرحله انجام گرفت. مرحله نخست حدود ده روز پس از کاشت و مرحله دوم در زمان ساقه‌روی ذرت اعمال شد. ۳۰ روز پس از سبز شدن، جهت حصول تراکم مورد نظر، عملیات تنک برای گیاه ذرت و لوبیا انجام گرفت. مدیریت علف‌های هرز نیز متناسب با تیمارهای آزمایشی اعمال شد. کنترل علف‌های هرز در تیمار عاری از علف‌هرز با استفاده از وجین دستی مکرر در طی فصل انجام شد و از هیچ نوع علف‌کشی در آزمایش استفاده نشد. نمونه برداری در زمان‌های مختلف با حذف اثر حاشیه از سطحی معادل $0.5 \times 1/5$ مترمربع انجام شد و در هر بار نمونه برداری، تعداد گونه‌های علف‌های هرز، تراکم هرگونه و وزن خشک علف‌های هرز شمارش، اندازه‌گیری و ثبت شد.

در زمان برداشت نیز با حذف اثر حاشیه، اجزای عملکرد ذرت

عملکرد نهایی راکاهش دهند (۲۷). کشت مخلوط غلات و بقولات مزایای زیادی در طول دوره‌های رشد و بعضی خصوصیات زراعی دیگر دارند، از طرفی معایبی از جمله رقابت ریشه برای جذب آب، عناصر غذایی و رقابت برای نور بین این گیاهان گزارش شده است (۲۵ و ۲۶). بقولات نقش مهمی در غنی‌سازی نیتروژن خاک و جذب نیتروژن توسط ذرت دارند. ذرت مخلوط شده با بقولات، بسیار کارآمدتر از کشت خالص ذرت برای تولید عملکرد ماده خشک بالاتر و مواد علوفه‌ای با کیفیت‌تر است (۱۸). حیوانات به عنوان دومین منبع تأمین نیاز غذایی بشر در بین گیاهان زراعی از جایگاه خاصی برخوردار بوده و در بین آنها، لوبیا از نظر سطح زیرکشت در جهان مقام اول و در ایران پس از عدس و نخود مقام سوم را دارا می‌باشد (۱۹). این گیاهان به خاطر همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن نقش مؤثری در افزایش حاصلخیزی خاک دارند و به همین علت در تناوب با سایر گیاهان زراعی کشت شده و یا به عنوان کود سبز مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۴). اخیراً شواهد زراعی زیادی در مورد افزایش عملکرد در مورد سیستم‌های مخلوط ذرت و لوبیا گزارش شده است (۲۳).

یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد محصولات کشاورزی، رقابت حاصل از علف‌های هرز می‌باشد. جمعیت علف‌های هرز با جمعیت محصول رشد کرده و تولید را از طریق آلودگی و رقابت برای منابع محدود کاهش می‌دهد (۸). عملکرد گیاه زراعی غالباً به تراکم، اندازه و همجواری علف‌های هرز موجود پس از سبز شدن گیاه زراعی بستگی دارد. از طرف دیگر بنيه علف هرز نیز تحت تأثیر فراوانی، اندازه و همجواری گیاه زراعی قرار می‌گیرد. بنابراین هر نوع عملیات زراعی که تعادل رقابتی را به نفع گیاه زراعی تغییر دهد، به ضرر علف هرز و به نفع گیاه زراعی خواهد بود (۳). استفاده از کشت مخلوط محصولات مختلف با یکدیگر علاوه بر مزایای ذکر شده در بالا، یکی از تمهیدات مهم در کنترل علف‌های هرز در نظام‌های کشاورزی پایدار می‌باشد (۲۱ و ۲۴). بانیک و همکاران (۱۷) در بررسی اثر کشت مخلوط گندم و نخود بر کنترل علف‌های هرز گزارش کردند که کشت مخلوط گندم و نخود با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر یک نظام مطلوب کشت مخلوط برای رسیدن به عملکرد مناسب و حذف علف‌های هرز می‌باشد، در این کشت مخلوط تراکم و بیوماس علف‌های هرز نسبت به کشت خالص هر دو گیاه کاهش یافت. قنبری و همکاران (۶) اظهار داشتند که وزن خشک علف هرز تاج‌خروس در کشت مخلوط خیار و ذرت کم‌تر از کشت خالص این گیاهان بود. آنها همچنین بیان داشتند که پس از کشت خیار در بین ردیف‌های ذرت، این گیاه به خوبی توانست جایگزین تاج‌خروس شده و از بیوماس و تعداد این علف هرز بکاهد.

با توجه به آنچه اشاره شد هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی سودمندی کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا بصورت کمی و میزان

سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می باشد که اولین بار توسط مید و وایلی (۲۲) تعریف شد (۱۶). نسبت برابری زمین، نسبت میزان زمین لازم برای تک‌کشتی دو گونه را در مقایسه با کشت مخلوط آن‌ها توصیف می‌کند و به بیانی ساده‌تر، این معیار تعیین می‌کند که زارع در حالت تک‌کشتی چه میزان زمین لازم دارد تا محصولی معادل محصول تولید شده از کشت مخلوط تولید کند. برای محاسبه این شاخص از معادلات ۵ تا ۷ استفاده شد (۱):

$$LER_a = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} \quad (5)$$

$$LER_b = \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} \quad (6)$$

$$LER = LER_a + LER_b \quad (7)$$

در این معادلات LER_a ، نسبت برابری زمین جزئی برای گونه a و LER_b ، نسبت برابری زمین جزئی برای گونه b و LER نسبت برابری کل می باشد.

کاهش یا افزایش عملکرد واقعی که یکی از شاخص‌های ارزیابی مورد استفاده در این آزمایش می‌باشد از طریق معادلات ۸ تا ۱۰ محاسبه شد (۱):

$$AYL_a = [LER_a \times (\frac{100}{Z_{ab}}) - 1] \quad (8)$$

$$AYL_b = [LER_b \times (\frac{100}{Z_{ba}}) - 1] \quad (9)$$

$$AYL = AYL_a + AYL_b \quad (10)$$

در این معادلات AYL_a ، کاهش یا افزایش عملکرد واقعی جزئی برای گونه a ، AYL_b ، کاهش یا افزایش عملکرد واقعی جزئی برای گونه b ، AYL کاهش یا افزایش عملکرد واقعی.

شاخص کل ارزش نسبی نیز از معادله ۱۱ بدست آمد (۱):

$$RVT = \frac{(P_a \times Y_{ab}) + (P_b \times Y_{ba})}{P_a \times Y_{aa}} \quad (11)$$

که در این معادله P_a ، قیمت هر واحد محصول گونه a و P_b قیمت هر واحد محصول گونه b را نشان می‌دهند. در محاسبه این شاخص قیمت هر کیلوگرم ذرت معادل ۱۰۰۰ تومان و قیمت هر کیلوگرم لوبیا برابر ۱۵۰۰ تومان با توجه به قیمت بازار در نظر گرفته شد (P_a ۱۰۰۰ و P_b ۱۵۰۰). آخرین شاخص مورد استفاده در این آزمایش در خصوص ارزیابی سودمندی کشت مخلوط، شاخص سودمندی کشت مخلوط بود که از معادله ۱۲ بدست آمد (۱):

$$IA = (\frac{P_a}{P_a + P_b}) \times AYL_a + (\frac{P_b}{P_a + P_b}) \times AYL_b \quad (12)$$

این شاخص نیز همچون شاخص کل ارزش نسبی با توجه به قیمت هر واحد محصول محاسبه می‌شود و بر سودمندی اقتصادی تاکید دارد. آنالیز آماری داده‌ها شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت. مقایسه میانگین بین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. برای محاسبه شاخص‌های رقابتی و همچنین

شامل تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در بلال، طول بلال، قطر بلال و وزن صد دانه اندازه‌گیری شد و همچنین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه اندازه‌گیری و شاخص برداشت نیز محاسبه شد. در ارتباط با لوبیا نیز اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه به همراه طول غلاف، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی اندازه‌گیری و شاخص برداشت نیز محاسبه شد. در نهایت برای ارزیابی سودمندی کشت مخلوط با داشتن عملکرد مخلوط و خالص از شاخص‌های ارزیابی و شاخص‌های رقابتی به شرح زیر استفاده شد:

شاخص‌های رقابتی مورد استفاده در این آزمایش شامل شاخص ضریب نسبی تراکم (ضریب ازدحام نسبی) و شاخص غالبیت (ضریب چیرگی) (۱) بود. برای محاسبه ضریب نسبی تراکم (ضریب ازدحام نسبی) از معادلات ۱ تا ۳ استفاده شد (۱):

$$K_a = \frac{Y_{ab} \times Z_{ba}}{(Y_{aa} - Y_{ab}) \times Z_{ba}} \quad (1)$$

$$K_b = \frac{Y_{ba} \times Z_{ab}}{(Y_{bb} - Y_{ba}) \times Z_{ab}} \quad (2)$$

$$K = K_a \times K_b \quad (3)$$

در این معادلات، K_a ، ضریب نسبی تراکم گونه a ، K_b ، ضریب نسبی تراکم گونه b ، Y_{aa} ، عملکرد گونه a در کشت خالص (کیلوگرم در هکتار)، Y_{ab} ، عملکرد گونه a در کشت مخلوط (کیلوگرم در هکتار)، Y_{ba} ، عملکرد گونه b در کشت خالص (کیلوگرم در هکتار)، Y_{bb} ، عملکرد گونه b در کشت مخلوط (کیلوگرم در هکتار)، Z_{ab} ، نسبت مخلوط گونه a ، Z_{ba} ، نسبت مخلوط گونه b ، و K ضریب نسبی تراکم. برای تعیین شاخص غالبیت نیز از معادله ۴ استفاده شد (۱):

$$Aggressivity = (\frac{Y_{ab}}{Y_{aa} \times Z_{ab}}) - (\frac{Y_{ba}}{Y_{bb} \times Z_{ba}}) \quad (4)$$

با استفاده از این شاخص می‌توان میزان اضافه محصول هر گیاه را نسبت به دیگری حساب کرد. اگر این ضریب، عددی مثبت باشد گیاه a غالب و اگر منفی باشد گیاه b غالب است و در صورتی که این عدد صفر باشد به معنی عدم غالبیت در کشت مخلوط می‌باشد.

برای بدست‌آوردن میزان سودمندی کشت مخلوط نیز از شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط استفاده شد که شامل نسبت برابری زمین (LER) (۳)، کاهش یا افزایش عملکرد واقعی (AYL) (۴)، شاخص کل ارزش نسبی (RVT) (۵) و شاخص سودمندی کشت مخلوط (IA) می‌باشند (۱).

نسبت برابری زمین مهم‌ترین و کاربردی‌ترین ملاک ارزیابی

- 1- Relative Crowding Coefficient
- 2- Aggressivity
- 3- Land Equivalent Ratio
- 4- Actual Yield Loss or Gain
- 5- Relative Value Total
- 6- Intercropping Advantage

شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط نیز از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

تعداد دانه در بلال و تعداد ردیف در بلال در سطح ۵٪، اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط در شرایط کنترل علف هرز نشان دادند و بین تیمارها از لحاظ ارتفاع، طول بلال، قطر بلال و وزن صد دانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱). در صورتی که بین تمام اجزای عملکرد، بجز وزن صد دانه در تیمارهای مختلف کشت مخلوط در شرایط عدم کنترل علف هرز اختلاف معنی‌داری وجود داشت، طول غلاف نیز اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای کشت مخلوط در شرایط عدم کنترل علف هرز نشان داد. در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، در تمامی اجزای عملکرد، بیشترین افزایش مربوط به کشت مخلوط افزایشی ۶۰ درصد لوبیا بود. در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، عملکرد دانه در تمام تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص ذرت بیشتر بود (جدول ۱). در آزمایشی که روی کشت مخلوط لوبیا سبز و ذرت انجام گرفت گزارش شده است که عملکرد کشت‌های مخلوط در کلیه الگوها نسبت به کشت خالص این دو بالاتر بود (۱۱). در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز بیشترین عملکرد دانه ذرت در تیمارهای کشت مخلوط مربوط به کشت افزایشی ۶۰ درصد و ۸۰ درصد لوبیا می‌باشد، در صورتی که بیشترین عملکرد دانه ذرت در شرایط کنترل علف‌های هرز مربوط به

کشت افزایشی ۲۰ درصد لوبیا بود (جدول ۱). بیشترین درصد کاهش عملکرد ذرت در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز نسبت به شرایط کنترل علف‌های هرز، مربوط به کشت خالص ذرت و کشت مخلوط افزایشی ۲۰ درصد لوبیا (۲۶ درصد) بود و کمترین کاهش عملکرد در کشت مخلوط افزایشی ۶۰ درصد لوبیا مشاهده شد، بطوری که نسبت به شرایط کنترل تنها ۵/۹۵ درصد کاهش عملکرد ذرت را نشان داد (جدول ۲). بیشترین درصد کاهش بیوماس علف‌های هرز نسبت به کشت خالص ذرت (۷۰ درصد) در تیمار افزایشی ۸۰ درصد لوبیا مشاهده شد (جدول ۲) اما با توجه به اینکه درصد کاهش عملکرد ذرت ناشی از علف‌های هرز در تیمار افزایشی ۸۰ درصد لوبیا بیشتر از ۶۰ درصد لوبیا می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که در تیمار افزایشی ۸۰ درصد لوبیا، خود گیاه لوبیا نیز با ذرت رقابت کرده و درصدی از کاهش عملکرد مربوط به گیاه لوبیا می‌باشد.

افزایش عملکرد ذرت در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی با لوبیا نسبت به خالص در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، احتمالاً به دلیل کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط توسط گیاه زراعی لوبیا و به عبارتی جایگزینی لوبیا به جای علف هرز باشد که با توجه به جدول ۲ نیز مشخص می‌شود که بیوماس علف‌های هرز در کشت‌های مخلوط کمتر از خالص می‌باشد. مظاهری و همکاران (۱۰) نیز گزارش کردند که بیوماس علف‌های هرز در کشت مخلوط ذرت و لوبیا نسبت به خالص کمتر بود که دلیل آن را جایگزینی گیاه لوبیا به جای علف‌های هرز بیان کردند.

جدول ۱- اثرات متقابل الگوی کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا و علف‌های هرز بر صفات مورد مطالعه در ذرت

شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	تعداد ردیف در بلال	طول بلال (سانتیمتر)	تعداد دانه در بلال	ارتفاع (سانتیمتر)	تیمار
۴۴/۴۳ ^a	۸۸۶ ^{.ab}	۱۹۹۴۴ ^a	۱۷/۲۳ ^{ab}	۲۶/۰ ^{.a}	۶۹۰/۹ ^a	۱۹۷/۷ ^a	خالص
۴۲/۵۳ ^a	۹۱۰ ^{.۷a}	۲۰۹۳۹ ^a	۱۸/۰ ^{.۳a}	۲۷/۹۰ ^{.a}	۷۱۹/۷ ^a	۱۹۶/۳ ^a	۲۰
۴۲/۹۷ ^a	۸۸۵ ^{.ab}	۲۰۱۳۱ ^a	۱۷/۱۰ ^{.ab}	۲۶/۰ ^{.۳a}	۶۹۴/۵ ^a	۱۹۶/۰ ^{.a}	۴۰
۴۳/۲۷ ^a	۸۳۰ ^{.۷b}	۱۹۸۲۶ ^a	۱۶/۲۰ ^{.b}	۲۳/۹۷ ^a	۶۶۱/۰ ^b	۱۹۴/۳ ^a	۶۰
۴۲/۲۰ ^{.a}	۸۲۲ ^{.۸b}	۱۹۴۹۷ ^a	۱۶/۰ ^{.۰b}	۲۳/۲۰ ^{.a}	۶۵۵/۵ ^b	۱۹۳/۳ ^a	۸۰
۴۲/۰ ^{.ab}	۶۵۳ ^{.۰b}	۱۵۱۸۲ ^c	۱۳/۰ ^{.۳b}	۱۸/۱۰ ^{.c}	۵۹۵/۴ ^b	۱۹۰/۰ ^{.b}	خالص
۴۲/۶۰ ^{.ab}	۶۷۱ ^{.۴ab}	۱۵۷۸۰ ^{bc}	۱۳/۵۳ ^{ab}	۲۰/۰ ^{.bc}	۶۰۹/۸ ^b	۱۹۴/۳ ^{ab}	۲۰
۴۰/۲۳ ^b	۷۲۴ ^{.۵ab}	۱۸۰۰ ^{.۹a}	۱۵/۲۰ ^{.ab}	۲۴/۵۳ ^{ab}	۶۵۹/۷ ^a	۱۹۵/۷ ^{ab}	۴۰
۴۱/۷۶ ^{ab}	۷۸۱ ^{.۳a}	۱۸۷۴۰ ^{.a}	۱۶/۰ ^{.۳a}	۲۶/۵۷ ^a	۶۸۱/۶ ^a	۱۹۷/۴ ^a	۶۰
۴۳/۷۰ ^{.a}	۷۳۵ ^{.۹ab}	۱۶۶۹۳ ^b	۱۵/۰ ^{.۳ab}	۲۴/۹۰ ^{.a}	۶۶۳/۳ ^a	۱۹۷/۰ ^{.a}	۸۰

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند نسبت‌های مختلف کشت مخلوط در شرایط کنترل و عدم کنترل به صورت جداگانه با هم مقایسه شده اند مقایسه میانگین‌ها به صورت برش دهی انجام شد

جدول ۲- کاهش عملکرد ذرت و لوبیا در نسبت های مختلف کشت مخلوط افزایشی در شرایط عدم کنترل نسبت به شرایط کنترل کامل علف های هرز و کاهش بیوماس علف های هرز در نسبت های مختلف کشت مخلوط نسبت به کشت خالص ذرت

الگوی مخلوط	کاهش عملکرد ذرت (درصد)	کاهش عملکرد لوبیا (درصد)	کاهش بیوماس علف های هرز نسبت به خالص ذرت (درصد)
خالص	۲۶/۲۹ ^a	۳۵/۱۶ ^a	-
۲۰٪ لوبیا	۲۶/۲۹ ^a	۳۶/۶۵ ^a	۱۵/۰۹ ^c
۴۰٪ لوبیا	۱۸/۱۳ ^b	۳۵/۱۷ ^a	۳۹/۱۶ ^b
۶۰٪ لوبیا	۵/۹۵ ^d	۳۲/۵۷ ^a	۶۷/۶۳ ^a
۸۰٪ لوبیا	۱۰/۵۶ ^c	۳۳/۲۹ ^a	۶۹/۹۹ ^a

عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا

بین تیمارهای مختلف کشت افزایشی در شرایط کنترل علف های هرز، اختلاف معنی داری در هیچ یک از اجزای عملکرد مشاهده نشد، اما از لحاظ عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف افزایشی کشت مخلوط وجود داشت که دلیل این اختلاف بین تیمارها را می توان به اختلاف تراکم لوبیا در این تیمارها نسبت داد (جدول ۳). در شرایط عدم کنترل علف های هرز بین تیمارهای کشت مخلوط از لحاظ تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و ارتفاع اختلاف معنی داری وجود داشت و بین تیمارها در تعداد شاخه جانبی، تعداد دانه در غلاف و وزن صدانه اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۳). کمترین درصد کاهش عملکرد لوبیا در شرایط عدم کنترل علف های هرز نسبت به شرایط کنترل علف های

هرز مربوط به کشت افزایشی ۶۰ درصد لوبیا بود، بطوری که ۳۲/۶ درصد کاهش عملکرد نسبت به شرایط کنترل در این تیمار مشاهده گردید، هر چند اختلاف معنی داری بین میزان کاهش عملکرد در این تیمار با سایر تیمارها مشاهده نشد (جدول ۲).

علف های هرز

مهمترین علف های هرز مشاهده شده در مزرعه شامل تاج خروس (*Convolvulus arvensis* L.)، تاج خروس رونده (*Amaranthus blitoides* S. Watson)، سلمه تره (*Chenopodium album* L.) و سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv) بودند.

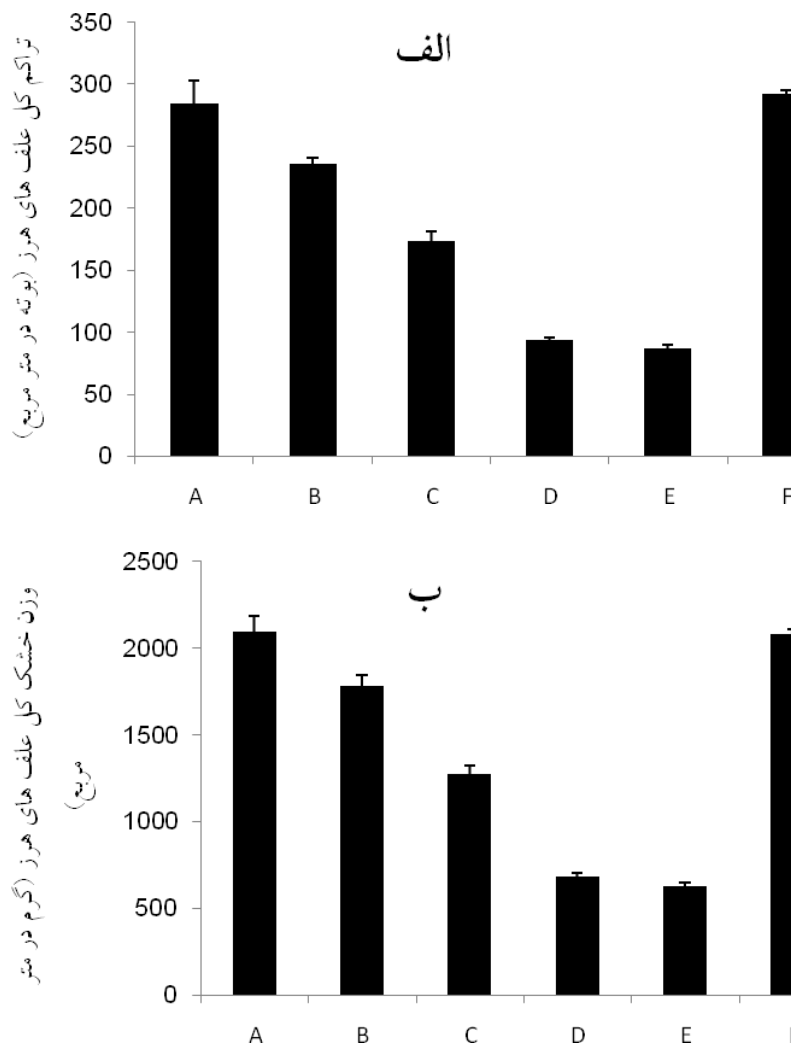
جدول ۳- اثرات متقابل الگوی کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا و علف های هرز بر صفات مورد مطالعه در لوبیا

تیمار	تعداد شاخه جانبی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	ارتفاع (سانتیمتر)	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
۲۰	۴/۷۰ ^a	۳۷/۳۷ ^a	۴/۰۰ ^a	۱۰۵/۶ ^a	۴۶/۲۹ ^a	۳۲/۳۴ ^a	۱۵۲۶ ^d	۷۶۴ ^d	۵۰/۰۶ ^a
۴۰	۵/۰۰ ^a	۲۶/۵۳ ^a	۴/۰۰ ^a	۱۱۰/۰ ^a	۳۸/۲۹ ^a	۲۹/۶۸ ^a	۳۱۹۷ ^c	۱۵۶۱ ^c	۴۸/۹۰ ^a
بدون علف	۴/۶۸ ^a	۳۱/۷۳ ^a	۳/۵۳ ^a	۱۱۴/۶ ^a	۳۶/۹۲ ^a	۳۱/۱۷ ^a	۴۸۲۲ ^b	۲۴۱۶ ^b	۵۰/۱۳ ^a
۸۰	۴/۷۰ ^a	۲۹/۰۷ ^a	۳/۷۰ ^a	۱۰۷/۵ ^a	۴۱/۲۳ ^a	۳۲/۶۳ ^a	۵۶۷۶ ^b	۲۸۲۹ ^b	۴۹/۸۳ ^a
هرز خالص	۴/۹۰ ^a	۲۹/۱۳ ^a	۳/۸۱ ^a	۱۰۹/۶ ^a	۳۶/۵۸ ^a	۳۱/۸۳ ^a	۷۰۸۳ ^a	۳۵۴۷ ^a	۵۰/۱۰ ^a
۲۰	۵/۰۰ ^a	۱۶/۴۰ ^c	۳/۸۰ ^a	۶۱/۲۲ ^c	۴۳/۵۳ ^a	۳۰/۰۱ ^a	۹۹۱ ^c	۴۸۴ ^c	۴۸/۹۳ ^a
۴۰	۴/۶۶ ^a	۱۹/۷۶ ^{bc}	۳/۵۰ ^a	۶۹/۱۵ ^{bc}	۳۹/۹۸ ^{ab}	۳۲/۵۳ ^a	۲۰۶۷ ^d	۱۰۱۲ ^d	۴۸/۹۶ ^a
۶۰	۴/۸۳ ^a	۲۷/۳۳ ^a	۴/۰۰ ^a	۱۰۷/۵ ^a	۳۳/۲۱ ^b	۳۲/۲۹ ^a	۳۲۵۴ ^c	۱۶۲۹ ^c	۵۰/۱۰ ^a
با علف هرز	۴/۷۰ ^a	۲۳/۷۳ ^{ab}	۳/۷۳ ^a	۹۴/۸۳ ^{ab}	۳۹/۷۱ ^{ab}	۳۱/۶۴ ^a	۳۸۲۷ ^b	۱۸۸۷ ^b	۴۹/۳۷ ^a
خالص	۴/۹۰ ^a	۱۷/۸۷ ^{bc}	۳/۹۷ ^a	۷۱/۵۷ ^{bc}	۳۷/۹۳ ^{ab}	۳۰/۱۵ ^a	۴۶۷۵ ^a	۲۳۰۰ ^a	۴۹/۲۰ ^a

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی داری نمی باشند. نسبت های مختلف کشت مخلوط در شرایط کنترل و عدم کنترل به صورت جداگانه با هم مقایسه شده اند. مقایسه میانگین ها به صورت برش دهی انجام شد.

وزن خشک کل علف‌های هرز در انتهای فصل رشد در الگوهای مختلف کشت مخلوط افزایشی نیز روندی مشابه تراکم کل علف‌های هرز داشت، بطوری که کمترین وزن خشک علف‌های هرز به ترتیب در کشت‌های افزایشی ۸۰ درصد لوبیا (۶۳۰ گرم در متر مربع) و ۶۰ درصد لوبیا (۶۷۹ گرم در متر مربع) حاصل شد (شکل ۱-ب) که نسبت به کشت خالص ذرت به ترتیب کاهش ۷۰ و ۶۷/۶ درصدی در وزن خشک کل علف‌های هرز را باعث شدند. بیشترین وزن خشک کل علف‌های هرز نیز در کشت‌های خالص ذرت (۲۰۹۸ گرم در متر مربع) و لوبیا (۲۰۸۰ گرم در متر مربع) مشاهده شد (شکل ۱-ب).

با توجه به شکل ۱-الف، تراکم کل علف‌های هرز در انتهای فصل رشد به ترتیب در تیمارهای ۸۰ درصد افزایشی لوبیا (۸۶ بوته در متر مربع) و ۶۰ درصد افزایشی لوبیا (۹۳ بوته در متر مربع) کمترین تراکم را نسبت به بقیه تیمارها نشان دادند (شکل ۱-الف) بطوری که نسبت به کشت خالص ذرت به ترتیب باعث کاهش ۷۰ و ۶۷/۴ درصد در کل تراکم علف‌های هرز شد. بیشترین تراکم علف‌های هرز نیز مربوط به کشت‌های خالص لوبیا (۲۹۲ بوته در متر مربع) و ذرت (۲۸۵ بوته در متر مربع) بود. علف‌هرز سوروف، بیشترین سهم را از کل تراکم علف‌های هرز در تمام تیمارهای کشت مخلوط داشت.



شکل ۱- اثر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا بر تراکم (الف) و وزن خشک کل علف‌های هرز (ب) در انتهای فصل رشد. حروف A, B, C, D, E, F به ترتیب کشت خالص ذرت، ۲۰ درصد لوبیا+۱۰۰٪ذرت، ۴۰ درصد لوبیا+۱۰۰٪ذرت، ۶۰ درصد لوبیا+۱۰۰٪ذرت، ۸۰ درصد لوبیا+۱۰۰٪ذرت و کشت خالص لوبیا

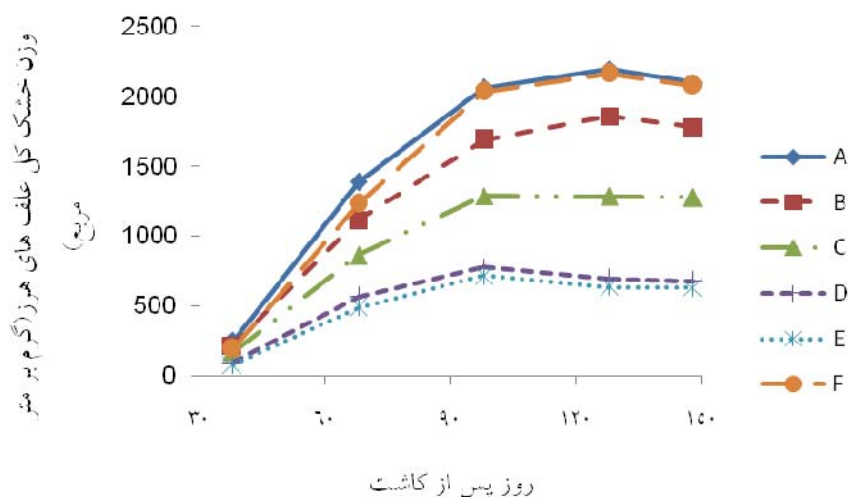
LER در تمام نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا بزرگتر از ۱ بود که بیانگر سودمندی کشت مخلوط نسبت به خالص در تمام تیمارها می‌باشد (جدول ۴). در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز، کشت افزایشی ۸۰ درصد لوبیا بیشترین مقدار LER را نسبت به سایر کشت‌های مخلوط باعث شد. میزان LER در تمام تیمارهای مختلف کشت مخلوط در شرایط عدم کنترل نسبت به شرایط کنترل علف‌های هرز، به جزء کشت افزایشی ۲۰ درصد لوبیا، بیشتر بود و بیشترین افزایش LER در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز نسبت به شرایط کنترل، در کشت افزایشی ۶۰ درصد لوبیا مشاهده شد، بطوری که LER به میزان ۰/۲۸ افزایش یافت، در صورتی که افزایش LER در کشت‌های افزایشی ۸۰ درصد و ۴۰ درصد لوبیا به ترتیب برابر ۰/۲۳ و ۰/۱۲ بود و در کشت افزایشی ۲۰ درصد لوبیا، میزان LER در شرایط کنترل و عدم کنترل برابر (۱/۲۴) بود. رضوان بیدختی (۲) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا گزارش کرد که مقادیر نسبت برابری زمین تا ۱/۹ در کشت مخلوط ردیفی دو گونه افزایش پیدا کرد. در شرایط کنترل علف‌های هرز، در کشت‌های مخلوط افزایشی ۲۰ درصد، ۴۰ درصد و ۶۰ درصد لوبیا، غالبیت با گیاه لوبیا و در کشت افزایشی ۸۰ درصد لوبیا، غالبیت با گیاه ذرت بود، اما روند غالبیت در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز متفاوت بود، بطوری که در تمام کشت‌های مخلوط، بجز در کشت افزایشی ۲۰ درصد لوبیا، گیاه ذرت غالب بود (جدول ۴).

براساس گزارش سنجانی و همکاران (۴) کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) به صورت افزایشی با سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) به طور معنی‌داری باعث کاهش بیوماس و تراکم علف‌های هرز نسبت به کشت خالص سورگوم شد. در گزارشی دیگری نیز بیان شده‌است که با اضافه شدن لوبیا به میزان ۵۰ درصد به کشت ۱۰۰ درصد ذرت، بیوماس علف‌های هرز در مقایسه با کشت خالص ذرت به میزان قابل توجهی کاهش یافت و دلیل آن جایگزین شدن لوبیا به جای علف‌های هرز عنوان شد (۱۰).

در شکل ۲ نیز روند تغییرات کل بیوماس علف‌های هرز در طول فصل رشد تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا نشان داده شده‌است. همان طور که در شکل ۲ نیز مشاهده می‌شود، کشت مخلوط افزایشی ۸۰ درصد و ۶۰ درصد لوبیا از ابتدای فصل رشد، بیشترین کاهش بیوماس علف‌های هرز و در نتیجه بیشترین کنترل علف‌های هرز را از ابتدا تا انتهای فصل رشد، نسبت به کشت‌های خالص و همچنین نسبت به سایر کشت‌های مخلوط را شامل شدند.

ارزیابی کشت مخلوط

اگر مقدار شاخص LER مساوی یک باشد نشانگر حد بحرانی آن بوده و در این حالت اختلافی بین کشت مخلوط و تک‌کشتی از نظر عملکرد وجود ندارد. مقادیر بزرگتر از یک بیانگر مزیت مخلوط، و مقادیر کمتر از یک بیانگر مزیت تک‌کشتی خواهد بود (۱۶). میزان



شکل ۲- روند تغییرات وزن خشک کل علف‌های هرز تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا در طول فصل رشد. حروف A, B, C, D, E, F به ترتیب کشت خالص ذرت، ۲۰ درصد لوبیا+۱۰۰٪ذرت، ۴۰ درصد لوبیا+۱۰۰٪ذرت، ۶۰ درصد لوبیا+۱۰۰٪ذرت، ۸۰ درصد لوبیا+۱۰۰٪ذرت و کشت خالص لوبیا

جدول ۴- نسبت برابری زمین (LER) به صورت کل و جزئی و ضریب چیرگی برای هر کدام از محصولات ذرت و لوبیا در نسبت های مختلف کشت مخلوط افزایشی و در شرایط کنترل و عدم کنترل علف های هرز

شاخص	کنترل علف هرز				عدم کنترل علف هرز			
	%۲۰	%۴۰	%۶۰	%۸۰	%۲۰	%۴۰	%۶۰	%۸۰
LER جزئی ذرت	۱/۰۳	۰/۹۹	۰/۹۴	۰/۹۳	۱/۱۱	۱/۱۹	۱/۱۳	۱/۱۳
LER جزئی لوبیا	۰/۲۱	۰/۴۴	۰/۶۸	۰/۷۹	۰/۴۴	۰/۷۱	۰/۸۲	۰/۸۲
LER کل	۱/۲۴	۱/۴۳	۱/۶۲	۱/۷۲	۱/۵۵	۱/۹۰	۱/۹۵	۱/۹۵
ضریب چیرگی ذرت- لوبیا	-۰/۰۰۰۵۹	-۰/۰۰۱۴۲	-۰/۰۰۳۱۶	-۰/۰۰۱۲۳	-۰/۰۰۰۲۹	-۰/۰۰۰۱۳	-۰/۰۰۰۲۶	-۰/۰۰۱۸۲
ضریب چیرگی لوبیا- ذرت	۰/۰۰۰۵۹	۰/۰۰۱۴۲	۰/۰۰۳۱۶	۰/۰۰۱۲۳	۰/۰۰۰۲۹	۰/۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۲۶	۰/۰۰۱۸۲

اعداد مثبت بیانگر غالبیت گیاه اول و اعداد منفی نشان‌دهنده غالبیت گیاه دوم در شاخص ضریب چیرگی می باشند.

شرایط عدم کنترل (۱/۸۷) بدست‌آمد، همچنین در شرایط کنترل علف‌های هرز نیز این تیمار (۱/۴۶) بیشترین سودمندی را بر اساس این شاخص نشان داد (جدول ۶). در ارزیابی کشت مخلوط گندم با نخود با توجه به مقادیر منفی بدست‌آمده برای شاخص AYL، کاهش عملکرد در مخلوط نسبت به تک کشتی و برتری تک کشتی نسبت به مخلوط گزارش شد (۱۷).

اگر شاخص کل ارزش نسبی برابر ۱ باشد، هیچگونه افزایش یا کاهشی در عملکرد مخلوط نسبت به خالص حاصل نشده‌است و در صورتی که کوچکتر از ۱ باشد، نشان‌دهنده کاهش عملکرد در کشت مخلوط و بزرگتر از ۱، بیانگر افزایش عملکرد در مخلوط نسبت به خالص می‌باشد. شاخص RVT در تمام تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از ۱ به دست آمد که بیانگر بالا بودن سودمندی اقتصادی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد (جدول ۵). عباسیان و همکاران (۵) نیز گزارش کردند که RVT در کلیه تیمارهای مخلوط ذرت و سویا بیشتر از ۱ بود و بیان کردند که عملکرد تیمارها در مخلوط نسبت به تک کشتی برتری دارد.

با توجه به ضریب ازدحام نسبی بدست‌آمده، می توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در هر دو شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز سودمندی دارد. اعداد بزرگتر از ۱ بیانگر سودمندی کشت مخلوط و اعداد منفی نشان‌دهنده بیشتر بودن عملکرد در مخلوط نسبت به خالص و اعداد منفی کوچکتر، سودمندی بیشتر کشت مخلوط را نشان می‌دهند. بیشترین سودمندی کشت مخلوط بر اساس شاخص ضریب ازدحام نسبی، کشت افزایشی ۴۰ درصد لوبیا در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز (۷/۹۶۱-) به دست آمد (جدول ۵). سودمندی کشت مخلوط غلات با بادام زمینی نسبت به تک کشتی توسط گوش (۲۰) با توجه به مقادیر بزرگتر از ۱ بدست‌آمده برای شاخص ضریب ازدحام نسبی، گزارش شد.

اگر شاخص AYL عددی مثبت باشد، برتری کشت مخلوط و اگر منفی باشد، برتری کشت خالص را نشان می‌دهد، بنابراین با توجه به مقادیر بدست‌آمده برای AYL، می توان بیان کرد که کشت مخلوط هم در شرایط کنترل و هم در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز نسبت به خالص برتری دارد. بیشترین سودمندی کشت مخلوط با توجه به شاخص AYL مربوط به کشت افزایشی ۸۰ درصد لوبیا برای

جدول ۵- شاخص های رقابتی در نسبت های مختلف کشت مخلوط در تیمار عدم کنترل و کنترل علف های هرز

IA	RVT	K کل	K لوبیا	K ذرت	AYL کل	AYL لوبیا	AYL ذرت	%
۰/۲۶۸	۱/۱۵۷	-۱۰/۱۲۲	۱/۳۷۲	-۷/۳۷۴	۰/۵۲۵	۰/۲۹۲	۰/۲۳۳	%۲۰
۰/۴۸۳	۱/۲۶۳	۶۹۵/۶۱۱	۱/۹۶۵	۳۵۴	۰/۹۳۸	۰/۵۴۰	۰/۳۹۸	%۴۰
۰/۶۸۹	۱/۳۴۶	۳۲/۰۸۸	۳/۵۶۰	۹/۰۱۳	۱/۳۱۶	۰/۸۱۶	۰/۵۰۰	%۶۰
۰/۷۴۵	۱/۴۰۷	۵۱/۲۹۶	۴/۹۲۵	۱۰/۴۱۵	۱/۴۶۶	۰/۷۹۴	۰/۶۷۱	%۸۰
۰/۲۵۱	۱/۱۳۹	-۹/۸۲۹	۱/۳۳۲	-۷/۳۷۶	۰/۴۹۶	۰/۲۶۲	۰/۲۳۳	%۲۰
۰/۵۴۵	۱/۳۴۲	-۷/۹۶۱	۱/۹۶۴	-۴/۰۵۳	۱/۰۹۳	۰/۵۴۰	۰/۵۵۳	%۴۰
۰/۸۹۹	۱/۵۷۱	-۱۴/۷۸۴	۴/۰۴۶	-۳/۶۵۳	۱/۸۰۳	۰/۸۸۸	۰/۹۱۴	%۶۰
۰/۹۱۹	۱/۵۶۰	-۴۰/۵۵۸	۵/۷۱۱	-۷/۱۰۱	۱/۸۷۴	۰/۸۴۶	۱/۰۲۸	%۸۰

متفاوتی بدست می‌آید. با توجه به نتایج به دست آمده از میزان کنترل علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی لوبیا با ذرت و همچنین با توجه به مقادیر به دست آمده از شاخص‌های مختلف ارزیابی کشت مخلوط، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کشت مخلوط در تمام نسبت‌های کشت شده، باعث کاهش بیوماس و تراکم علف‌های هرز نسبت به کشت خالص شده و در این میان، کشت مخلوط افزایشی ۶۰ درصد و ۸۰ درصد لوبیا، بیشترین میزان کنترل، عملکرد و سودمندی اقتصادی را نسبت به سایر کشت‌های مخلوط داشتند.

در شرایط کنترل علف‌های هرز با توجه به شاخص‌های RVT و IA که تاکید بر سودمندی اقتصادی کشت مخلوط دارند، کشت مخلوط افزایشی ۸۰ درصد لوبیا به ترتیب با ۱/۴۰۷ و ۰/۷۴۵ واحد برای دو شاخص RVT و IA، بیشترین سودمندی را نسبت به سایر کشت‌های مخلوط شامل شد، در صورتی که در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز، بر اساس شاخص RVT، کشت مخلوط افزایشی ۶۰ درصد لوبیا (۱/۵۷۱) نسبت به دیگر کشت‌های مخلوط، بیشترین سودمندی را نشان داد (جدول ۵). با توجه به اینکه بیشترین سودمندی کشت مخلوط در شاخص‌های مختلف ارزیابی کشت مخلوط در تیمارهای مختلف بود، می‌توان بیان کرد که بیشترین سودمندی کشت مخلوط، بسته به نوع شاخص ارزیابی، در تیمارهای

منابع

- ۱- جوانشیر، ع.، ع. دباغ محمدی‌نسب، آ. حمیدی، و م. قلی‌پور. ۱۳۷۹. اکولوژی کشت مخلوط. (ترجمه). چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۲۲ صفحه.
- ۲- رضوان بیدختی، ش. ۱۳۸۳. مقایسه ترکیب‌های مختلف کشت در مخلوط ذرت و لوبیا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۳- زند، ا. ح. رحیمیان مشهدی، ع. کوچکی، ج. خلقانی، ک. موسوی، و ک. رضانی. ۱۳۸۳. اکولوژی علف‌های هرز (کاربردهای مدیریتی). چاپ اول. (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۵۴ صفحه.
- ۴- سنجانی، س.، م. ب. حسینی، م. ر. چائی‌چی، و ش. ر. بیدختی. ۱۳۸۸. اثر کشت مخلوط افزایشی سورگوم- لوبیا چشم بلبلی بر جمعیت و زیست‌توده علف‌های هرز در شرایط کم آبیاری. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۱(۷): ۸۵-۹۴.
- ۵- عباسیان، ا.، ع. م. منسوجی، ا. امینی، و ر. حمیدی. ۱۳۸۸. اثر نسبت‌های مختلف ردیف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (Zea mays L.) و سویا (Glycine max L.) در کشت مخلوط. پژوهشنامه تولیدات گیاهان زراعی. ۱(۱): ۱۴-۳۱.
- ۶- قنبری، ا.، ح. غدیری، و م. جوکار. ۱۳۸۵. بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و خیار بر کنترل علف‌های هرز. مجله پژوهش و سازندگی. زراعت و باغبانی. ۷۳(۲): ۵۱-۴۴.
- ۷- کوچکی، ع. و ج. خلقانی. ۱۳۷۷. کشاورزی پایدار در مناطق معتدل. (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۵۸۰ ص.
- ۸- مظاهری، د. ۱۳۷۳. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ صفحه.
- ۹- مظاهری، د. ۱۳۷۵. تولید حمایتی در کشت مخلوط. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. اصفهان. دانشگاه صنعتی اصفهان. ص ۲۴.
- ۱۰- مظاهری، د.، م. دهنوی، م. بانکه‌ساز، ا. حسین‌زاده، و ع. قنادها. ۱۳۷۹. بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر کنترل علف‌های هرز. پژوهش و سازندگی. ۴۷(۲): ۴۷-۵۱.
- ۱۱- نجفی، ا. و خ. ح. غفاری. ۱۳۸۴. بررسی کشت مخلوط ذرت سیگل کراس ۷۰۴ و لوبیای تجارتنی رقم دانشکده. مقالات اولین همایش ملی حبوبات. پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۹-۳۰ آبان. ص ۱۴۴-۱۴۶.
- ۱۲- نجفی، ح. ۱۳۸۶. روش‌های غیر شیمیایی مدیریت علف‌های هرز. انتشارات کنکاش دانش مشهد. ۲۰۵ ص.
- ۱۳- نصیری محلاتی، م.، ع. کوچکی، پ. رضوانی، و ع. بهشتی. ۱۳۸۰. اگر و کولوزی. (ترجمه). چاپ سوم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۵۹ ص.
- ۱۴- نظامی، ا. و ع. باقری. ۱۳۸۴. اثر پذیری خصوصیات ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما از کشت‌های پاییزه و بهاره: ۱- خصوصیات فنولوژیکی و مورفولوژیکی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۳(۱): ۱۴۳-۱۵۵.
- 15- Awal, M. A., H. Koshi, and T. Ikeda. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Agricultural and Forest Meteorology, 139: 74-83.

- 16- Balasubramanian, V. and L. Sekayange. 1990. Area harvests equivalency ratio for measuring efficiency in multi season intercropping. *Agronomy Journal*, 82:519-522.
- 17- Banik, P., A. Mydia, B. K. Sarkar, and S. S. Ghose. 2006. Wheat and Chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantage and weed smothering. *European Journal Agronomy*, 24:325-333.
- 18- Carruthers, K., B. Q. Prithiviraj, D. Cloutier, R. C. Martin, and D. L. Smith. 2000. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: yield component responses. *European Journal Agronomy*, 12: 103-115.
- 19- FAOSTAT. 2007. [Http://faostat.fao.org](http://faostat.fao.org) (visited at: 2011).
- 20- Ghosh, P. K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crops Research*. 88:227-237.
- 21- Gomez, P. and J. Gurvitch. 2005. Weed community responses in a corn- soybean intercrop. *Opulus Press*.1:281-288.
- 22- Mead, R. and R. W. Wiley. 1980. The concept of a "Land Equivalent Ratio" and advantage in yields from intercropping. *Experimental. Agriculture*. 16: 217-228.
- 23- Mengesha, D. 2002. Effect of plant density of haricot bean and nitrogen fertilization on productivity of maize and haricot bean additive intercrop system. M.Sc Thesis. Alemaya University, Alemaya, pp. 105.
- 24- Midya, A., K. Bhattacharjee, S.S. Ghose, and P. Banik. 2005. Deferred seeding of blackgram (*Phaseolus mungo* L.) in rice (*Oryza sativa* L.) field on yield advantages and smothering of weeds. *Journal Agronomy Crop Science*. 191, 195-201.
- 25- Mushagalusa, G. N., J. F. Ledent, and X. Draye. 2008. Shoot and root competition in potato/maize intercropping: Effects on growth and yield. *Environmental and Experimental Botany*. 64:180-188.
- 26- Nielson, H. H., B. Jornsgaard, and J. E. Steen. 2003. Legume-cereal intercropping system as a weed management tool. In: *Proceedings of the 4th Eur. Weed Research. Society. Workshop: Crop weed competition interaction*. Universita Tusca, Viterbro, Italy, 10-12th April.
- 27- Tsubo, M., E. Mukhala, H. O. Ogindo, and S. Walzer. 2003. Productivity of maize-bean intercropping in semi-arid region of South Africa. *Water SA*. 29:381-388.