نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره ۱، فروردین - اردیبهشت ۱۳۸۹، ص ۱۷۶-۱۶۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 1, Mar. – Apr. 2010, p. 167-176

بررسی اثر تراکم و نسبت‌های مختلف کشت بر عملکرد دانه و بیوماس در کشت مخلوط سورگوم دانه‌ای و لوبیا چیتی

سید علیرضا بهشتی[1*] - بیژن سلطانیان[2]- رضا صدر آبادی حقیقی[3]

تاریخ دریافت: ۸۸/۶/۱۵
تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۲۹

چکیده

تراکم و نسبت کاشت دو عامل اساسی در ارزیابی کشت مخلوط لگوم‌ها و گرامینه‌ها در نظام‌های زراعی پایدار است. بدین منظور اثر تراکم و نسبت‌های مختلف کشت مخلوط ردیفی سورگوم دانه‌ای لاین امید بخش M 5 و لوبیا چیتی رقم تلاش بر عملکرد دانه و بیوماس این دو محصول، در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی به صورت آزمایش فاکتوریل مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل ۳ تراکم (کم ۱۹/۲ بوته لوبیا و۶/۳ بوته سورگوم در متر مربع، متوسط ۳۸/۴ بوته لوبیا و ۱۲/۸ بوته سورگوم در متر مربع و زیاد ۵۹/۱۷ بوته لوبیا و ۲۵/۶ بوته سورگوم در متر مربع) و ۵ نسبت کاشت (۳۳:۶۷، ۵۰:۵۰، ۶۷:۳۳، ۱۰۰:۰، ۰:۱۰۰ سورگوم به لوبیا) در ۳ تکرار به روش مدل واکنش اجرا شد. تحلیل داده‌ها از طریق تجزیه واریانس دومتغیره و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از محورهای اُریب انجام شد. نتایج تجزیه واریانس دو متغیره نشان داد، اثر تراکم بر عملکرد بیوماس و تعداد دانه در بوته معنی دار ($p<۰/۰۱$) بود. نسبت‌های کاشت نیز اثر معنی داری بر عملکرد دانه ($p<۰/۰۱$) و بیوماس ($p<۰/۰۵$) داشت ولی اثر آن بر وزن هزار دانه و تعداد دانه در بوته هر دو محصول معنی دار نبود. زاویه باز بین دو محور حاکی از همبستگی مثبت این دو محصول برای عملکرد دانه تحت تاثیر دو منبع تغییر، تراکم ونسبت کاشت بود. تراکم زیاد، بیشترین عملکرد دانه و بیوماس را برای هر دو محصول سورگوم و لوبیا به ترتیب ۵۰۶۳/۱۲ و ۲۱۰۶/۲۶ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه و ۳۲۹۶۶/۱۱ و ۱۶۵۶۴/۲۲ کیلوگرم در هکتار بیوماس نشان داد. نسبت کاشت (۳۳:۶۷، یک ردیف سورگوم و ۲ ردیف لوبیا)، بالاترین عملکرد دانه و بیوماس سورگوم را به ترتیب به میزان ۵۴۳۵ و ۳۴۵۴۵ کیلو گرم در هکتار و نسبت کاشت۵۰:۵۰ بالاترین عملکرد دانه و بیوماس لوبیا را به ترتیب به میزان ۷۵/ ۲۸۳۱ و ۱۷۲۸۲ کیلو گرم در هکتار ارائه داد. نسبت برابری زمین درکلیه تیمارهای مورد بررسی بیشتر از یک بود و حداکثر مقدار آن درتراکم بالاو نسبت کاشت ۶۷:۳۳ (۲ ردیف سورگوم و۱ ردیف لوبیا) به مقدار ۱/۴ بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط ردیفی، مدل واکنش، روش تجزیه واریانس دومتغیره، محورهای اُریب

مقدمه

استفاده ازکشت مخلوط به دوره‌های آغازین کشاورزی باز می‌گردد (۱۹ و ۱۲). گسترش روش‌های زراعی فشرده و تخریب حاصل از آن دربوم نظام‌های زراعی این سیستم‌ها را با خطر فرو پاشی روبرو کرد (۲۵). عده‌ای از محققین رویکرد به روش‌های پایدار زراعی را چاره حل این مشکلات بیان کرده اند.کشت مخلوط امکان افزایش کارایی استفاده از منابع را در زمان و مکان فراهم می‌کند (۶، ۱۲ و ۱۳) و مشکلات آفات، بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز را به سبب افزایش تنوع زیستی رفع کرده (۱۲) و به مصرف کار آمدتر آب و مواد غذایی در سیستم‌های زراعی منجر می‌شود (۱۹ و ۲۸). این سیستم‌های زراعی همچنین ریسک تولید محصولات را چه به لحاظ تاثیر شرایط غیر قابل پیش بینی اقلیمی و چه شرایط پرنوسان بازار، کاهش می‌دهد (۱۶) و در مجموع به پایداری بیشتر سیستم‌های معیشتی کشاورزی می‌انجامد (۲۲). در این بین، مخلوط‌های گراس- لگوم بسیار مورد توجه می‌باشند (۸). از فوائد این مخلوط‌ها تثبیت نیتروژن اتمسفرتوسط گونه‌های بقولات همزیست با باکتری‌های ریزوبیوم می‌باشد (۳۰ و ۲۱) که متعاقباً حاصل خیزی خاک را بهبود بخشیده و باعث کاهش اثر منفی سطح پایین نیتروژن در خاک می‌شود (۱۸). کارایی بالای سیستم‌های کشت مخلوط در جذب نور،

۱-استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی
(*- نویسنده مسئول: Email: Arbeheshti@yahoo.com)
۲ و ۳ – به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت و دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

آنها را برای کشت گیاهان پاکوتاه و سایه پسند در کنار گونه‌های پا بلند مناسب می‌کند (۹، ۱۱ و ۲۹).

کشت مخلوط سورگوم و لوبیا یکی از سودمندترین زراعت‌های مخلوط در جهان به شمار می‌آید زیرا این گونه‌ها حالت مکملی داشته و ازشرایط ومنابع محیطی به صورت کارآمدی بهره برداری می‌نماید (۷، ۹، ۱۱، ۱۴ و ۱۶) سورگوم دارای تنوع مورفولوژیکی بالایی بوده ونسبت به تنش‌های محیطی تحمل بیشتری نسبت به سایرغلات دارد (۱)، لوبیا نیزدارای مقادیر زیادی پروتئین است که به صورت تازه خوری وخشک قابل مصرف بوده و درآمد اقتصادی زیادی را نصیب خانواده‌های کشاورز می‌کند (۲۷).

از مسائل مهم مورد توجه در کشت‌های مخلوط، بررسی میزان رقابت و اثرات متقابلی است که گیاهان در این جوامع درکسب نیازهای زیستی خود بریکدیگر دارند. بدین لحاظ ارزیابی صحیح اثرات متقابل رقابتی بین گونه‌های گیاهی درکشت‌های مخلوط نیازمند طرح‌های مناسب مزرعه‌ای و روش‌های مطلوب تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌باشد (۳ و ۱۷). انتخاب روش صحیح در ارزیابی این عوامل کلیدی درکشت مخلوط اهمیت زیادی دارد و استفاده از روشی غیر اصولی می‌تواند نتایج حاصل از این آزمایش‌ها را دگرگون و نامعتبر نماید (۴ و ۱۷). یکی از روش‌های حساس و دقیق در تجزیه و تحلیل آزمایش‌های کشت مخلوط روش تجزیه واریانس دومتغیره می‌باشد.

گیلور وپیرس (۱۵) کاربرد روش تجزیه واریانس دو متغیره را برای اولین بار درکشت‌های مخلوط توصیه نمودند و شمای گرافیکی این روش را طراحی کردند. دراین روش همبستگی بین دوکمیت بدست آمده از دو محصول به صورت همبستگی مثبت یا منفی بروز می‌کند. در تجزیه واریانس دومتغیره تشکیل جدول تجزیه واریانس به روش معمول مُیسر نیست. اساس و پایه این روش برای تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به کشت مخلوط این است که درکشت مخلوط از هرکرت دو کمیت که هریک نماینده عملکرد هر یک از دو گونه مخلوط هستند وجود دارد و طبیعی است که بخواهیم آنها را به عنوان یک جفت داده که از یکدیگرجدا نیستند، همزمان مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دهیم. بنابراین بسیار جالب و مفید است اگر بتوانیم به روشی دست یابیم که بتواند عکس العمل هریک ازدو محصول را به تیمارهای مختلف و مشخص اعمال شده به صورت همزمان مشخص ساخته و واکنش دو محصول را به صورت شمای گرافیکی ارائه دهد. روش‌های معمول تجزیه واریانس توانایی چنین عملی را ندارند. اساس روش تجزیه واریانس دو متغیره این است که اولاً تشخیص دهیم ارتباطی بین دو محصول وجود دارد و ثانیاً رابطه بین این دو کمیت تحت تاثیر تیمار اعمال شده چگونه تغییر می‌کند. اگر پاسخ هر محصول به تیمار معین اعمال شده توسط آنالیز واریانس بررسی شود و سپس مقایسه بین دو محصول توسط توجه به کوواریانس شکل یابد، ترکیب این دو جنبه، مبحث آنالیز واریانس دومتغیره می‌باشد. درجدول تجزیه واریانس دومتغیره هدف پیدا کردن دو مجموع مربعات (برای هریک ازدو گونه) و یک مجموع حاصل ضرب ها(همبستگی بین دوگونه)برای هر یک از منابع تغییرات می‌باشد. به مجموع این سه کمیت SSP اطلاق می‌شود بنابراین هرSSP مثلاً اشتباه شامل سه جزء E1 (مجموع مربعات گونه اول) E2 (مجموع مربعات گونه دوم) و E12(مجموع حاصل ضربها) می‌باشد. محاسبهE1 وE2 مشابه تجزیه واریانس یک متغیره است و محاسبه E12 از طریق مجموع مربعات کل یا مجموع مربعات SS3=SS1+SS2 حاصل می‌شود بدین معنی که مجموع مربعات دو متغیر اولیه(دوگونه) از مجموع متغیرسوم یا عملکرد کل کسر می‌شود (۴، ۱۰ و ۱۵).

$$SP(1,2)=SS(3)-SS(1)-SS(2)/2$$

آزمون‌های معنی داری به روال معمول تجزیه واریانس یک متغیره و با استفاده از آزمونF البته با مراقبت ویژه (۴و۳) نیز امکان پذیراست. مقایسه میانگین‌ها نیز ازطریق رسم محورهای اُریب که هر محور نماینده واکنش یک گونه به یک تیمار خاص است صورت می‌گیرد (۳، ۱۰ و ۱۵). دیر و مید (۱۰) رسم محورهای اُریب در روش دو متغیره را بررسی و کاربرد آن را درکشت مخلوط توصیه کردند.

هدف از اجرای این آزمایش، بررسی اثرات تراکم و نسبت‌های کشت و اثرات متقابل آن برعملکرد دانه و بیوماس درکشت مخلوط سورگوم و لوبیا چیتی با روش دو متغیره و نمایش گرافیکی مقایسه میانگین‌ها به روش رسم محورهای اُریب بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش دربهار سال ۱۳۸۶ درمزرعه ایستگاه تحقیقاتی طُرق درکیلومتری جنوب شرقی مشهد در عرض جغرافیایی °۳۶ و َ۱۶ شمالی و طول جغرافیایی °۵۹ و َ۳۸ شرقی با ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا انجام شد. بافت خاک سیلتی لوم و زمین درسال قبل از اجرای آزمایش،آیش بود. این آزمایش به صورت روش سری‌های جایگزینی(مدل واکنش[1]) براساس طرح فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای مورد بررسی شامل تراکم در۳ سطح :

d1= کم(۱۹/۲ بوته لوبیا و۶/۳ بوته سورگوم درمترمربع)

d2= متوسط(۳۸/۴ بوته لوبیا و ۱۲/۸ بوته سورگوم در مترمربع)

d3= زیاد(۵۹/۱۷ بوته لوبیا و ۲۵/۶ بوته سورگوم در مترمربع)

ونسبت‌های کاشت شامل :

p1= ۱ به ۲سورگوم به لوبیا(۳۳:۶۷)

p2= ۱به ۱سورگوم به لوبیا(۵۰:۵۰)

1-Response model

p3= ۲به ۱سورگوم به لوبیا (۶۷:۳۳)

p4 و p5 = به ترتیب کشت خالص سورگوم و لوبیا بود.

فاصله خطوط کاشت ثابت (۶۵ سانتی متر) و مساحت هرکرت شامل ۵ ردیف ۶ متری، ۲۳/۴ متر مربع بود و مساحت یک بلوک آزمایش با احتساب یک خط ناکاشت در بین هرکرت آزمایشی ۳۴۷ متر مربع بود. فاصله بین تکرارها، نیز ۳ مترمربع بود. در این آزمایش از ارقام لوبیا چیتی رقم تلاش و سورگوم دانه‌ای لاین اُمید بخش M5 حاصل از آزمایش‌های به نژادی سورگوم در مرکز تحقیقات کشاورزی مشهد استفاده شد.کود شیمیایی براساس نمونه مرکب خاک بصورت ۳۵۰کیلوگرم درهکتار فسفات آمونیم و۱۰۰کیلوگرم درهکتار سولفات پتاسیم در مراحل عملیات ثانویه تهیه بستر و به میزان ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار اوره در دو مرحله پس از تنک و مرحله ظهور برگ پرچمی سورگوم ،فقط برای ردیف‌های سورگوم در فاصله ۵ سانتی متر از پای بوته‌ها و درعمق ۳ سانتی متری خاک، مصرف شد. بذور سورگوم و لوبیا در تاریخ ۱۳۸۶/۳/۱ درتراکم بیش ازتراکم مورد نیازکشت شد و دو هفته پس از کاشت، عملیات تنک برای رسیدن به تراکم مطلوب درهر تیمار در هرواحد آزمایشی صورت گرفت. آبیاری یک روز پس ازکاشت و به روش نشتی با سیفون انجام و هر۸ روز تکرار شد. برداشت لوبیا در تاریخ ۱۳۸۶/۷/۱۰ و برداشت سورگوم ۲۰ روز پس از آن صورت گرفت. جهت محاسبه عملکرد نهایی پس از حذف دو خط حاشیه در هرکرت و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هرکرت از مساحت ۱۲ مترمربع برداشت انجام و عملکرد دانه برای سورگوم و لوبیا براساس رطوبت ۱۲٪ تصحیح شد. برای اندازه گیری ومحاسبه اجزاء عملکرد تعداد ۵ بوته ازهر محصول در هرکرت به صورت تصادفی انتخاب واین اجزا تعیین شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش تجزیه واریانس دو متغیره (۳، ۴ و ۱۵) استفاده شد. از برنامه اختصاصی کامپیوتری که به زبان QBasic براساس تکنیک دیرو مید تحت عنوان محورهای اُریب(۱۰) نوشته شده بود، برای مقایسه میانگین‌ها و نمایش گرافیکی وبررسی همزمان اثریک تیمار مشخص بر روی عملکرد دو گونه استفاده شد (۳ و ۴) .این محورها با توجه به توابع خطی دومتغیر (دومحصول) که دارای واریانس یکسان و همبستگی صفرهستند به دست می‌آیند.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

اثرتراکم برعملکرد دانه معنی دارنبود (جدول ۱)، هر چند با افزایش تراکم، عملکرد دانه هر دو محصول افزایش یافت ولی این افزایش درسورگوم بسیار مشهودتر بود (شکل۱). نسبت‌های کاشت اثر معنی داری برعملکرد دانه داشت (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه سورگوم در تیمار نسبت کاشت P1 (۳۳:۶۷ ،۱ردیف سورگوم و ۲ردیف لوبیا) وکمترین عملکرد دانه سورگوم در نسبت کاشت P2 (۵۰:۵۰ ،۱ردیف سورگوم و۱ردیف لوبیا) حاصل شد، این مقادیر برای سورگوم به ترتیب ۵۴۳۵/۸۵ و ۳۵۵۸/۵۸ کیلوگرم درهکتار بدست آمد. برای لوبیا بیشترین عملکرد دانه در نسبت کاشت P2 (۵۰:۵۰) وکمترین عملکرد دانه آن نیز درتیمار P3 (۶۷:۳۳) به ترتیب ۲۸۳۱/۷۵ و ۱۵۴۲/۰۸ کیلوگرم درهکتار، حاصل شد (شکل۲). زاویه باز محورهای اُریب گویای همبستگی مثبت برای عملکرد دانه بین دو محصول می‌باشد. این امرحاکی از آن است که افزایش عملکرد دانه در سورگوم منجربه افزایش عملکرد دانه در لوبیا شده است (شکل۲).

در لوبیا تعداد غلاف درگیاه حساس ترین جزء عملکرد نسبت به تراکم و تاثیرات رقابتی می‌باشد (۲ و ۱۴) کاهش فضای زیستی و رقابت درنسبت کاشت ۶۷:۳۳ ،گسترش شاخ وبرگ بوته‌های لوبیا و تعداد غلاف در بوته و متعاقباً تعداد دانه تولیدی لوبیا در این نسبت کاشت راکاهش داد (شکل ۲و۶). وزن ۱۰۰ دانه لوبیا تحت تاثیر، نسبت کاشت قرار نگرفت (جدول۲) و تغییرات نسبت کاشت اثر بسیار ناچیزی بر وزن ۱۰۰ دانه لوبیا داشت لذا به نظر می‌رسد عملکرد دانه لوبیا عمدتاً تحت تاثیر تعداد دانه در بوته می‌باشد. گاردنیر وکراکر (۱۴) در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا ،کاهش عملکرد دانه لوبیا درکشت مخلوط را در نتیجه کاهش درتعداد غلاف دربوته لوبیا دانستند. تونا و اوراک (۲۶) در مخلوط ماش و یولاف همراه با افزایش نسبت ماش درکشت مخلوط این دو محصول، افزایش درتعداد غلاف ماش را مشاهده کردند.نسبت کاشت P2 (۵۰:۵۰) بیشترین عملکرد دانه لوبیا و کمترین عملکرد دانه سورگوم را نشان داد، (شکل ۲) در این نسبت کاشت بوته‌های لوبیا ازنور بیشتری بهره مند شده و توانسته‌اند با بهره برداری مطلوب تر از فضا ،برتعدادغلاف‌ها در شاخه‌های فرعی بیفزایند. نسبت کاشت ۳۳:۶۷ برای تولید دانه در سورگوم ایده ال بود وسبب بهره برداری مطلوبتر سورگوم از شرایط و احتمالاً منابع ایجاد شده از طرف لوبیا (نور، آب و موادغذایی به ویژه نیتروژن) شده است. اگر هدف کسب عملکردهای بالاتر از محصول سورگوم باشد کشت آن درنسبت کاشت ۳۳:۶۷ قابل توصیه است، ولی تاثیر نسبت کاشت ۵۰:۵۰ برروی سورگوم نامطلوب بود (شکل۲) وکمترین عملکرد دانه و بیوماس سورگوم در این نسبت کاشت مشاهده شد درحالی که، بیشترین عملکرد دانه و بیوماس لوبیا در هکتار در نسبت کاشت ۵۰:۵۰ سورگوم به لوبیا ملاحظه می‌شود (شکل۴و۲) .به نظر می‌رسد، چنانچه هدف زارع حصول عملکردهای بالاتر از لوبیا باشد و اُفت عملکرد سورگوم در نسبت کاشت۵۰:۵۰ قابل چشم پوشی باشد،کشت مخلوط لوبیا وسورگوم در این نسبت کاشت قابل توصیه است. گروهی از محققین نیز در آزمایش بر روی کشت مخلوط ارزن آفریقایی و لوبیاچشم بلبلی، مناسبترین آرایش کاشت را برای لوبیا، کشت یک در میان (۵۰:۵۰) عنوان کردند (۲۳). در آزمایش بهشتی (۴) بر روی مخلوط سورگوم دانه‌ای و سویا رقم

هابیت (پاکوتاه)، تاثیر نسبت‌های کاشت برعملکرد دانه سورگوم و سویا در کشت مخلوط معنی دار نبود ولی بیشترین عملکردسورگوم وسویا درنسبت کاشت ۱ به ۲ سورگوم به سویا (۳۳:۶۷) مشاهده شده بود که در توافق با نتایج حاضر برای عملکرد دانه سورگوم است. به نظر می‌رسد این آرایش کاشت شرایط مطلوبی را برای بوته‌های سورگوم در دستیابی به شرایط و منابع محیطی فراهم می‌سازد، اگر چه در این آزمایش میزان دسترسی به نیتروژن مورد ارزیابی قرار نگرفت اما شواهد مزرعه ای حکایت ازمطلوبتر بودن کرتهای این نسبت کاشت از نظر سبزینه‌ای و دوام وپایداری برگ‌های سورگوم داشت.اثرات متقابل تراکم ونسبت‌های کاشت بر عملکرد دانه در کشت مخلوط معنی دار نبودند (جدول۱). کومار و سینگ (۲۰) درکشت مخلوط خَردل هندی[1] و نخود دانه کَبوتری[2] با افزایش درصد نخود کبوتری در ترکیب شاهد افزایش در عملکرد دانه وبیولوژیک کشت مخلوط بودند. آلیو واموچیبو (۷) درکشت میان رَدیفی و داخل ردیفی سورگوم با دو واریته نخود گاوی، شاهد افزایش معنی دار عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بودند.

عملکرد بیوماس

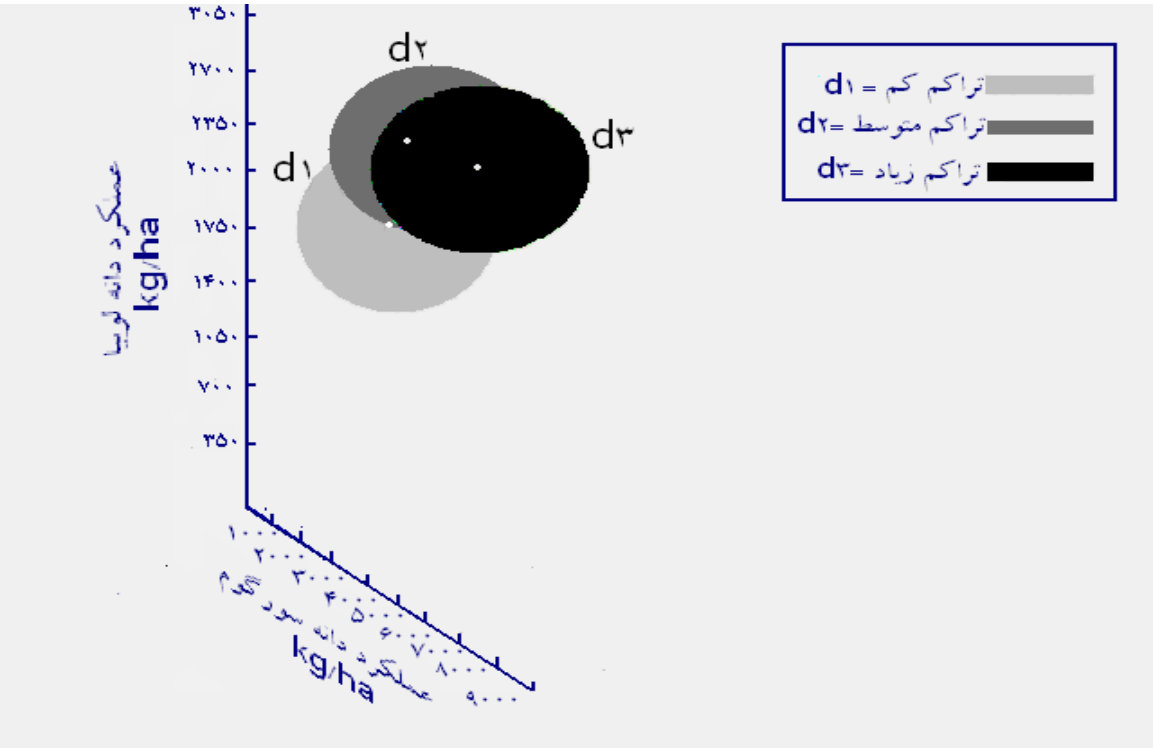
اثر تراکم برعملکرد بیوماس درکشت مخلوط معنی داربود ($p<۰/۰۵$). (جدول۲) بالاترین عملکرد بیوماس برای هر دو محصول در تراکم کشت D3 (تراکم زیاد) و کمترین عملکرد بیوماس در هر دو محصول در تراکم D1(کم) به ترتیب برابر با ۳۲۹۶۶/۱۱ و ۲۴۴۶۷/۳۳ کیلوگرم در هکتارو ۲۲/ ۱۶۵۶۴ و ۸۳۱۱/۱۷ کیلوگرم درهکتار برای لوبیا بدست آمد(شکل۳). اگرچه واکنش عملکرد بیوماس به تراکم، مثبت بود و افزایش تراکم سبب بالارفتن عملکرد بیوماس در هر دوگیاه شد (شکل۳) اما زاویه محورهای اُریب نشان دهنده نوعی همبستگی منفی بین دو محصول بود و افزایش عملکرد بیوماس یک محصول سبب کاهش آن درمحصول دیگر شد (شکل۳). اثر نسبت‌های کاشت برعملکرد بیوماس درکشت مخلوط سورگوم و لوبیا معنی دار بود ($p<۰/۰۵$). (جدول۲) بیشترین عملکرد بیوماس سورگوم درنسبت کاشت P1 (۳۳:۶۷) و کمترین عملکرد بیوماس سورگوم در نسبت کاشت P2 (۵۰: ۵۰) بدست آمد که این میزان برای سورگوم ۳۴۵۴۵/۸۸۹ و ۲۴۰۴۰/۲۲ کیلوگرم درهکتار وبرای لوبیا بیشترین عملکرد بیوماس درنسبت کاشت P2(۵۰:۵۰)و معادل ۱۷۲۸۲/۵۸۹ و کمترین عملکردبیوماس درنسبت کاشت P3 (۶۷:۳۳) و به مقدار۸۷۱۶/۶۲۲ کیلوگرم در هکتار بود (شکل۴). اثر متقابل تراکم و نسبت‌های کاشت بر عملکرد بیوماس سورگوم ولوبیا درکشت مخلوط معنی دار نبود (جدول۲). لوبیا گیاه ضعیفی از لحاظ رقابتی چه با علف‌های هرز وچه باگیاه زراعی موجود در مخلوط می‌باشد (۲) ودرصورت شرایط رقابتی، بیوماس آنها دچارکاهش خواهد شد، هرچند این کاهش بیوماس به دلیل تولید بیوماس بالا ازطرف سورگوم در برآورد کل بیوماس کرت به طور بارزی مشهود نیست زیرا اُفت تولید بیوماس لوبیا از طریق تولید مقادیر بالای آن از گیاه سورگوم جبران خواهد شد. همبستگی منفی موجود بین دو محصول از لحاظ عملکرد بیوماس به طور بارزی در نسبت کاشت P2 (۵۰:۵۰) مشهود است وبالاترین عملکردهای بیوماس لوبیا در این تیمارهمراه با کمترین عملکرد بیوماس سورگوم بود (شکل۴). به نظر می‌رسد در آرایش یک ردیف لوبیا و یک ردیف سورگوم توزیع نور درکانوپی به نحو مطلوب تری در اختیاربوته‌های لوبیا قرارگرفته است که منجر به افزایش عملکرد در این محصول شده در حالی که عملکرد سورگوم کاهش یافت.

تعداد دانه در بوته

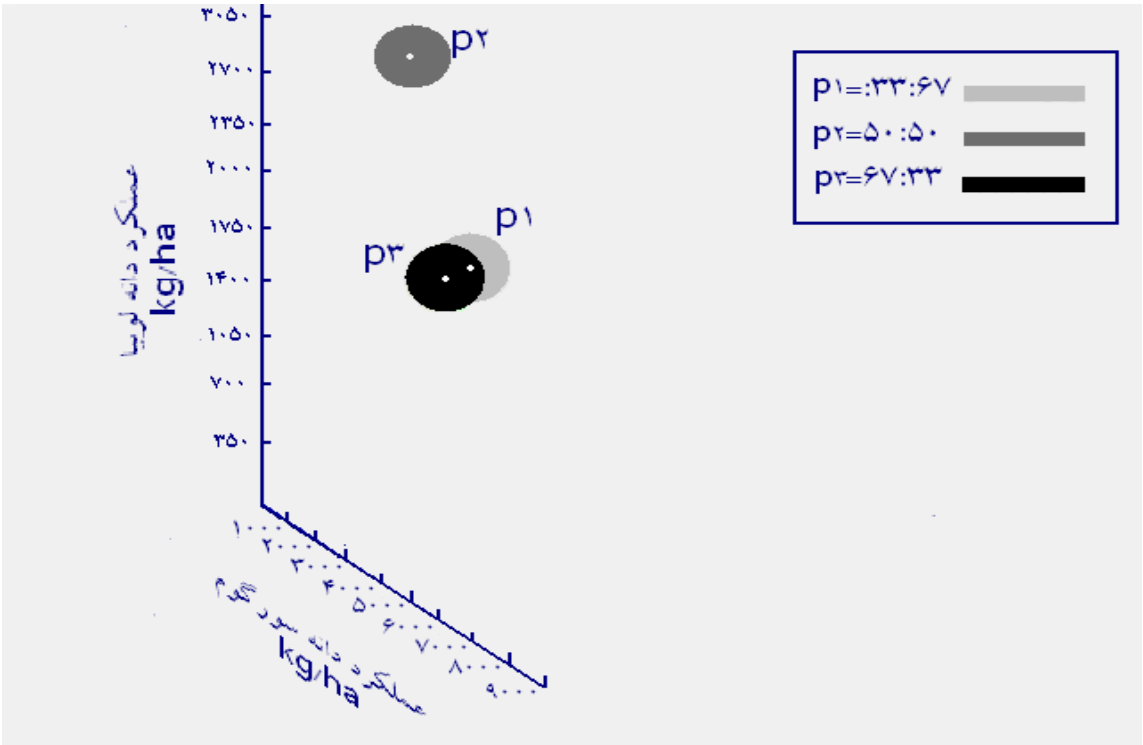
اثرتراکم بر تعداد دانه در بوته سورگوم و لوبیا درکشت مخلوط معنی دار بود ($p <۰/۰۵$) (جدول۲).بیشترین تعداد دانه در بوته هردوگیاه در تراکمD1 (کم) وکمترین تعداد دانه در بوته هردو محصول درتیمارتراکمD3 (زیاد) حاصل شدکه این میزان برای سورگوم به ترتیب ۱۵۵۳ و۱۰۲۳ دانه دربوته وبرای لوبیابه ترتیب ۴۵ و ۳۲ عدد دانه دربوته بودند (شکل۵).کاهش تعداد بوته در ردیف درتراکم کم،سبب کاهش رقابت بر سر عوامل محیطی منجمله نور و رطوبت گردیده و بوته‌ها تعداد بیشتری دانه در بوته تولید نمودند .کاهش تعداد دانه در بوته در تراکم‌های بالا ناشی از رقابت درون و بین گونه ای بیشتر بوته‌ها بر سر عوامل تغذیه‌ای ومحیطی است .رقم M5 سورگوم،رقمی پاکوتاه بوده و در کشت با لوبیا بدلیل اختلاف کمتر ارتفاع با لوبیا و نیز همزمانی بیشتر دوره رشدی، رقابت بیشتری با لوبیا نسبت به سورگوم‌های پابلند ایجاد می‌کند. سورگوم‌های پا بلند در ابتدا رشدبطئی داشته پیش ازشروع رشد سریع به لوبیا امکان می‌دهند تا قبل از رقابت جدی برای عوامل رشدی، وارد مرحله غلاف بندی شود(۲).نسبت‌های کاشت اثر معنی داری برتعداد دانه دربوته سورگوم و لوبیا درکشت مخلوط نداشتند (جدول ۲).

بیشترین تعداد دانه در بوته درهردو محصول درتیمار نسبت‌های کاشت P1 (۳۳:۶۷) وکمترین تعداد دانه در بوته برای این دو در نسبت کاشتP3 (۶۷:۳۳) حاصل شد (شکل۶). با افزایش سهم سورگوم درنسبت کاشت (۶۷:۳۳) و اعمال تاثیراتی چون سایه اندازی و رقابت در جذب نور وعناصر غذایی و آب، بر بوته‌های لوبیا، تعداد دانه آن کاهش یافت و افزایش نسبت سورگوم در ترکیب، تعداد دانه را در خود این گیاه نیز با کاهش مواجه نمود (شکل ۶). اثر متقابل تراکم و نسبت‌های کاشت بر تعداد دانه در بوته، معنی دار نبود (جدول ۲).

1 Brassica juncea
2 Cicer arientinum



شکل۱- اثر تراکم بر عملکرد دانه در کشت مخلوط سورگوم و لوبیا

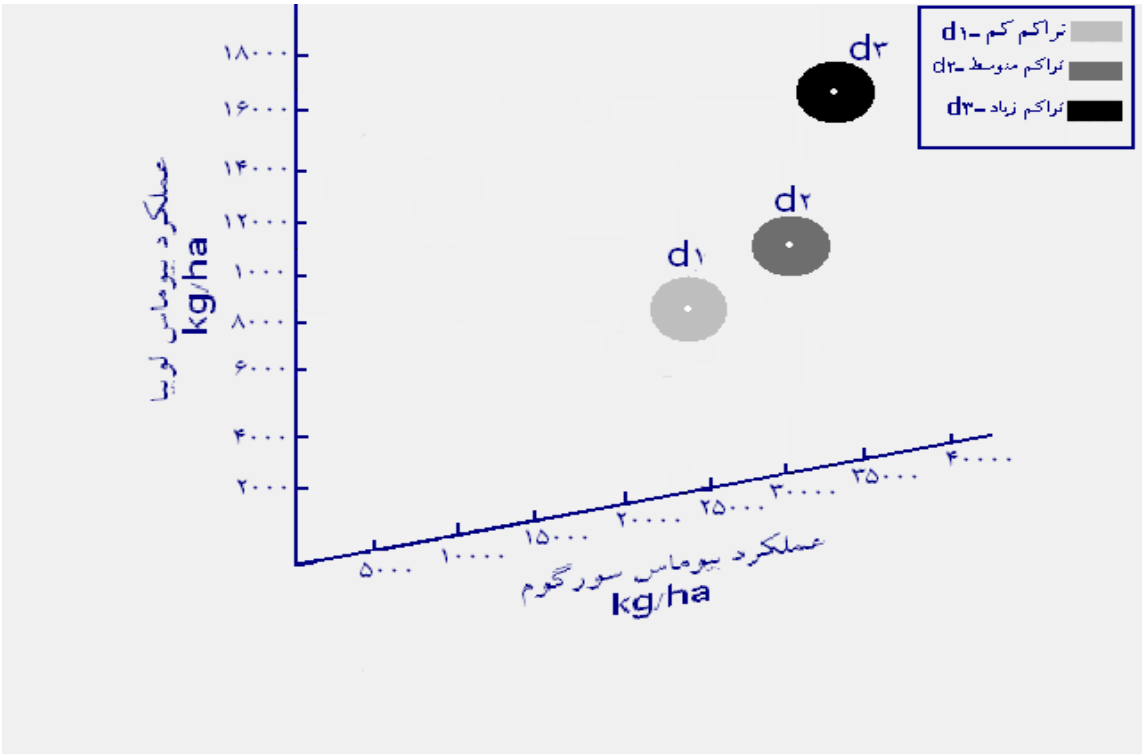


شکل۲- اثر نسبت‌های کاشت بر عملکرد دانه در کشت مخلوط سورگوم و لوبیا

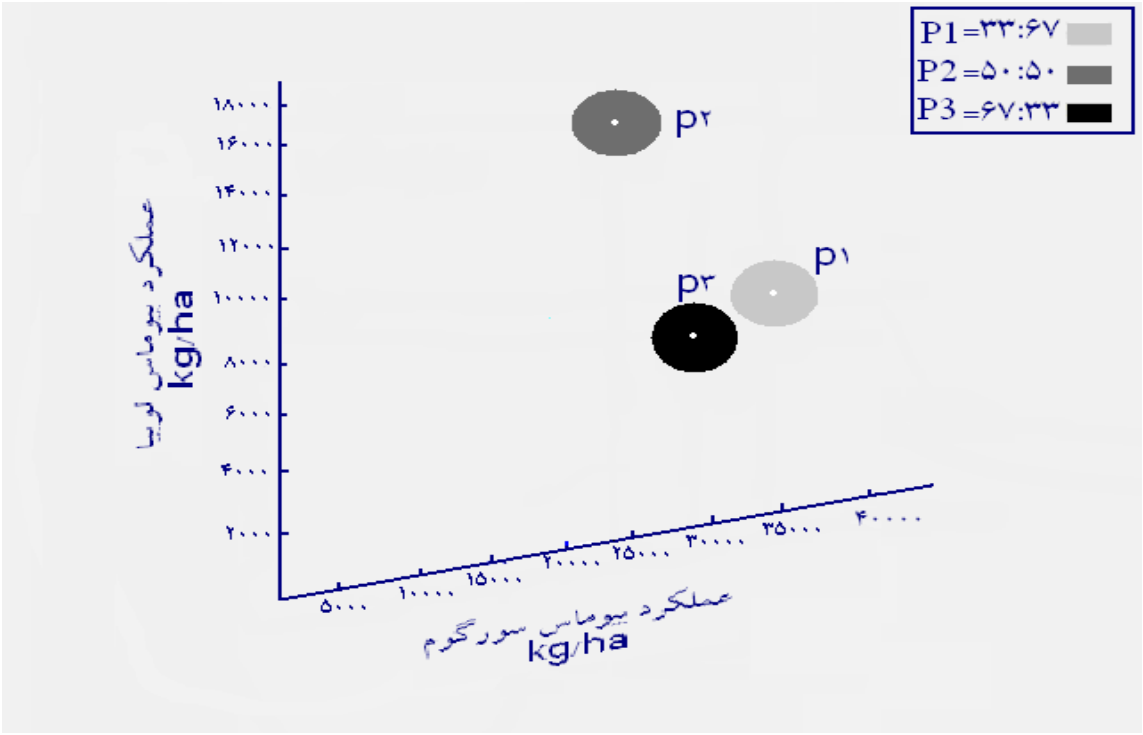
جدول۱- تجزیه واریانس دو متغیره برای عملکرد دانه

منابع تغییر	درجه آزادی	(مجموع مربعات) سورگوم (SS)	(مجموع حاصل ضرب ها) سورگوم/لوبیا (SP)	(مجموع مربعات) لوبیا (SS)	F
تکرار	۲	۵۱۸۱۵۱۵	-۹۱۸۵۷۸	۲۸۴۵۴۰۴	۷/۶۱۲۸ *
تراکم	۲	۱۴۶۲۹۷۰۴	۳۰۰۹۸۹۲	۶۹۴۸۹۲	۳/۸۳۱۱ ns
نسبت‌های کاشت	۲	۱۷۰۶۵۷۸۲	-۹۱۱۱۵۷۵	۹۹۴۵۷۶۷	۱۵/ ۴۵۴۹ **
اثر متقابل	۴	۱۳۹۹۲۰۳۹	۴۴۰۶۳۸	۸۶۰۶۳	۲/ ۰۸۲۷ ns
خطای آزمایشی	۱۶	۷۲۷۴۹۱۸۳	۱۱۸۵۷۸۵۴	۶۰۹۶۱۱۸	-

ns،*،** – به ترتیب تفاوت معنی داری در سطح ۰/۰۱ و۰/۰۵و عدم معنی داری را نشان می‌دهد



شکل۳- تاثیر تراکم بر عملکرد بیوماس سورگوم و ولوبیا در کشت مخلوط



شکل٤- اثر نسبت‌های کاشت بر عملکرد بیوماس سورگوم و لوبیا در کشت مخلوط

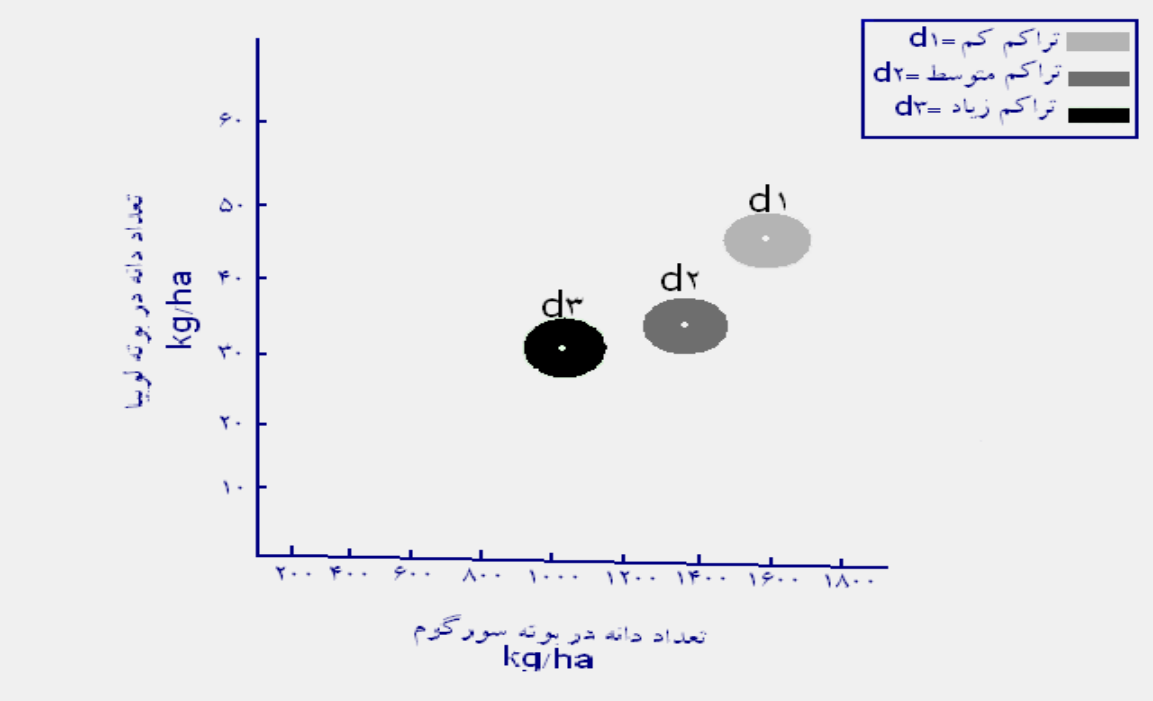
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس دومتغیره(مقادیر Fمحاسبه شده وسطح معنی داری) برای صفات مورد بررسی

منابع تغییر	عملکرد دانه سورگوم/لوبیا	عملکرد بیولوژیک سورگوم/لوبیا	وزن هزار دانه سورگوم و وزن ۱۰۰ دانه لوبیا	تعداد دانه در بوته سورگوم/لوبیا
تکرار	۷/۶۱**	۸/۲۰*	۷/۰۵*	۴/۴۷^{ns}
تراکم	۳/۸۳ ^{ns}	۸/۲۷*	۲/۳۳^{ns}	۷/۸۵*
نسبت‌های کاشت	۱۵/۴۵**	۸/۳۱ *	۳/۴۷^{ns}	۴/۰۷^{ns}
اثرات متقابل تراکم نسبت کاشت	۲/۰۸^{ns}	۲/۵۷^{ns}	۲/۸۰^{ns}	۲/۴۶^{ns}

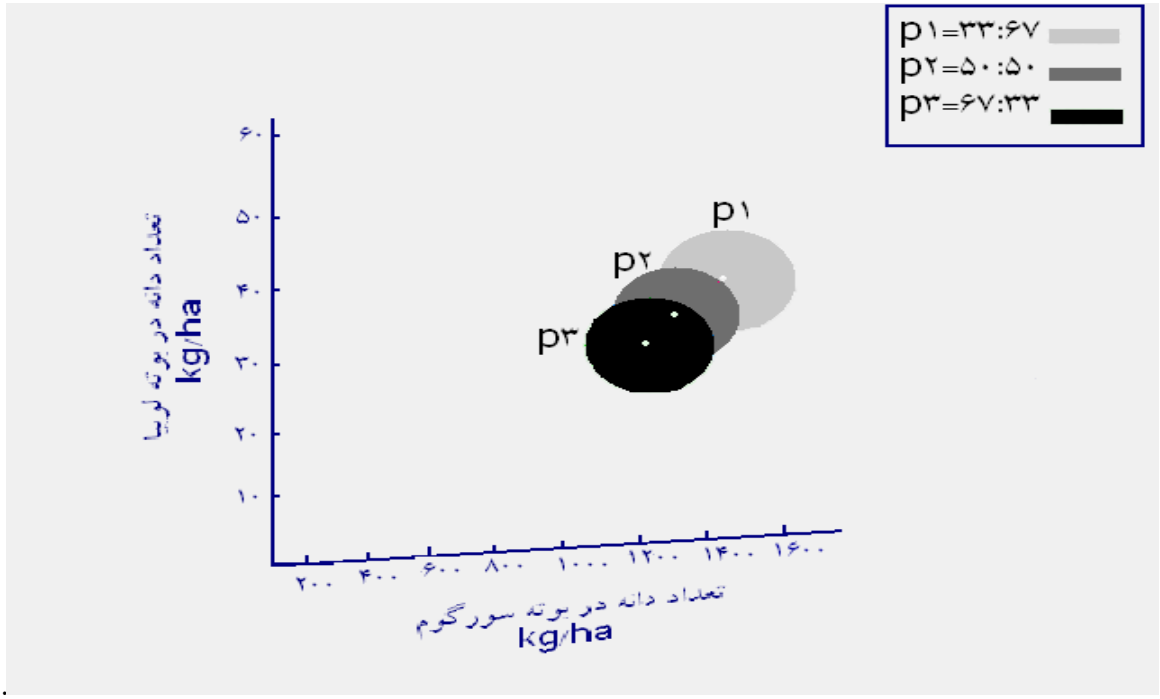
ns،*،** به ترتیب تفاوت معنی داری در سطح ۰/۰۱ و۰/۰۵و عدم معنی داری را نشان می‌دهد .

نسبت برابری زمین

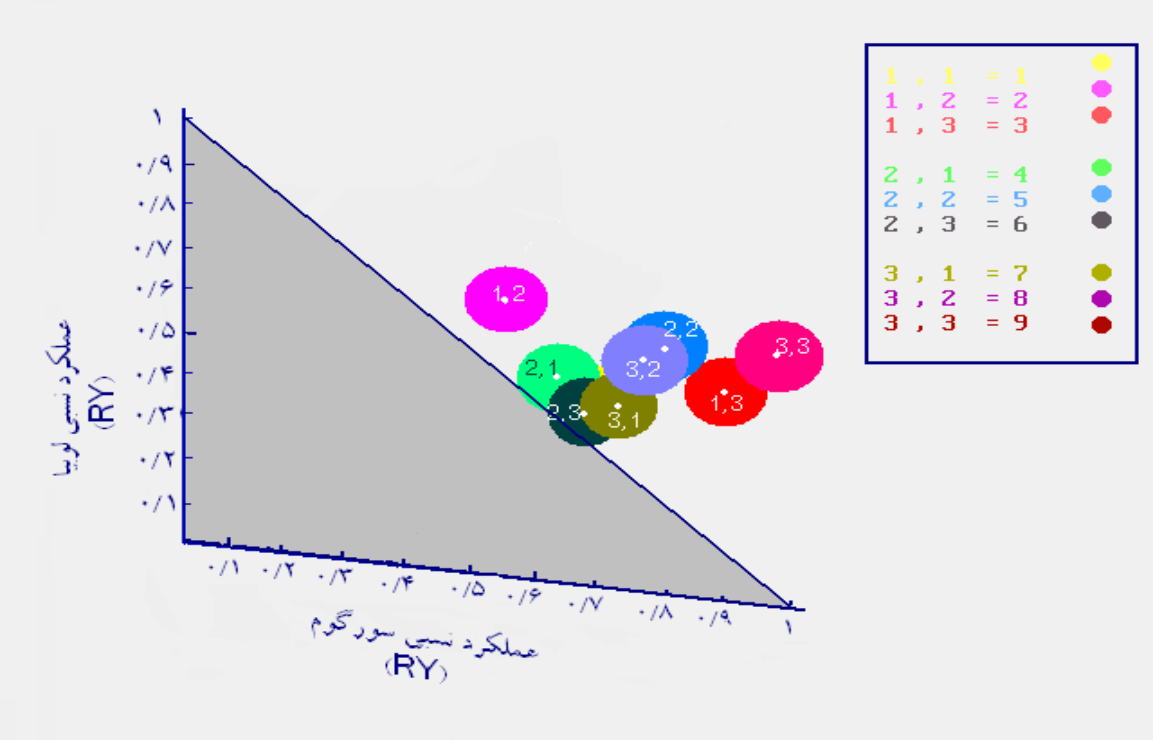
نسبت برابری زمین درکلیه تیمارهای مورد بررسی بالاتر ازیک بود و بیشترین نسبت برابری زمین درتراکم بالاونسبت کاشت ۶۷:۳۳ به مقدار۱/۴ مشاهده شدکه تفاوت معنی داری با تراکم بالا و نسبت۵۰:۵۰ نداشت.اودهیامبو واریگا (۲۴) درکشت مخلوط ذرت و لوبیا افزایش ۶۱/۴٪ عملکرد دانه ذرت درکشت مخلوط را به صورت دو ردیف لوبیا در ردیف‌های ذرت نسبت به تک کشتی گزارش کردند. تحقیقات متعددی نسبت برابری زمین را در کشت‌های مخلوط بزرگتر از یک گزارش کرده اندکه برتری کشت مخلوط را نسبت به کشت‌های خالص نشان می دهد (۲۰۷، ۹، ۱۴ و ۲۰) در این مطالعه سود مندی ۴۰ درصدی کشت مخلوط نسبت به کشت‌های خالص حاکی ازحالت مکملی این دومحصول نسبت به یکدیگر است.



شکل ۵-اثر تراکم بر تعداد دانه در بوته سورگوم ولوبیا در کشت مخلوط



شکل٦- اثر نسبتهای کاشت بر تعداد دانه دربوته سورگوم و لوبیا در کشت مخلوط



شکل ۷- اثر متقابل تراکم ونسبتهای کاشت بر عملکرد نسبی سورگوم و لوبیا در کشت مخلوط

منابع

۱- امام ،ی.۱۳۸۲. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز.۱۷۰صفحه.

۲- باقری، ع.ع.الف، محمودی و .د، قزلی .۱۳۸۰. زراعت و اصلاح لوبیا. جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۲۰ صفحه.

۳- بهشتی، ع.ر.، و ع.کوچکی. ۱۳۷۴.مقایسه روشهای تجزیه وتحلیل داده‌ها برای بررسی اثر تراکم ونسبتهای مختلف کشت، درکشت مخلوط سورگوم دانه ای وسویا.مجله علوم وصنایع کشاورزی. جلد ۱۱ .(۱) ۲۸-۴۰.

۴- بهشتی، ع.ر.۱۳۷۴. بررسی اثر تراکم و نسبت‌های کاشت برعملکرد و اجزاء عملکرد مخلوط سورگوم دانه‌ای و سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشگاه فردوسی مشهد.

۵- مظاهری، د. ۱۳۷۳. زراعت مخلوط (تالیف). انتشارات دانشگاه تهران.۳۸۵ صفحه.

6- Ali, M. 1998. Chickpea–based intercrops for command area of different agro-ecological zones of india .(*In*):Proceedings of National Symposium of Efficient Cropping Systems Zone of India. held during 7-10 Jaunary 1988 at University of Agricultural Sciences, Bangalore, 53p.

7- Aliyu, B.S. and A.M., Emechebe. 2006. Effect of intra and inter-row mixing of sorghum with two varieties of cowpea on host crop yield in a (*Striga hermonthica)* infested field. African Journal of Agricultural Research. 2: 24-26.

8- Carruthers, K., B. Prithiviraj, D. Cloutier, R.C. Marti and D.L. Smith. 2000. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: yield component responses. European Journal of Agronomy 12:103-115.

9- Chandrasekhar, S., S. Hunshal, D.S., Malik. 1988. Studies on the intercropping of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) redgram (*Cajanus cajan*), greengram (*Vigna radiate*) and soybean (*Glycine max*) with reference to plant population. Madres Agriculture Journal. 1-5.

10- Dear, K.B.G. and R., Mead. 1983. Testing assumptions and other topics in bivariate analysis. Statistics in Intercropping Technical. Report No. 1. Department of Applied Statistics, Reading University.

11- Elmore, R.W., and J.A., Jakobs. 1986. Yield and nitrogen yield of sorghum intercropped with nodulating and nonnodulating soybean. Agronomy Journal. 76:780-782 .

12- Francis. C.A. 1989. Biological efficiencies in multiple cropping systems. Advances in Agronomy. 42:1-41.

13- Francis, C.A. 1986. Multiple Cropping Systems. Macmillan Publishing Company, a division of Macmillan, Inc .

14- Gardiner, T.R. and L.E., Craker. 1979. Development and light interception in a bean-maize intercropping.

Agronomy Abstracts, 102.
15- Giliver, B., S.C. Parce. 1983.A graphical asseggment of date from an intercropping factorial experiment.Exp.Agric.19:23 –31.
16- Jodha, N. S. 1981. Intercropping in traditional farming systems .pp: 282-291.In :ICRISAT(Ed) proceedings of the international workshop on intercropping ,10-13 January 1979 ,Patancheru, Andhra Pradesh, India .
17- Joliffe, P.A., A. N. Minjas, and V.C., Runeckles. 1984. A reinterpretation of yield relationships in replacement series experiments .Journal Apple Ecology .21:227-243.
18- Jurgensen,V.E.,M. Muller. 2000. Intercropping of Different Secondery crops in Maize.Acta.Scand .,B.,Sect.B,Soil and Plant Sci.50:82-88.
19- Kass , D. C. 1978. Polyculture cropping systems. review and analysis. Cornell Int. Agrculture. Bull.No.32, 69.
20- Kumar, A and B. P., Singh. 2006 .Effect of row ratio and phosphorus level on performance of chickpea (*Cicer arientinum*) –Indian mustard (*Brassica Juncea*) intercropping. Indian Journal of Agronomy 51:100-102.
21- Ledgard ,S. F. 1991 .Transfers of fixed nitrogen from white clover to associated grasses in swards grazed by dairy cows estimated using 15 methods .Plant Soil .131:215 –223.
22- Loomis ,R. S. and D. J.,Conner .1992 .Crop ecology, Productivity and management of agricultural ecosystems. Comb. University. Press., pp .44.
23- Myers,R. L.1996. Amaranth ., New crop opportunity .207-220 pp .*In* :J.janick (Ed),Progress in New Crops. ASHA press , Alexandria, VA.
24- Odhiambo, G.D., and E.S., Ariga. 2001. Effect of intercropping maize and beans onstring incidence and grain yield.Seventh Eastern and Southern Africa Regions Maize Confernce.11th-15th Februry.2001.Pp 183-186.
25- Park ,J .1988. Environmental management in agriculture. Betharen Press, London. pp 260.
26- Tuna, C. and A., Orak .2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.)/oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixture .Journal Agricultural and Biological Science.2:14-19.
27- Santalla ,M., M.A., Fueyo., A.P., Rodino, I., Montero and A.M., De ron. 1999. Breeding for culinary and nutritional quality of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)in intercropping systems with maize (*Zea mays*).Biotechnology Agronomy.Soc. Environment. 3.4:225-229.
28- vandermer.J .1989.The Ecology of Intercropping. Cambrige University. Press .page:1-67.
29- Wahua,T.A. J. and D. A., miller.1978. Effects of intercropping on soybean N2 -fixation and lant composition on associated sorghum and soybean .Agronomy Journal. 70:292-95.
30- Willy, R.W., M., Natarajan, M.S., Reddy, M. R., Rao, P.T.C., Numbiar, J., Kanmaiyan, and V.S., Bhatnagar. 1983. Intercropping studies with annual crops , pp .83-100. *In*: J. Nugent and M. O ,Connor (Ed). Better Crops for Food .Pitman Publishing , London.