



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۳
صفحه‌های ۳۸۰-۳۶۹

اثر فاصله کشت و مقدار بذر بر عملکرد دانه، پروتئین و صفات زراعی دو رقم لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) در شهرستان رشت

محمد ربیعی^{۱*} و مهرداد جیلانی^۲

۱. مربی، بخش اصلاح بذر، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران
۲. دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۲۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۴/۱۶

چکیده

به منظور بررسی اثر فاصله کاشت و مقدار بذر بر عملکرد دانه و صفات زراعی ارقام لوبیا، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی دو سال زراعی ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل فاصله ردیف کشت (۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی متر) به عنوان کرت اصلی، و ارقام لوبیا قرمز ('خالدار باقلای گرم' و 'قرمز کیشهری') و مقدار بذر (۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان کرت‌های فرعی بودند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در سال دوم (۱۴۷۸/۸ کیلوگرم در هکتار)، فاصله ردیف کشت ۲۰ سانتی متر (۱۳۹۶/۳ کیلوگرم در هکتار)، رقم خالدار باقلای گرم (۱۳۹۸/۸ کیلوگرم در هکتار) و مقدار بذر ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار (۱۴۱۴/۱ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. مقدار ۱۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار بیشترین عملکرد پروتئین (۳۳۴/۰ کیلوگرم در هکتار) را نیز در پی داشت. همچنین نتایج این تحقیق حاکی از آن است که فواصل بین ردیف کمتر، مقدار بذر بیشتر و کاربرد رقم خالدار باقلای گرم به دلیل عملکرد زیاد و دارا بودن صفت زودرسی برای منطقه آزمایش مناسب‌تر است.

کلیدواژه‌ها: تراکم بوته، رقم خالدار باقلای گرم، زی‌توده، شاخص برداشت پروتئین، کشت دوم.

۱. مقدمه

بیشترین همبستگی عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در واحد سطح و شاخص برداشت به ترتیب با ۰/۹۴ و ۰/۸۵ مشاهده شد [۸]. تلاش زادآوری از نسبت وزن غلاف به وزن بوته به دست می آید و نشان دهنده مقدار اختصاص مواد فتوسنتزی به اندام زایشی در مقایسه با اندام رویشی است و افزایش مقدار آن از اهداف مهم فیزیولوژیست‌ها است [۶].

آرایش کاشت از جمله عواملی است که می‌تواند بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان زراعی مؤثر باشد. به منظور بررسی آرایش مناسب کاشت برای هر گیاه، باید تراکم مناسب در هر منطقه برای دستیابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی بررسی شود. طی بررسی اثر تراکم بر ارقام لوبیا مشخص شد که با افزایش تراکم، درصد پروتئین کاهش یافت که دلیل آن رقابت بوته‌ها برای جذب نیتروژن در واحد سطح و در نتیجه کاهش سطح نیتروژن دریافتی برای هر بوته بود [۲]. براساس تحقیقی، درصد پروتئین در لوبیا تحت تأثیر تراکم بوته قرار نداشت [۱۲]. براساس گزارشی با کاهش تراکم بوته، درصد پروتئین دانه افزایش یافت، هرچند با افزایش تراکم کاشت بر عملکرد پروتئین افزوده شد که علت، افزایش عملکرد دانه ذکر شد. بین عملکرد دانه و عملکرد پروتئین دانه همبستگی مثبت و معناداری وجود داشت. فاصله ردیف کشت اثر معناداری بر مقدار پروتئین دانه لوبیا نداشت [۳]. در بررسی فاصله ردیف کشت و فواصل بوته بر لویاسفید گزارش شد که با افزایش فاصله ردیف و فواصل بوته، عملکرد دانه و زی توده کاهش پیدا کرد، ولی شاخص برداشت افزایش یافت [۹]. در بررسی فواصل ردیف کاشت و تراکم بوته بر عملکرد لاین‌های امیدبخش لوبیا، اثر فاصله کاشت بر ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه معنادار نشد، ولی با کاهش فاصله کاشت، تعداد غلاف در بوته کاهش یافت و با کاهش

حبوبات پس از غلات مهم‌ترین منبع غذایی بشر محسوب می‌شوند. در بین حبوبات آبی، لوبیا مهم‌ترین گیاه است. در ایران گیاه لوبیا در بین حبوبات از نظر سطح زیرکشت مقام اول را دارد و تولید سالیانه آن ۲۱۶۱۳۰ تن است [۲۲]. با توجه به محتوای پروتئینی دانه، سطح زیر کشت گسترده و ارزش اقتصادی مطلوب لوبیا، اعمال مدیریت زراعی بهینه به منظور بهره‌گیری هرچه بیشتر از پتانسیل عملکرد آن ضروری به نظر می‌رسد [۱۰].

فواصل ردیف و تراکم کشت از عوامل مهم در عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی محسوب می‌شوند. از مهم‌ترین شروط لازم برای دستیابی به عملکرد بالا، فراهم کردن شرایط مطلوب استفاده از انرژی تابشی خورشید برای تولید مواد فتوسنتزی در بالاترین حد کارایی است که این هدف با تغییر تراکم بوته و توزیع صحیح بوته‌ها در واحد سطح میسر می‌شود [۱]. در صورت باریک بودن فواصل ردیف کشت و افزایش تراکم، مواد فتوسنتزی به جای رشد زایشی، صرف رشد رویشی و افزایش تنفس گیاه می‌شوند. از سوی دیگر، هرچند افزایش فواصل ردیف و مقدار بذر بیشتر موجب افزایش عملکرد تک بوته می‌شود، عملکرد در واحد سطح کاهش خواهد یافت. افزایش تراکم تا حدودی سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود، ولی در نهایت مقدار آن ثابت می‌ماند و حتی در صورت محدود نبودن عوامل رطوبتی و تغذیه خاک، به دلیل عدم نفوذ نور به جامعه گیاهی، عملکرد کاهش خواهد یافت [۲۰].

تحقیقات نشان داد که ارقام لوبیا در فاصله ردیف کشت ۱۵ سانتی‌متر از نظر صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در مقایسه با فواصل دیگر از برتری معناداری برخوردار بودند [۱۱]. براساس تحقیقی، با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه، زی توده، شاخص برداشت و تعداد غلاف در واحد سطح افزایش یافت.

اثر فاصله کشت و مقدار بذر بر عملکرد دانه، پروتئین و صفات زراعی دو رقم لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris L.*) در شهرستان رشت

آمد، ولی وزن صددانه و شاخص برداشت تحت تأثیر فواصل ردیف قرار نگرفت و تنها اثر رقم بر آن معنادار بود [۱۶]. در بررسی اثر سه فاصله ردیف کشت (۳۰، ۴۵ و ۶۰ سانتی متر) بر دو رقم لوبیا گزارش شد که با کاهش فاصله بین ردیف یا افزایش تراکم بر سرعت رشد محصول افزوده شد و بیشترین عملکرد دانه در فاصله بین ردیف کاشت ۳۰ سانتی متر به دست آمد [۴]. در مطالعه دیگری گزارش شد که تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر فاصله بین ردیف قرار نمی‌گیرد [۱۷]. با اعمال آرایش‌های مختلف کاشت در زراعت لوبیا مشاهده شد که با کاهش فواصل بین ردیف، عملکرد دانه در واحد سطح افزایش یافت [۲۵].

گیاه لوبیا از مهم‌ترین حبوبات کشت‌شده در تناوب با برنج در اراضی استان گیلان است و به دلیل ارزش اقتصادی بسیار مطلوب، به طور سنتی در نقاط مختلف استان کشت می‌شود. به دلیل نبود تحقیقات مدون و داده‌های کافی در خصوص اثر فواصل ردیف کشت و مقادیر بذر بر ارقام لوبیا در منطقه، هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر فاصله ردیف کشت و مقدار بذر بر عملکرد و برخی صفات زراعی ارقام لوبیا به عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج در شهرستان رشت بود.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر فاصله ردیف کشت و مقدار بذر بر عملکرد و برخی از صفات زراعی دو رقم لوبیا، آزمایشی به صورت اسپلیت-فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقاتی کشت دوم در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهر رشت اجرا شد. در این آزمایش، سه فاصله ردیف کشت ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی متر به عنوان کرت اصلی و سه مقدار بذر (۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار) و ارقام لوبیا شامل ۱. خالدار باقلای گرم؛ ۲. رقم قرمز

فاصله کاشت از ۶۰ به ۴۰ سانتی متر، عملکرد ۱۵/۵ درصد افزایش یافت [۵]. نتایج تحقیقات نشان داد که تراکم‌های بسیار زیاد سبب کاهش چشمگیر تعداد غلاف در بوته می‌شود [۲۳]. نتایج پژوهشی در خصوص اثر فواصل ردیف کاشت بر ارقام لوبیا بیانگر آن بود که در ارقام رشد ایستاده و نیمه‌ایستاده، بهترین فاصله بوته ۲۰ سانتی متر بود و عملکرد دانه بیشترین همبستگی را با صفات تعداد غلاف در بوته و ارتفاع بوته داشت. همچنین گزارش شد که صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن صددانه و عملکرد دانه تحت تأثیر فواصل ردیف قرار نگرفت [۱۴]. در بررسی اثر فاصله ردیف کشت (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی متر) بر گیاه لوبیا چشم‌بلی گزارش شد که اثر فواصل ردیف بر صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه معنادار شد، ولی بر وزن صددانه و شاخص برداشت معنادار نشد و بیشترین تعداد غلاف در بوته در فاصله بوته ۲۵ سانتی متر و بیشترین تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه در فاصله ردیف ۱۰ سانتی متر به دست آمد [۱۳].

کشت گیاهان در فواصل ردیف باریک سبب توزیع متعادل بوته‌ها، ایجاد الگوی کاشت مناسب، بهبود جذب مواد غذایی از خاک، کاهش رقابت علف‌های هرز، افزایش نور و افزایش عملکرد می‌شود [۱۸]. در بررسی فاصله ردیف کشت (۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی متر) بر گیاه لوبیا، صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در گیاه، تعداد غلاف در بوته، وزن صددانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه با کاهش فاصله ردیف، کاهش یافت [۱۹]. در بررسی اثر تراکم بر توده‌های لوبیا در کلمبیا، بیشترین عملکرد دانه از تراکم بیشتر به دست آمد [۲۴]. نتایج بررسی اثر فواصل ردیف کاشت ۲۰ و ۴۰ سانتی متر بر ارقام سیاهدانه نیز مؤید این مطلب بود که بیشترین وزن دانه در واحد سطح، وزن غلاف در واحد سطح و عملکرد دانه از فاصله ۲۰ سانتی متر به دست

تیمار صورت پذیرفت. ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به صورت سرک در مرحله ساقه‌رفتن به گیاه داده شد. عملیات مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی و در مرحله چهاربرگی انجام گرفت. قبل از برداشت در چهار نقطه از هر کرت کادر چوبی انداخته و تعداد بوته در متر مربع تعیین شد. میانگین دمای هوا، بارندگی و مجموع ساعات آفتابی ماهانه دو سال اجرای آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. برای تعیین عملکرد غلاف، دو ردیف کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف و بقیه به عنوان سطح برداشت انتخاب شد. برای محاسبه زی توده، اندام هوایی از ۴ متر مربع در مرحله رسیدگی فیزیولوژی (۴۰ درصد رطوبت دانه) برداشت و پس از خشک کردن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، توزین شد. برای اندازه‌گیری صفاتی چون تعداد غلاف در واحد سطح و تعداد دانه در واحد سطح، تعداد ده بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و میانگین صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته محاسبه و در تراکم بوته ضرب شد. وزن تک بوته از تقسیم زی توده بر تراکم بوته به دست آمد. فاصله بین زمان کاشت تا برداشت به عنوان صفت طول دوره رویش ثبت شد. برای به دست آوردن عملکرد دانه، ۲ کیلوگرم غلاف از هر تیمار انتخاب و پس از جدا کردن بذور، به مدت ۴۸ ساعت در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و عملکرد دانه بر حسب ۱۴ درصد رطوبت دانه محاسبه شد. پس از محاسبه نیتروژن دانه از روش اتوکجلدال^۱، با ضرب آن در عدد ثابت ۶/۲۵ مقدار پروتئین دانه به دست آمد [۲۱]. عملکرد پروتئین از حاصل ضرب عملکرد دانه در مقدار پروتئین محاسبه شد. صفات تلاش‌زادآوری [۶]، شاخص برداشت [۱۵] و شاخص برداشت پروتئین [۷] به ترتیب از تقسیم عملکرد غلاف، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین بر زی توده به دست آمد.

کیاشهری به عنوان کرت‌های فرعی منظور شدند. ارقام کشت شده از نوع ایستاده و رشد محدود بود که متوسط عملکرد آنها ۲/۵ تا ۳ تن غلاف در هکتار است. رقم خالدار باقلای گرم^۲ بیشترین سطح زیر کشت در استان گیلان را دارد که گل آن به رنگ ارغوانی و دانه آن به صورت قلوهای کشیده با رگه‌های مشکی در زمینه کرم‌رنگ است. لوبیای قرمز کیاشهری^۳ از نظر شکل ظاهری شبیه لوبیای رگه‌مشکی^۴ است، با این تفاوت که رگه‌های روی بذر به رنگ قرمز در زمینه کرم قرار دارد. بذور ارقام از سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان تهیه شد. هر تیمار شامل شش خط کشت به طول ۶ متر بود و فواصل بین تیمارها ۱ متر و بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. بعد از برداشت برنج، عملیات شخم حداقل با استفاده از رتباتور طی دو مرحله در عمق ۱۰-۱۵ سانتی‌متر انجام گرفت و برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش ترفلان به مقدار ۲ لیتر در هکتار استفاده شد. پیش از آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک محل آزمایش نمونه مرکبی تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه آب و خاک مؤسسه تحقیقات برنج تعیین شد (جدول ۱).

با توجه به خصوصیات خاک منطقه از نظر کمبود مواد آلی و عدم اطمینان درباره وجود شرایط مطلوب برای کارایی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، قبل از عملیات دیسک ۲۰ کیلوگرم نیتروژن به مزرعه داده شد. همچنین قبل از عملیات دیسک زدن ۷۰ کیلوگرم سوپرفسفات در هکتار و ۷۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار به مزرعه داده شد. به منظور خروج زه‌آب، اطراف زمین زهکش‌هایی به عمق ۲۰-۳۰ سانتی‌متر و به عرض ۲۵-۳۰ سانتی‌متر احداث شد. کاشت بذور نیز به صورت دستی در تاریخ ۱۰ شهریور و در عمق ۴-۵ سانتی‌متری بین ردیف‌های تعیین شده و براساس محاسبه مقدار بذر مورد نیاز در هر

1. Kjeldahl, Tecator Analyzer 1030, Sweden-1996

اثر فاصله کشت و مقدار بذر بر عملکرد دانه، پروتئین و صفات زراعی دو رقم لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris L.*) در شهرستان رشت

جدول ۱. نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش

عمق (cm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته گل اشباع (%)	کربن لی (mg/kg)	روی قابل جذب (mg/kg)	نیترژن کل (%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	نسیم قابل جذب (%)	رطوبت (%)	سیلین (%)	رطوبت (%)	سال
۰-۳۰	۰/۵۷	۶/۳۸	۱/۶	۳/۱	۰/۱۰۵	۲۵	۲۳۴	۹	۳۷	۵۴	۱۳۸۷
۰-۳۰	۰/۷۸	۶/۴۰	۱/۱	۳/۲	۰/۱۲۱	۲۴	۲۰۶	۹	۳۷	۵۴	۱۳۸۸

جدول ۲. آمار هواشناسی محل اجرای آزمایش در طول دوره رشد و نمو گیاه لوبیا

ماه	دما (°C)		میزان بارندگی (mm)		میزان ساعات آفتابی	
	کمینه	بیشینه	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۸
شهریور	۲۰/۴	۲۸/۸	۱۸/۶	۲۷/۵	۵۰/۳	۴۶/۱
مهر	۱۶/۳	۲۴/۲	۱۴/۷	۲۳/۹	۱۶۳/۱	۱۳۰/۵
آبان	۸/۸	۱۶/۷	۱۱/۹	۲۰/۹	۳۷۷/۶	۲۴۳/۸
آذر	۱۰/۹	۱۹/۳	۶/۴	۱۷/۰	۱/۹	۲۳/۳
میانگین	۱۴/۲	۲۲/۳	۱۴/۲	۲۳/۳		
مجموع					۵۹۲/۹	۴۴۳/۹

از اجزای عملکرد تعیین می‌شود. در لوبیا عملکرد دانه تابعی از تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال دوم آزمایش با میانگین عملکرد دانه ۱۴۷۸/۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با میانگین ۱۲۱۰/۶ کیلوگرم در هکتار از برتری معناداری برخوردار بود. این نتیجه با توجه به بیشتر بودن تراکم بوته، عملکرد غلاف، زی توده و شاخص برداشت در سال دوم آزمایش طبیعی به نظر می‌رسید. در بین فواصل ردیف کشت، فاصله ۲۰ سانتی متر با میانگین ۱۳۹۶/۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین، و فاصله ردیف کشت ۴۰ سانتی متر با میانگین ۱۲۹۳/۹ کیلوگرم در هکتار کمترین

تجزیه مرکب با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمارهای آزمایشی برای صفات مورد نظر صورت گرفت. قبل از تجزیه مرکب، به منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده شد. به دلیل یکنواختی واریانس خطای صفات برای تمامی صفات مورد ارزیابی تجزیه مرکب انجام گرفت. مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارها از آزمون توکی و با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) انجام گرفت.

۳. نتایج و بحث

در گیاهان زراعی، عملکرد دانه براساس نسبت‌های مختلفی

به دلیل بارندگی کمتر و دما و ساعات آفتابی بیشتر، با میانگین ۲۶۸۹/۷ نسبت به سال اول با میانگین ۲۱۱۶/۵ کیلوگرم در هکتار از برتری معناداری برخوردار بود و در گروه آماری جداگانه‌ای قرار گرفت. بین ارقام آزمایش شده، رقم خالدار باقلای گرم^۳ به دلیل تراکم بیشتر و تعداد غلاف بیشتر در واحد سطح نسبت به رقم قرمز کیشهری^۱ عملکرد غلاف بیشتری تولید کرد. بین فواصل ردیف کشت نیز، فاصله ۲۰ سانتی متر با میانگین ۲۶۱۷/۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد غلاف را داشت. نتایج تحقیق صورت گرفته در خمین درخصوص تأثیر فاصله ردیف کشت بر عملکرد ارقام امیدبخش لوبیا نشان داد که با وجود عدم تأثیر فواصل کشت بر اجزای عملکرد، با کاهش فاصله ردیف کشت از ۶۰ به ۴۰ سانتی متر، عملکرد ۱۵/۵ درصد افزایش یافت [۵]. محققان گزارش کردند که کشت گیاهان در فواصل ردیف باریک سبب توزیع متعادل بوته‌ها، ایجاد الگوی کاشت مناسب، بهبود جذب مواد غذایی از خاک، کاهش رقابت علف‌های هرز، افزایش کارایی نور و افزایش عملکرد می‌شود [۱۸]. بین مقادیر بذر نیز مقدار بذر ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۲۵۵۱/۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد غلاف را به دست آورد (جدول ۴). علت افزایش عملکرد غلاف در مقدار بذر ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار را می‌توان به افزایش تراکم بوته و بیشتر بودن تعداد غلاف و تعداد دانه در واحد سطح آن مرتبط دانست.

از نظر زی توده نیز سال دوم با بهره‌گیری از تراکم بوته بیشتر، عملکرد زیستی بیشتری نسبت به سال اول تولید کرد. بین ارقام کشت شده، رقم خالدار باقلای گرم^۳ با توجه به معنادار نبودن وزن تک بوته و با بهره‌گیری از تراکم بیشتر، ماده خشک بیشتری تولید کرد. از جمله دلایل عدم کاهش وزن تک بوته در رقم خالدار باقلای گرم^۳ تولید غلاف بیشتر این رقم نسبت به رقم قرمز کیشهری^۱ است.

عملکرد دانه را داشتند (جدول ۴). عملکرد دانه نتیجه رقابت بین بوته‌ای و درون بوته‌ای در اجتماع گیاهی است و برای به حداقل رساندن این رقابت‌ها و دست‌یافتن به حداکثر عملکرد دانه، توزیع مناسب بوته دارای اهمیت ویژه‌ای است [۱]. در بین ارقام لوبیا، رقم خالدار باقلای گرم^۳ به دلیل برتری در صفات تراکم بوته، تعداد دانه در واحد سطح و تعداد غلاف در واحد سطح نسبت به رقم قرمز کیشهری^۱، عملکرد دانه بیشتری تولید کرد و در گروه آماری جداگانه‌ای قرار گرفت (جدول ۴). در بین مقادیر بذر نیز، به کارگیری ۱۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار به واسطه افزایش تعداد غلاف و دانه در واحد سطح توانست عملکرد دانه بیشتری تولید کند. گیاهان زراعی در تراکم‌های کم، با وجود شاخه‌بندی بیشتر، به علت کاهش بوته در واحد سطح، عملکرد در واحد سطح کمتری دارند و در مقابل در تراکم زیاد نیز ممکن است به دلیل رقابت بین بوته‌ها، کاهش شاخه فرعی، نرسیدن نور به سایه‌انداز گیاهی و عدم جریان هوا در سایه‌انداز عملکرد کاهش یابد [۱]. براساس گزارشی با افزایش مقدار بذر، تعداد غلاف در بوته کاهش یافت، هرچند به دلیل افزایش تعداد غلاف و دانه در واحد سطح در اثر افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه افزایش پیدا کرد [۲]. نتایج این تحقیق نشان داد که کمترین عملکرد دانه از تیمار استفاده از ۷۰ کیلوگرم بذر در هکتار با میانگین ۱۲۶۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. در تراکم‌های کمتر به دلیل کاهش شاخص سطح برگ، از حداکثر ظرفیت فتوسنتزی گیاهان در واحد سطح استفاده نشد و سبب کاهش عملکرد نسبت به سایر مقادیر بذر شد. با توجه به اینکه در استان گیلان مصرف عمده لوبیا به صورت سبز و خرید غلاف تازه توسط مصرف‌کنندگان صورت می‌گیرد، بررسی عملکرد غلاف گیاه لوبیا با توجه به ارزش اقتصادی آن حائز اهمیت است. نتایج بیانگر آن بود که عملکرد غلاف در سال دوم نیز همانند عملکرد دانه

نیترژن توسط هر بوته مرتبط دانست. با وجود این، به دلیل بیشتر بودن عملکرد دانه در سال دوم، عملکرد پروتئین نسبت به سال اول افزایش یافت (جدول ۴). بین فواصل ردیف کشت، فاصله ۴۰ سانتی متر با میانگین ۲۴/۶ درصد و فاصله ۲۰ سانتی متر با میانگین ۲۳/۴ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار پروتئین را داشتند. مقدار پروتئین در تیمار ۷۰ کیلوگرم بذر در هکتار به دلیل تراکم کمتر بوته و تجمع بیشتر نیترژن در بافت‌های گیاهی و انتقال آن به دانه، با میانگین ۲۴/۶ درصد نسبت به مقادیر بذر ۹۰ و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با میانگین‌های ۲۳/۸ و ۲۳/۶ درصد در گروه متفاوت آماری جای گرفت. این نتیجه با یافته‌های محققان دیگر مشابهت داشت [۲، ۳].

با توجه به اینکه عملکرد پروتئین تابعی از دو مؤلفه مقدار پروتئین و عملکرد دانه است، به نظر می‌رسد تغییرات عملکرد پروتئین اساساً مربوط به تغییرات عملکرد دانه بود. مقایسه میانگین نشان داد که شاخص برداشت پروتئین در سال دوم با میانگین ۶/۷ درصد نسبت به سال اول با میانگین ۵/۹ درصد برتری معناداری داشت. این نتیجه با توجه به بیشتر بودن صفات تلاش زادآوری و شاخص برداشت قابل انتظار بود.

تعداد دانه در واحد سطح صفتی است که می‌تواند از عوامل تعیین‌کننده برای حصول عملکرد مطلوب تلقی شود. براساس نتایج به‌دست‌آمده، سال دوم آزمایش به دلیل تراکم بوته بیشتر تعداد دانه در واحد سطح بیشتری در مقایسه با سال اول داشت (جدول ۴). با توجه به آنکه فاصله ردیف کشت اثر معناداری بر تراکم بوته نداشت، تعداد دانه در واحد سطح تحت تأثیر فواصل ردیف کشت قرار نگرفت. رقم خالدار باقلای گرم^۱ به دلیل دارا بودن بیشترین تراکم بوته با میانگین ۴۸۷/۷ دانه در مقایسه با رقم قرمز کیشهری^۲ با میانگین ۴۴۳/۴ دانه در واحد سطح در گروه آماری متفاوتی قرار داشت (جدول ۴).

مقدار بذر ۱۱۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با میانگین ۵۳۴۴/۷ و ۵۱۹۱/۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به مقدار بذر ۷۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۴۸۵۶/۷ کیلوگرم در هکتار از زی‌توده بیشتری برخوردار بودند و در گروه‌های آماری متفاوتی قرار داشتند. به نظر می‌رسد افزایش زی‌توده در مقدار بذر بیشتر همانند عملکرد دانه در اثر افزایش تعداد بوته در واحد سطح حاصل شده است. در مقادیر بذر بیشتر، در اثر افزایش تراکم بوته در واحد سطح و رقابت درون‌گونه‌ای، بوته‌ها سریع‌تر وارد فاز زایشی شدند و با کاهش رشد رویشی وزن تک‌بوته کاهش یافت، هرچند کاهش وزن تک‌بوته با افزایش تعداد بوته جبران شد و وزن خشک در واحد سطح افزایش یافت. براساس گزارشی با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه، عملکرد زی‌توده، شاخص برداشت و تعداد غلاف در واحد سطح افزایش یافت [۸].

تلاش زادآوری نشان‌دهنده مقدار آسمیلاتی است که گیاه به تولید اندام‌های زایشی اختصاص می‌دهد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که صفات تلاش زادآوری و شاخص برداشت در سال دوم به ترتیب با میانگین ۵۱/۶ و ۲۸/۴ درصد نسبت به سال اول دارای برتری بودند (جدول ۴). افزایش عملکرد غلاف و دانه از طریق افزایش شیرۀ پرورده، ذخیره کربوهیدرات در اندام‌ها و فتوسنتز مناسب گیاه در مراحل زایشی حاصل می‌شود و از این‌رو شاخص‌هایی همچون تلاش زادآوری و شاخص برداشت نسبت به زی‌توده، مقیاس‌های مناسب‌تری برای سنجش کارایی گیاه محسوب می‌شوند.

نتایج مقایسه میانگین در خصوص صفت مقدار پروتئین نشان داد که سال اول با میانگین ۲۴/۵ درصد نسبت به سال دوم با میانگین ۲۳/۶ درصد از برتری معناداری برخوردار بود. بیشتر بودن مقدار پروتئین در سال اول را می‌توان به تراکم کمتر بوته در واحد سطح و در نتیجه جذب بیشتر

جدول ۳. نتایج تجزیه مرکب صفات مطالعه‌شده در گیاه لوبیا طی دو سال زراعی ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸

طول دوره	تعداد دانه	تعداد غلاف	تعداد غلاف در واحد سطح	وزن	تک‌بوته	واحد سطح	شاخص برداشت		مقدار	شاخص برداشت	تلاش	زیاده	عسکر دانه	عسکر غلاف	درجه آزادی	منابع تغییرات
							پروتئین	پروتئین								
۲۸۴**	۸۰۷۸۵۸**	۹۱۴۰۳**	۲۲۴۵**	۳۳۱/۱**	۱۷/۰	۷۴۴۷۷**	۱۹/۷**	۴۹۲**	۳۲۷۱**	۷۱۷۰۳۷**	۱۹۴۱۹۳۳**	۸۸۷۰۳۲۷**	۱	سال		
۰/۴	۹۶۶۸	۹۳۸	۱۶/۸	۰/۱۵	۳۰/۱	۲/۶	۶/۵	۲/۵	۳۳۶۸۴	۷۰۱۱	۷۰۱۱	۷۰۱۱	۲	سال (تکرار)		
۳/۵**	۲۷۴۹**	۹۹۷**	۱۸۸۴**	۱۴۲۱**	۴/۵**	۳۸۵**	۱۴/۶**	۲۱/۶**	۳۶۷۷۰۵۶**	۹۴۳۲۴**	۱۳۹۱۰۴۶**	۲	فاصله کاشت			
۰/۶	۱۰۱۹	۱۱۲/۵	۸/۷	۲۵/۱	۱/۶	۱۲۱۱	۲۲/۰	۵۸/۲	۷۴۸۰۳۷	۹۸۲۶	۱۰۵۱۹	۴	خطای ۵			
۲۵۲**	۵۲۹۵۶**	۳۱۸۰۷**	۰/۳**	۷۰/۱**	۰/۱۰۰**	۱۰۱۸۷**	۳/۱**	۴/۶**	۲۴۱۲۰۳۳**	۳۷۱۲۸۲**	۵۶۷۸۶۴**	۱	رقم			
۵/۱**	۳۳۵۳**	۲۵۸۲۷**	۷۳/۵**	۲۳۰/۶**	۰/۶**	۴۶۵۱**	۹/۶**	۲/۰**	۲۰۴۹۸۱۳**	۱۹۳۲۹۵**	۸۲۸۱۷۸**	۲	مقدار بذر			
۰/۲**	۱۹۶۹**	۳۴۸/۲**	۱۲/۴**	۱۷/۰**	۱/۰**	۵۸۷**	۱۶/۳**	۳۶/۰**	۴۰۵۶۰۳**	۱۸۲۵۰**	۹۱۵۲۸**	۲	فاصله زدیف کشت × رقم			
۰/۴**	۵۰۶۹**	۷۶/۳**	۲/۹**	۱/۷**	۰/۳**	۹۰۸**	۱/۳**	۴/۸**	۸۵۵۷۰**	۱۰۰۵۸**	۳۳۴۱۹**	۴	فاصله زدیف کشت × مقدار بذر			
۱/۰**	۶۱۷**	۴۱/۹**	۱/۰**	۲/۹**	۰/۴**	۲۸۶۲**	۱/۴**	۰/۴**	۷۳۵۱۹**	۲۲۵۵**	۱۵۵۸۶**	۲	رقم × مقدار بذر			
۰/۲**	۲۸۵۷**	۱۹۰/۱**	۱/۱**	۶/۲**	۰/۱**	۲۶۱**	۰/۷**	۱/۸**	۱۱۸۷۲**	۲۱۶۴**	۱۲۲۴۱**	۴	فاصله زدیف کشت × رقم × مقدار بذر			
۰/۱**	۱۷۱۳**	۳۲۷**	۰/۹**	۳/۷**	۱/۴**	۳۴۴**	۰/۵**	۳۴/۰**	۹۵۲۳**	۶۰۰۶**	۲۹۱۹۹۴**	۲	سال × فاصله زدیف کشت			
۰/۱**	۳۴۴۳**	۹۲/۸**	۷/۴**	۱۷/۱**	۸/۸**	۲۲۱۱۶**	۰/۷**	۱۲۰/۱**	۳۶۳**	۲۸۷۹۶۹**	۸۶۶۸۴۴**	۱	سال × رقم			
۰/۶**	۲۶۶۵**	۲۸۶/۴**	۱/۹**	۳/۵**	۰/۳**	۳۵۱**	۰/۹**	۳/۶**	۰/۸۸**	۱۴۳۳**	۶۵۵۲**	۲	سال × مقدار بذر			
۰/۲**	۱۹۳۱**	۷۸/۷**	۰/۳**	۰/۱۸**	۰/۲**	۱۸۹**	۱/۱**	۲/۹**	۳۷۷۱۹**	۱۳۲۸۳**	۳۲۶۵۳**	۲	سال × فاصله زدیف کشت × رقم			
۰/۴**	۲۸۱۵**	۱۴۶/۵**	۶/۵**	۱۰/۵**	۰/۲**	۸۱**	۰/۱**	۴/۰**	۷/۷**	۱۸۴۲۶**	۱۵۷۲**	۴	سال × فاصله زدیف کشت × مقدار بذر			
۰/۳**	۲۷۹۴**	۳۲۲/۰**	۲/۹**	۴/۰**	۰/۹**	۲۲۲۰**	۱/۲**	۸/۶**	۱۸/۴**	۸۷۵۸**	۲۷۰۲۰**	۲	سال × رقم × مقدار بذر			
۰/۳**	۴۵۲۷**	۱۷۱/۶**	۲/۹**	۴/۴**	۰/۲**	۵۲۰**	۱/۰**	۲/۷**	۲/۴**	۱۰۹۶۱**	۸۰۴۸**	۴	سال × فاصله زدیف کشت × رقم × مقدار بذر			
۰/۳۵	۲۶۲۰	۱۹۷/۱	۳/۷	۷/۴	۰/۴	۸۰۹	۱/۳	۵/۲	۱۴/۶	۷۲۸۹۱	۱۰۵۷۳	۶۴	خطای آزمایش			
۰/۶۷	۱/۰	۹/۴۳	۱۰۰/۳۷	۹/۶۴	۱۰/۱۳	۸/۸۳	۴/۷۰	۸/۶۵	۸/۱۶	۵/۲۰	۷/۶۵	۸/۲۷	-	ضریب تغییرات		

NS غیر معنادار و * و ** به ترتیب معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

اثر فاصله کشت و مقدار بذر بر عملکرد دانه، پروتئین و صفات زراعی دو رقم لوبیا فرمز (*Phaseolus vulgaris L.*) در شهرستان رشت

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مطالعه شده در گیاه لوبیا طی دو سال زراعی ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸

طول دوره	تعداد دانه در واحد سطح	تعداد غلاف در واحد سطح	وزن تک بونه	تراکم بونه در واحد سطح	شاخص برداشت پروتئین (%)	شاخص برداشت پروتئین (%)	مقدار پروتئین (%)	تلاش زادآوری (%)	زی توده (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد غلاف (kg/ha)	تیمار آزمایشی
۹۱/۱ ^a	۳۷۹/۱ ^b	۱۱۹/۸ ^b	۲۰/۰ ^a	۲۵۷/۶ ^b	۵/۹ ^b	۲۴/۵ ^a	۲۴/۱ ^b	۴۲/۰ ^b	۵۰۵۶/۱ ^b	۱۲۱۰/۶ ^b	۲۱۱۶/۵ ^b	۱۳۸۷
۸۸/۰ ^b	۵۵۲/۱ ^a	۱۷۸/۰ ^a	۱۷/۲ ^b	۲۰/۹ ^a	۶/۷ ^a	۳۳/۶ ^b	۲۸/۴ ^a	۵۱/۶ ^a	۵۲۱۹/۱ ^a	۱۴۷۸/۸ ^a	۲۶۸۹/۷ ^a	۱۳۸۸
فاصله روئید کشت												
۸۹/۳ ^a	۴۷۴/۹ ^a	۱۴۹/۵ ^a	۱۹/۳ ^a	۲۹/۰ ^a	۵/۹ ^a	۲۳/۶ ^b	۲۵/۴ ^a	۴۷/۷ ^a	۵۴۸۴/۷ ^a	۱۳۹۶/۳ ^a	۲۶۱۷/۶ ^a	۲۰ سانتی متر
۸۹/۴ ^a	۴۶۹/۱ ^a	۱۵۰/۳ ^a	۱۸/۵ ^a	۲۸/۱ ^a	۶/۴ ^a	۲۴/۱ ^{ab}	۲۶/۵ ^a	۴۶/۶ ^a	۵۰۷۲/۵ ^a	۱۳۴۳/۹ ^{ab}	۲۳۶۰/۳ ^b	۲۰ سانتی متر
۸۹/۹ ^a	۴۵۲/۸ ^a	۱۴۷/۱ ^a	۱۸/۰ ^a	۲۷/۸ ^a	۶/۶ ^a	۲۴/۶ ^a	۲۶/۹ ^a	۴۶/۲ ^a	۴۸۵۵/۶ ^a	۱۲۹۳/۹ ^b	۲۲۳۱/۵ ^c	۴۰ سانتی متر
رقم												
۸۸/۰ ^b	۴۸۱/۷ ^a	۱۵۲/۴ ^a	۱۸/۵ ^a	۲۹/۱ ^a	۶/۳ ^a	۲۳/۹ ^a	۲۶/۵ ^a	۴۶/۸ ^a	۵۲۸۷/۰ ^a	۱۳۹۸/۸ ^a	۲۳۷۵/۶ ^a	بخالدار باقلای گرم ^۱
۹۱/۱ ^a	۴۲۲/۴ ^b	۱۴۲/۵ ^b	۱۸/۶ ^a	۲۷/۵ ^b	۶/۳ ^a	۲۴/۲ ^a	۲۶/۱ ^a	۴۶/۸ ^a	۴۹۸۸/۲ ^b	۱۲۹۴/۶ ^b	۲۳۳۰/۶ ^b	فرمز گیاهپوری ^۲
مقدار بذر												
۸۹/۹ ^a	۴۲۵/۲ ^c	۱۴۱/۲ ^b	۲۰/۸ ^a	۲۴/۸ ^c	۶/۴ ^a	۲۴/۶ ^a	۲۶/۲ ^a	۴۶/۲ ^a	۴۸۵۶/۷ ^b	۱۲۶۸/۰ ^c	۲۲۴۸/۰ ^c	۷۰ کیلوگرم در هکتار
۸۹/۵ ^b	۴۶۵/۳ ^b	۱۴۷/۵ ^b	۱۸/۷ ^b	۲۸/۳ ^b	۶/۳ ^a	۲۳/۸ ^b	۲۶/۱ ^a	۴۶/۴ ^a	۵۱۹۱/۴ ^a	۱۳۵۷/۰ ^b	۲۴۱۰/۶ ^b	۹۰ کیلوگرم در هکتار
۸۹/۱ ^c	۴۶۶/۳ ^a	۱۵۸/۰ ^a	۱۷/۱ ^c	۳۱/۸ ^a	۶/۲ ^a	۲۳/۶ ^b	۲۶/۵ ^a	۴۷/۸ ^a	۵۳۴۴/۷ ^a	۱۴۱۴/۱ ^a	۲۵۵۱/۱ ^a	۱۱۰ کیلوگرم در هکتار

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه، براساس آزمون توکی تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند.

شاخص‌های رشد و کارایی مصرف تابش دو رقم کلزای بدون گلبرگ و گلبرگ‌دار. علوم زراعی ایران. ۴۰۰-۳۸۲: (۴)۹.

۲. پرویزی س، امیرنیا ر، برنوسی ا، پاسبان‌اسلام ب، حسن‌زاده قورت‌تپه ع، و راعی ی (۱۳۹۰) تأثیر سطوح مختلف تراکم بر سرعت و روند پر شدن دانه، عملکرد و اجزاء عملکرد در ارقام لوبیا چیتی. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۸۷-۶۹: (۱)۱۸.

۳. ترابی‌جفودی آ، فیاض‌مقدم ا، و حسن‌زاده قورت‌تپه ع (۱۳۸۴) بررسی اثرات تراکم بوته و آرایش‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه در ارقام لوبیا قرمز تحت شرایط آبی. مجموعه مقالات اولین همایش ملی حبوبات: ۹۸-۱۰۰.

۴. ترابی‌جفودی آ، حسن‌زاده قورت‌تپه ع، و فیاض‌مقدم ا (۱۳۸۶) اثرات تراکم کاشت بر برخی از خصوصیات مورفوفیزیولوژیک در دو رقم لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.). پژوهش و سازندگی. ۷۱-۶۳: ۷۴.

۵. جعفری ا، اردکانی م، دری ح، قنبری ع و ایلکایی م (۱۳۸۹) تأثیر فواصل کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دو لاین امیدبخش لوبیا سفید در شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز. پژوهش‌های زراعی ایران. ۴۱-۳۴: (۱)۸.

۶. دانشیان ج، مجیدی س، هاشمی دزفولی ا و نورمحمدی ق (۱۳۸۱) بررسی اثر تنش خشکی بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم سویا، علوم زراعی. ۴۶-۳۵: (۳)۱.

۷. سیدی م، قربانی ر، رضوانی مقدم پ و نصیری محلاتی م (۱۳۹۲) کارایی مصرف و شاخص برداشت نیتروژن در سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) در

در بین مقادیر بذر نیز، مقدار ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۴۶۹/۳ دانه، در مقایسه با تیمار ۷۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۴۳۵/۲ دانه، تعداد دانه در واحد سطح بیشتری تولید کرد. از دلایل اصلی کاهش تعداد دانه در واحد سطح در تیمار ۷۰ کیلوگرم بذر در هکتار را می‌توان عدم تراکم مطلوب و تعداد غلاف کمتر در واحد سطح آن دانست. تعداد غلاف در واحد سطح در مقدار ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۱۵۸/۰ غلاف در مقایسه با دیگر مقادیر بذر در گروه آماری جداگانه‌ای قرار داشت (جدول ۴). در صورت افزایش تراکم گیاه لوبیا، تعداد غلاف در واحد سطح افزایش می‌یابد [۸].

طول دوره رویش در سال اول آزمایش به دلیل درجه حرارت و ساعات آفتابی کمتر و برخورد ارقام لوبیا با هوای سرد و بارندگی بیشتر نسبت به سال دوم طولانی‌تر بود. بین مقادیر بذر نیز، مقدار ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۸۹/۱ روز، کمترین طول دوره رویش را دارا بود که دلیل آن را می‌توان بیشتر بودن تراکم بوته و رسیدگی یکنواخت‌تر آن نسبت به سایر مقادیر بذر مربوط دانست. بین ارقام بررسی شده نیز رقم خالدار باقلای گرم دوره رشد ۸۸/۰ روز نسبت به رقم قرمز کیشهری با ۹۱/۱ روز، دوره رشد کوتاه‌تری داشت. با توجه به این که لوبیا، گیاهی گرمادوست محسوب می‌شود و به سرما و یخبندان حساس است، در صورت برداشت دیرتر با شرایط بارندگی و سرما مواجه می‌شود و در نتیجه عملکرد آن کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد در تناوب کشت برنج و لوبیا به‌ویژه در کشت دیرهنگام، استفاده از رقم خالدار باقلای گرم که دوره رشد کوتاه‌تری دارد، از مزیت نسبی بیشتری برخوردار است.

منابع

۱. اوزونی دوجی ع، اصفهانی م، سمیع‌زاده لاهیجی ح، و ربیعی م (۱۳۸۶) اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر

اثر فاصله کشت و مقدار بذر بر عملکرد دانه، پروتئین و صفات زراعی دو رقم لوبیا فرمز (*Phaseolus vulgaris L.*) در شهرستان رشت

۱۵. میرشکاری ب (۱۳۸۹) عملکرد و شاخص برداشت آفتابگردان در شرایط تک‌کشتی و رقابت با تاج خروس. دانش نوین کشاورزی. ۶(۱۸): ۷۳-۸۸.
16. Abdolrahimi B, Mehdikhani P and Hasanzadeh Gort Tappe A (2012) The effect of harvest index, yield and yield components of three varieties of black seed (*Nigella sativa*) in different planting densities. International Journal of AgriScience. 2(1): 93-101.
17. Adams PD and Weaver DB (1998) Brachytic stem traits, row spacing and plant population effects on soybean yield. Crop Science. 38:750-755.
18. Andrade FH, Calvino PA, Ciriloc A and Barbieria P (2002) Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. Agronomy. 94: 975-980.
19. Babaeian M, Javaheri M and Asgharzade A (2012) Effect of row spacing and sowing date on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*). African Journal of Microbiology Research. 6(20): 4340-4343.
20. Brothers ME and Kelly JD (1993) Interrelationship of plant architecture and yield components in the pinto bean ideotype. Crop Science. 33: 1234-1238.
21. Cox WJ, Cherney DJR and Hanchar JJ (1998) Row spacing, hybrid, and plant density effects on corn silage yield and quality. Production Agriculture. 11: 128-134.
22. FAO (2011) <http://www.fao.org>
23. Jettner RJ, Siddique KHM, Loss SP and French RJ (1999) Optimum plant density of desi chickpea (*Cicer arietinum*) increasing yield potential in south-western Australia. Australian Journal of Agricultural Research. 50: 1017-1025.
- دوره‌های رقابت علف‌های هرز. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۰(۱): ۱۴۱-۱۵۱.
۸. فرجی ه، قلی‌زاده ث، اولیایی ح و عظیمی‌گندمانی م (۱۳۸۹) تأثیر تراکم بوته بر عملکرد سه رقم لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris*) در شرایط آب و هوایی یاسوج. پژوهش‌های حبوبات ایران. ۱(۱): ۴۳-۵۰.
۹. کهراریان ب، و فاطمی ر (۱۳۸۳) بررسی اثر فاصله ردیف و فاصله بوته بر عملکرد لوبیا سفید رقم دانشکده. علوم زراعی ایران. ۶(۴): ۴۳۸-۴۴۰.
۱۰. گلچین ا، موسوی ف، قاسمی‌گل‌عزانی ک، و صبا ج (۱۳۸۷) رابطه بین تراکم بوته و عملکرد دانه‌ی سه رقم لوبیا چیتی در تاریخ‌های مختلف کاشت. دانش کشاورزی. ۱۸(۱): ۱۰۱-۱۱۷.
۱۱. مدنی ح، شیرزادی م و درینی ف (۱۳۸۷) تأثیر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی و لوبیا تپاری محلی جیرفت. یافته‌های نوین کشاورزی. ۳(۱): ۹۳-۱۰۴.
۱۲. مسعودی‌کیا م و عزیزی خ (۱۳۸۷) بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پروتئین ارقام لوبیا فرمز (*Phaseolus vulgaris L.*). دانشور علوم زراعی. ۱(۲): ۱-۱۴.
۱۳. مشتقی ع، موسوی ه، سیادت ع و فتحی ق (۱۳۸۹) اثر تاریخ و تراکم کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna sinensis L.*) در اهواز. تولید گیاهان زراعی. ۳(۳): ۲۲۹-۲۳۸.
۱۴. معینی م، زند ا، ناظر کاخکی ح، رزازی ع و کامل شیخ‌رحمه م (۱۳۸۸) بررسی عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم لوبیا فرمز در الگوهای مختلف کاشت. پژوهش‌نامه کشاورزی. ۱(۲): ۷۸-۹۲.

24. Singh SP and Gutierrez JA (1990) Effect of plant density on selection for seed yield in two population types of *Phaseolus vulgaris* L. *Euphytica*. 51: 173-178.
25. White JW, Kornegay J, Castillo J, Molano CH, Cajiao C and Tejada G (1992) Effect of growth habit on yield of large-seeded bush cultivars of common bean. *Field Crops Research*. 29(2): 151-161.