دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
دوره چهاردهم، شماره پنجاه و یک، ۱۴۰۱

تأثیر روش آبیاری، رقم و کود بر صفات اگروفیزیولوژیک دو رقم اصلاح شده لوبیا قرمز(*Phaseolus vulgaris L.*)

طاهره رحمانی[۱] ماشااله دانشور[۲] امیدعلی اکبرپور[۳] مجید شریفی‌پور[٤]

دریافت: ۱٤۰۲/۰٤/۰۷ پذیرش: ۱٤۰۲/۱۰/۱٦

چکیده

به‌منظور شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا تحت تأثیر برخی پارامترهای مدیریت زراعی، آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در شهرستان الیگودرز انجام شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل آبیاری (جوی و پشته‌ای و قطره‌ای) به‌عنوان کرت‌های اصلی و تلفیق فاکتورهای رقم (اختر و یاقوت) و کود (ازت–فسفر–پتاس) به مقدار نیاز گیاه بر اساس نتایج آزمون خاک و تلفیق کود زیستی و شیمیایی و کاربرد نیتروژن خالص) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که میانگین عملکرد دانه در رقم یاقوت و آبیاری قطره‌ای (۳۲۸۲/۳ کیلوگرم بر هکتار) نسبت به رقم اختر و آبیاری جوی و پشته‌ای (۲۳۱۹/۲ کیلوگرم بر هکتار) و با اختلاف (٤۱/۵۲ درصد) افزایش یافت. بیش‌ترین عملکرد دانه و کارایی انتقال مجدد ماده خشک از رقم یاقوت و کاربرد تیمار تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی به‌دست آمد. کم‌ترین عملکرد دانه و کارایی انتقال مجدد ماده خشک از رقم اختر و کاربرد کود ازت–فسفر–پتاس به‌دست آمد. ارقام تحت آبیاری قطره‌ای و کاربرد تیمار کودهای زیستی و شیمیایی در برخی صفات افزایش عملکرد معنی‌داری نشان دادند. براساس نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله داده‌ها **تلفیق دوجانبه رقم یاقوت و ترکیب کودهای زیستی و شیمیایی به دلیل حصول بیش‌ترین عملکرد دانه** (۳۷۷۷/٦ کیلوگرم بر هکتار)، عملکرد بیولوژیکی (۹۰۳۰/٦ کیلوگرم بر هکتار) و کارایی انتقال مجدد ماده خشک (۲۲ درصد) نسبت به رقم اختر در تیمار کود ازت–فسفر–پتاس به ترتیب (۸۹/۹ درصد، ۸۲/٦ درصد و ۸۳/۳ درصد) برترین تیمار بودند.

واژه‌های کلیدی: بیاری، عملکرد و اجزای عملکرد دانه، کود، لوبیا

رحمانی، ط.، م. دانشور، ا.، اکبرپور، م.، شریفی پور. ۱٤۰۱. تأثیر روش آبیاری، رقم و کود بر صفات اگروفیزیولوژیک دو رقم اصلاح شده لوبیا قرمز(*Phaseolus vulgaris L.*). ۱٤(۵۱): ٤٦-٦۱.

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

۲- استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی،دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران. نویسنده مسئول: Email: daneshvar.m@iu.ac.ir

۳- استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

٤- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

مقدمه

حبوبات به‌شکل کلی دومین منبع مهم تأمین غذای بشر، بعد از غلات، به‌شمار می‌روند و جایگزینی کم‌هزینه برای گوشت هستند (مفوسا، ۲۰۱۷). لوبیا یک منبع مهم پروتئین، فیبر و مواد مغذی است و قرن‌ها است که نقش مهمی در رژیم غذایی انسان دارد (یونتس و همکاران، ۲۰۱۸). این گیاه یکی از منابع اصلی تأمین پروتئین گیاهی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود (درسوم، ۲۰۰۷). مقدار پروتئین لوبیا دو تا چهار برابر غلات و ۱۰ تا ۲۰ برابر گیاهان غده‌ای است (سهیلی-موحد و همکاران، ۱۳۹۶). علاوه بر این به دلیل هم‌زیستی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن اتمسفری بر ریشه آن‌ها در حاصلخیزی خاک مؤثرند و هر ساله مقادیر زیادی نیتروژن بعد از برداشت این محصولات به خاک اضافه می‌شود (رندون-آنایا و همکاران، ۲۰۱۷). در سال‌های اخیر لزوم سلامت محصولات تولید شده در نظام‌های مختلف کشاورزی از نظر وجود بقایای سموم، مواد شیمیایی و اثر آن‌ها بر سلامت انسان و محیط زیست سبب شده است تا روش‌های تولید و نهاده‌های به‌کار رفته در تولید آن‌ها مورد توجه خاص قرار گیرند. هم‌چنین بررسی‌های انجام شده نشان داده مهم‌ترین دلیل کاهش عملکرد محصولات عمدتاً ناشی از عدم توازن تغذیه‌ای و آفات به دلیل محدودیت استفاده از کود و سموم شیمیایی بوده است (زیدی و همکاران، ۲۰۱۷). هدف از کشاورزی پایدار به حداقل رساندن اثرات زیان‌آور در نهاده‌های سنتزی مانند کودهای شیمیایی بر محیط زیست و در کنار آن استفاده از نهاده‌های آلی برای تأمین عناصر غذایی می‌باشد. از این رو کشاورزی پایدار از طریق جایگزینی مواد شیمیایی با کودهای آلی و زیستی، درصد افزایش حاصلخیزی و سلامت خاک، حفظ محیط زیست و افزایش کیفیت محصولات می‌باشد (آدسمویی و همکاران، ۲۰۱۹؛ رز و همکاران، ۲۰۱۹؛ کلوپر، ۲۰۰۹). امروزه در نقاط مختلف دنیا شاهد شناسایی و به کارگیری انواعی از باکتری‌ها در قالب کودهای زیستی مختلف هستیم (رز و همکاران، ۲۰۱۹). در پژوهشی که توسط ساریخانی و همکاران (۱۳۹۷) انجام گردید به بررسی کیفیت کودهای زیستی از قبیل شمارش جمعیت میکروبی و ویژگی‌های افزایندگی رشد گیاه توسط سویه‌های جدا شده از کودهای زیستی فسفوزیست و نیتروزیست پرداخته شده است. نتایج شمارش جمعیت میکروبی نشان داد که تعداد جمعیت میکروبی کود زیستی فسفوزیست و نیتروزیست به ترتیب ۲×۱۰^{۸} (تعداد باکتری‌های زنده در یک گرم کود) و $۱۰^{۶} \times ۴$ (تعداد باکتری‌های زنده در یک گرم کود) می‌باشد (ساریخانی، ۱۳۹۷). قناعی و همکاران (۱۳۹۶) در آزمایش‌های خود گزارش دادند تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی قادر به تأمین بخشی از نیازهای غذایی گیاه می‌باشد. برخی محققین در تحقیق خود اظهار داشتند کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا امکان تلفیق کودهای زیستی با کود شیمیایی برای تأمین نیاز محصول وجود دارد (صابری و همکاران، ۱۳۹۴) آبیاری تحت‌فشار به‌خصوص آبیاری قطره‌ای راه‌کاری مناسب برای عرضه آب و مواد غذایی مستقیماً در منطقه ریشه محصولات می‌باشد و به خاطر این پتانسیل راندمان کاربرد آب و مواد شیمیایی را به‌طور دقیقی افزایش می‌دهد (آبالس و همکاران، ۲۰۱۴). این رویکرد با افزایش کمبود آب و هزینه کودها در دهه‌های اخیر در حال گسترش است. برنامه کودآبیاری برای افزایش کیفیت و کمیت بسیاری از محصولات در حال گسترش هستند (گاردناس و همکاران، ۲۰۰۵؛ زنگ و همکاران، ۲۰۱۵). لوبیا گیاهی پرآب طلب است که نیاز خالص آبی آن در حدود ۵۵۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد (ساریخانی و همکاران، ۱۳۹۷). به همین دلیل علی‌رغم ارزش غذایی، قیمت بالای محصول و بازار مناسب آن، محدودیت منابع آب، مانع گسترش تولید لوبیا است. با وجود حساسیت این گیاه به تنش آبی، در حدود ۶۰ درصد از محصول لوبیا در جهان در مناطقی به‌دست می‌آید که تحت شرایط کم‌آبی قرار دارند (سوزا و همکاران، ۲۰۰۳). بنابراین با توجه به کمبود منابع آب در بخش کشاورزی هر گونه روشی که موجب افزایش تولید و عملکرد به ازای مصرف آب گردد از سوی کشاورزان مورد استقبال قرار خواهد گرفت. تغییر روش آبیاری می‌تواند روش موثری در دست‌یابی به حداکثر عملکرد به ازای آب مصرفی باشد. هم‌چنین تحت تأثیر نامطلوب کودهای کشاورزی بر کیفیت اراضی زراعی در درازمدت و نیز وجود ارقام متنوع لوبیا قرمز در افزایش عملکرد، این پژوهش طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در اراضی شاهپورآباد شهرستان الیگودرز به مختصات عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۱۴ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۲۱۱۹ متر اجرا گردید. قبل از شروع آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه جهت تعیین برخی از ویژگی‌های خاک

نمونه‌برداری به عمل آمد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است (جدول۱).

جدول ۱- نتایج آنالیز خاک زمین مورد آزمایش

بافت خاک	رس	سیلت	شن	نیتروژن آلی	کربن آلی	ماده آلی	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	مس	منگنز
	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(میلی گرم بر کیلوگرم)					
لومی	۲۰/۸	٤٤/٤	۳٤/۸	۰/۰۲	۰/۲٤	۰/۷	۱٤/۸	۲٦٤/۵	۵/۰۷	۱/۲۲	۲/٦۵	۱۲/۵٦

هم‌چنین اطلاعات کمینه، بیشینه و متوسط درجه حرارت روزانه دو سال زراعی آزمایش از ایستگاه هواشناسی الیگودرز دریافت و درجه روز رشد با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (جدول ۲). میزان کل بارندگی منطقه در طی سال‌های زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ به ترتیب ٦۸٤ و ٤۰۷ میلی‌متر بود.

معادله ۱: $GDD= (Tmax+Tmin)/2-Tbase$

جدول ۲- داده‌های هواشناسی الیگودرز طی فصل رشد در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸

	(۱۳۹۸-۱۳۹۷)			(۱۳۹۹-۱۳۹۸)		
دما	میانگین درجه روز رشد تجمعی	میانگین بیشینه دما (درجه سانتی گراد)	میانگین کمینه دما (درجه سانتی گراد)	میانگین درجه روز رشد تجمعی	میانگین بیشینه دما (درجه سانتی گراد)	میانگین کمینه دما (درجه سانتی گراد)
خرداد	۱۱/۸۵	۳۰/۷۵	۱۲/۹٦	۱۱/٤٦	۳۰/٤٦	۱۲/٤٦
تیر	۱۵/۷۲	۳٤/۳۰	۱٦/۹۸	۱٤/۳۷	۳۱/۷۲	۱٦/۹
مرداد	۱۵/۹۵	۳٤/٤٦	۱۷/۸۱	۱۵/۹۲	۳٤/۳۲	۱٦/۸۱
شهریور	۱۲/۳۲	۳۱/۱۳	۱۳/۵۲	۱۲/۲۲	۳۰/۲۱	۱۳/۱۰
میانگین	۱۳/۹٦	۳۲/٦٦	۱۵/۳۲	۱۳/٤۹	۳۱/٦۸	۱٤/۸۲

فاکتورهای مورد آزمایش شامل آبیاری در دو سطح (I_1 = آبیاری جوی و پشته‌ای (شاهد) و I_2 = آبیاری قطره‌ای (تیپ) در کرت‌های اصلی و تلفیق فاکتورهای رقم در دو سطح (C_1 =اختر و C_2 = یاقوت) و کود در سه سطح (F_1 = کودهای شیمیایی ازت -فسفر-پتاس به مقدار نیاز گیاه بر اساس نتایج آزمون خاک (۱۰۰ کیلوگرم کود اوره، ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل و۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم) F_2 = تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی (کاربرد نیتروژن خالص از منبع اوره به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار و کودهای زیستی (فسفوزیست و نیتروزیست) و F_3 = کاربرد نیتروژن خالص به میزان ۳۰ کیلوگرم در هر دو مرحله سه برگچه‌ای و پنج برگچه‌ای) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. کودهای زیستی نیز از شرکت کشت کار گستر نوژان خراسان شمالی تهیه شده و مورد استفاده قرار گرفته و ارقام لوبیا قرمز اصلاح شده اختر و یاقوت از ایستگاه تحقیقات لوبیا واقع در شهر خمین تهیه شدند. رقم لوبیا قرمز اختر فرم ایستاده و رشد محدود (تیپ ۱) دارد. این رقم مناسب کشت در مناطق سرد و معتدل کشور می‌باشد. نسبت به آفت کنه دونقطه‌ای حساس و در رقابت با علف‌های هرز ضعیف است. به دلیل فرم ایستاده این رقم می‌توان از آن در برنامه‌های برداشت مکانیزه و کشت مخلوط استفاده نمود. بازارپسندی و کیفیت این رقم مناسب است. دوره رشد و نمو آن ۹۵ تا ۱۰۰ روز می‌باشد. وزن صد دانه آن ٤۵ تا ٤۷ گرم می‌باشد. در صورتی که رقم لوبیا یاقوت فرم ایستاده و رشد نامحدود (تیپ ۲) دارد و مناسب کشت در مناطق سرد و معتدل کشور می‌باشد. این رقم تحمل بالایی در برابر خشکی دارد؛ و مقاوم به بیماری ویروسی موزاییک معمولی لوبیا می‌باشد. دوره رشد و نمو آن ۸۵

تا ۹۰ روز می‌باشد (دری، ۱۳۸٤). آزمایش در ۳٦ کرت صورت گرفت. ابعاد هر کرت به طول ٦ متر و عرض ۲/۵ متر و نیز شامل ۵ ردیف کاشت بود. بذور روی خط داغاب به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از هم در عمق ۵ سانتی‌متر و با فاصله خطوط کشت ۵۰ سانتی‌متر و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع در ۱۷ خرداد ماه کشت شد. بذور با قارچ‌کش روال تی اس ضدعفونی شد و در هر نقطه دو بذر کشت شد و بعد از استقرار گیاه عملیات تنک کردن انجام گرفت. عملیات داشت شامل کنترل علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی و کنترل آفات و بیماری‌ها صورت گرفت. صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، سرعت رشد محصول، کارایی انتقال مجدد ماده خشک، شاخص کلروفیل برگ و میزان پرولین مورد ارزیابی و اندازه‌گیری قرار گرفتند. جهت تعیین عملکرد دانه بر اساس ۲ خط وسط هر کرت به مساحت ۱/۵ مترمربع برداشت و عملیات خرمن‌کوبی و بوجاری انجام و دانه‌ها جدا گردیدند. وزن دانه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت یک‌هزارم گرم تعیین شدند. عملکرد بیولوژیک از دو خط وسط با حذف اثرات حاشیه‌ای، بوته‌ها از سطح ۱/۵ مترمربع برداشت شدند و سپس در آزمایشگاه در دمای ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۲٤ ساعت خشک شدند. برای اندازه‌گیری سرعت رشد محصول از معادله زیر استفاده گردید (هوزاین و همکاران، ۲۰۰۷). سرعت رشد محصول از حاصل‌ضرب سرعت جذب خالص (NAR) و شاخص سطح برگ (LAI) در مرحله گل‌دهی از طریق معادله ۲ محاسبه شد.

$$CGR = NAR \times LAI$$ معادله (۲)

برای برآورد میزان انتقال مجدد مواد از اندام‌های رویشی گیاه به دانه، از زمان پر شدن دانه تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی در خطوط اصلی هر کرت ۱۵ بوته مشابه و یکنواخت علامت‌گذاری شد و از یک هفته قبل از پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیکی، هر چهار روز یک‌بار برداشت نمونه انجام گرفت. بوته‌های برداشت شده به ساقه، برگ و دانه تفکیک شدند. پس از خشک‌کردن (قرار دادن در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت یا بیشتر تا زمان تثبیت وزن خشک نهایی) اندام‌های مختلف توزین و کارایی انتقال مجدد ماده خشک به دانه‌ها از طریق معادله ۳ و ٤ محاسبه گردید (بارلوگ و گرزیبایسز، ۲۰۰٤).

$$AM(\%) = [DM\ (gr\ m^{-2}) / DM_{max}] \times 100$$ معادله (۳)

$$DM\ (gr\ m^{-2}) = (DM_{max} - DM_{mat})$$ معادله (٤)

در معادله‌های بالا، DM_{max}: مقدار ماده خشک اندام‌های هوایی گیاه در زمان شروع گل‌دهی (گرم بر مترمربع)، DM_{mat}: مقدار ماده خشک اندام‌های هوایی به جز دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه (گرم بر مترمربع)، DM: میزان انتقال مجدد ماده خشک به دانه‌ها (گرم بر مترمربع) و AM: کارایی انتقال مجدد ماده خشک به دانه (درصد) است.

برای اندازه‌گیری غلظت پرولین ماده خشک گیاه از روش بیتز و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد. بر اساس این روش ۰/۵ گرم از بافت گیاهچه جوانه زده در آزمایشگاه که مربوط به نمونه است را در ۱۰ میلی‌لیتر محلول آبی اسید سولفوسالیسیلیک ۳ درصد قرار داده و مخلوط حاصل در هاون چینی کاملاً هموژنیزه گردید. در مرحله بعد ۲ میلی‌لیتر از این محلول را با ۲ میلی‌لیتر معرف نین هیدرین مخلوط نموده و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک به هر لوله اضافه شد. سپس نمونه‌ها به مدت یک ساعت در حمام بن ماری در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و بلافاصله پس از خارج کردن از حمام به مدت چند دقیقه در حمام یخ قرار داده شدند. بعد از این مرحله به هر لوله آزمایش ٤ میلی‌لیتر تولوئن افزوده شد. سپس لوله‌ها برای مدتی در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند. در این مدت در داخل لوله آزمایش ۲ فاز کاملاً مجزا قابل تشخیص است که از فاز رویی برای تعیین غلظت پرولین (با توجه به منحنی استاندارد پرولین) در دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر استفاده گردید (بیتز و همکاران، ۱۹۷۳).

پس از جمع‌آوری داده‌ها و اطمینان از نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون نرمالیته، و پس از تأیید آزمون همگنی خطاهای آزمایشی دو سال با آزمون بارتلت صفات با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه واریانس (مرکب) شدند. مقایسه میانگین‌ها با

آزمون LSD انجام شد. در رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel استفاده گردید.

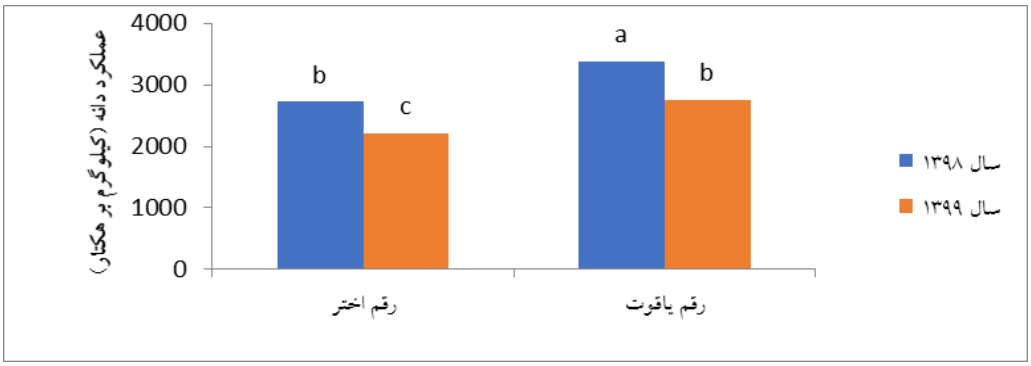
نتایج و بحث

عملکرد دانه:

اثرات ساده سال، شیوه آبیاری و رقم بر عملکرد دانه و اثر متقابل آبیاری × رقم در سطح احتمال پنج درصد و اثر متقابل سال × کود، اثر متقابل آبیاری × کود و اثر متقابل رقم × کود در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار شد (جدول۳). بیش‌ترین عملکرد دانه در رقم یاقوت و با آبیاری قطره‌ای در سال ۱۳۹۸ حاصل شد و کم‌ترین عملکرد دانه در رقم اختر و با آبیاری جوی و پشته‌ای در سال ۱۳۹۹ به‌دست آمد (شکل ۱) و (شکل ۲). رقم یاقوت به علت رشد نامحدود بودن و طول ساقه و شاخه‌های فرعی بیشتر پتانسیل ژنتیکی بالاتری جهت تولید غلاف که در حقیقت مخازن مهمی برای مواد فتوسنتزی می‌باشد نسبت به سایر ارقام برخوردار است که همین امر موجب تولید عملکرد دانه بالاتر در این رقم شده است (صفاپور و همکاران، ۱۳۹۸). در سال اول نسبت به سال دوم دماهای بیش‌تری در محیط کشت تجربه شد. بدین شکل که میانگین بیشینه دما در تیر ماه در سال اول ۳٤/۳۰ درجه سانتی‌گراد و در سال دوم ۳۱/۷۲ درجه سانتی‌گراد بوده است. هم‌چنین در سال اول در شهریور ماه میانگین بیشینه دما یک درجه بیشتر از سال دوم بوده است. تفاوت شرایط محیطی در دو سال کشت، می‌تواند یکی از دلایل اختلاف عملکرد طی دو سال آزمایش باشد (جدول ۲). این اختلاف را هم‌چنین می‌توان ناشی از تفاوت ژنوتیپ (یاقوت و اختر) و تفاوت مدیریت زراعی (اختلاف ناشی از دو روش متفاوت آبیاری) دانست .ضمن این‌که لوبیا بر خلاف غلات به شرایط محیطی بسیار حساس است. دارابی و همکاران (۱٤۰۰) بیان کردند که در شرایط اعمال ٦۰ درصد نیاز آبی در لوبیا چیتی (گیاه قبل از اعمال تنش به مرحله استقرار رسیده بوده است) موفق به تشکیل دانه نگردید و تمامی غلاف‌های تشکیل شده نابارور بودند. غلات تحت این تنش هنوز موفق به تولید مقدار قابل توجهی نسبت به شرایط پتانسیل خواهند شد. برخی محققین در تحقیق خود بیان کردند که عملکرد دانه در سیستم آبیاری قطره‌ای در کشت ذرت دانه‌ای بیشتر از سیستم آبیاری جوی و پشته‌ای بوده است؛ که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت (احمدآلی و همکاران، ۱۳۸۸). برخی پژوهش‌گران در پژوهش خود اظهار داشتند که استفاده از آبیاری قطره‌ای در کشت لوبیا میانگین عملکرد دانه را نسبت به روش آبیاری سطحی ۲۸ درصد افزایش داد که نتایج آزمایش تا حدودی با نتایج این آزمایش مطابقت داشت (مهرپویان و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال × کود نشان داد که بیش-ترین عملکرد دانه با کاربرد کود شیمیایی و زیستی و در سال ۱۳۹۸ (۳٦۸٤/۲) کیلوگرم بر هکتار) حاصل شد (شکل ۳). هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × کود نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه با کاربرد کود شیمیایی و زیستی و رقم یاقوت (۳۷۷۷/٦ کیلوگرم بر هکتار) به‌دست آمد (شکل ٤). در تحقیقی که توسط برخی مجققین بر عملکرد کمی و کیفی لوبیا روغنی انجام گرفت به این نتیجه رسیدند که کاربرد کودهای آلی موجب افزایش بیشتر عملکرد دانه لوبیا روغنی گردید که با آزمایش انجام گرفته مطابقت داشت (پاسبان و همکاران، ۱۳۹٤). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری × کود نشان داد که بیش-ترین عملکرد دانه با کاربرد کود شیمیایی و زیستی و آبیاری قطره‌ای (۳٦٤۱/۷ کیلوگرم بر هکتار) حاصل شد (شکل ۵). با کاربرد ازت–فسفر–پتاس میزان تلفات این کودهای شیمیایی (به ویژه ازت) و (مخصوصاً در شرایط آبیاری سنتی جوی و پشته) در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی، بیشتر بوده و احتمالاً کارایی مصرف کود هم کمتر شده که در نهایت منجر به کاهش عملکرد دانه شده است. در ضمن دلیل دیگر را می‌توان در این دانست که در مقایسه دو تیمار کودی (ازت–فسفر–پتاس و ترکیب زیستی × شیمیایی) مقدار مصرف نیتروژن و فسفر در تیمار زیستی فسفوزیست و نیتروزیست و نیتروژن بیشتر بوده و نیز از طرفی اثر تکمیلی شیمیایی‌ها با زیستی‌ها، منجر به عملکرد بیشتر دانه گردیده است. بنابراین کودهای استفاده شده در این تحقیق، باعث افزایش قابلیت جذب زیستی فسفر و نیتروژن در گیاه شدند. هم‌چنین فتوسنتز گیاه را افزایش داده و متعاقب آن رشد گیاه و عملکرد لوبیا با افزایش دسترسی بهتر به عناصر غذایی و تولید هورمون‌های رشد افزایش پیدا کرد. هم‌چنین می‌توان علت بیش‌ترین عملکرد دانه در آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری جوی و پشته‌ای را کاهش میزان هدررفت آب مصرفی در زمان کاربرد آبیاری قطره‌ای دانست.

شکل ۱- تأثیر متقابل رقم × روش آبیاری بر عملکرد دانه لوبیا قرمز

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

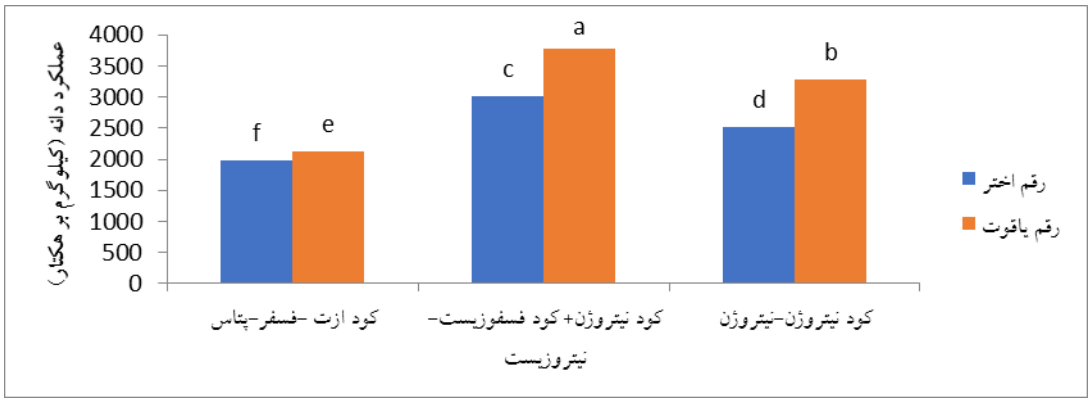


شکل ۲- تأثیر متقابل سال × رقم بر عملکرد دانه لوبیا قرمز

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

شکل ۳- تأثیر متقابل سال × کود بر عملکرد دانه لوبیا قرمز

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.



شکل٤- تأثیر متقابل رقم × کود بر عملکرد دانه لوبیا قرمز

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

شکل ٥- تأثیر متقابل کود × روش آبیاری بر عملکرد دانه لوبیا قرمز

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

عملکرد بیولوژیکی

اثرات ساده سال، شیوه آبیاری و کود و اثر متقابل کود × سال، اثر متقابل رقم × آبیاری و اثر متقابل رقم × کود بر عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار شدند (جدول۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی با استفاده از تیمار تلفیقی کودهای شیمیایی × زیستی در رقم یاقوت (۹۰۳۰/٦ کیلوگرم بر هکتار) و کم‌ترین آن با استفاده از کود ازت–فسفر–پتاس و در رقم اختر (٤۹٤۹ کیلوگرم بر هکتار) و با اختلاف (۸۲/٦ درصد) به‌دست آمد (شکل ٦). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی با استفاده از آبیاری قطره‌ای و در رقم یاقوت (۸۰۲٤/٤ کیلوگرم بر هکتار) و کم‌ترین آن با استفاده از آبیاری جوی وپشته‌ای و در رقم اختر (٦۳۱۰/٥ کیلوگرم بر هکتار) و با اختلاف (۲۷/۲ درصد) به دست آمد (شکل ۷). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی با کاربرد کودهای شیمیایی × زیستی و در سال ۱۳۹۸ (۸۸٤۷/۱ کیلوگرم بر هکتار) به‌دست آمد و کم‌ترین آن با کاربرد کود ازت–فسفر–پتاس و در سال ۱۳۹۹ (٥٤٥٦/٥ کیلوگرم بر هکتار) و با اختلاف (٦۲/۱٤ درصد) به‌دست آمد (شکل ۸). برخی محققین در تحقیق خود گزارش کردند با کاربرد کودهای زیستی عملکرد بیولوژیکی در گیاه لوبیا افزایش یافته است ؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیکی با کاربرد تیمار کود زیستی (۹۹۱٦/۹ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین آن با کاربرد تیمار شاهد (۹٦۹۳/٦ کیلوگرم در هکتار) حاصل گردید (تنهایی و همکاران، ۱۳۹۷). تحقیقات نشان داده است کودهای زیستی اثر بیش‌تری بر عملکرد بیولوژیکی دارند زیرا در این شرایط باکتری‌ها رشد و تکثیر یافته و با تولید متابولیت‌های مختلف و تثبیت نیتروژن بر عملکرد بیولوژیکی مؤثر می‌باشند (خسروی و همکاران، ۱۳۸۳). نتایج برخی مطالعه‌ها نشان داد که کودهای زیستی با بهبود شرایط جذب عناصر غذایی نیاز به مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داده است و با جذب نیتروژن و فسفر، موجب ایجاد شاخ و برگ بیش‌تر و در نتیجه افزایش فتوسنتز گیاه و تولید ماده خشک بیش‌تر و در نتیجه عملکرد بالاتر شدند (صابری و همکاران، ۱۳۹٤). یکی از علل بالا بودن عملکرد بیولوژیکی در لوبیا در سال اول بر اساس

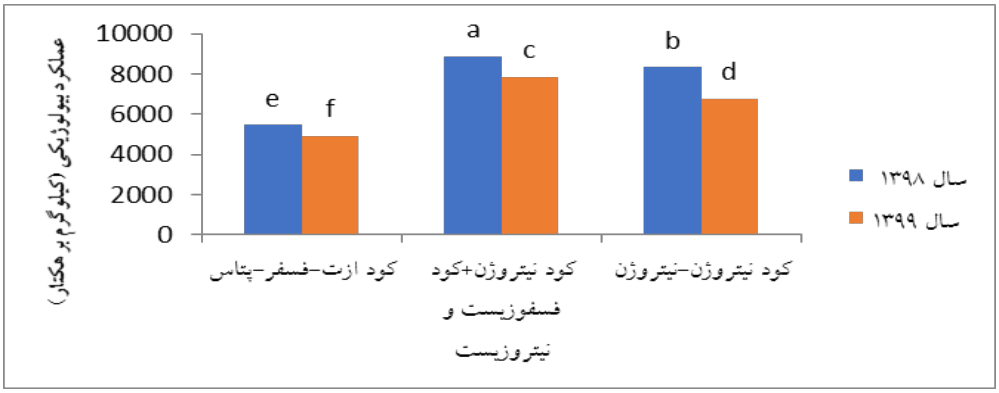
آزمایش انجام‌گرفته درجه روزرشد گیاه لوبیا در سال ۱۳۹۸ بیشتر از درجه روزرشد گیاه لوبیا در سال ۱۳۹۹ بوده است (جدول ۲). افزایش عملکرد بیولوژیکی در سطوح بالای مصرف نیتروژن، احتمالاً به دلیل افزایش سطح برگ و دوام آن و افزایش تجمع ماده خشک بود که با یافته‌های گان و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت.

شکل ٦- تأثیر متقابل رقم × کود بر عملکرد بیولوژیکی لوبیا قرمز

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

شکل ۷- تأثیر متقابل رقم × روش آبیاری بر عملکرد بیولوژیکی لوبیا قرمز

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.



شکل ۸- تأثیر متقابل سال × کود بر عملکرد بیولوژیکی لوبیا قرمز

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس فاکتورهای آزمایش بر صفات کمی و کیفی لوبیا قرمز

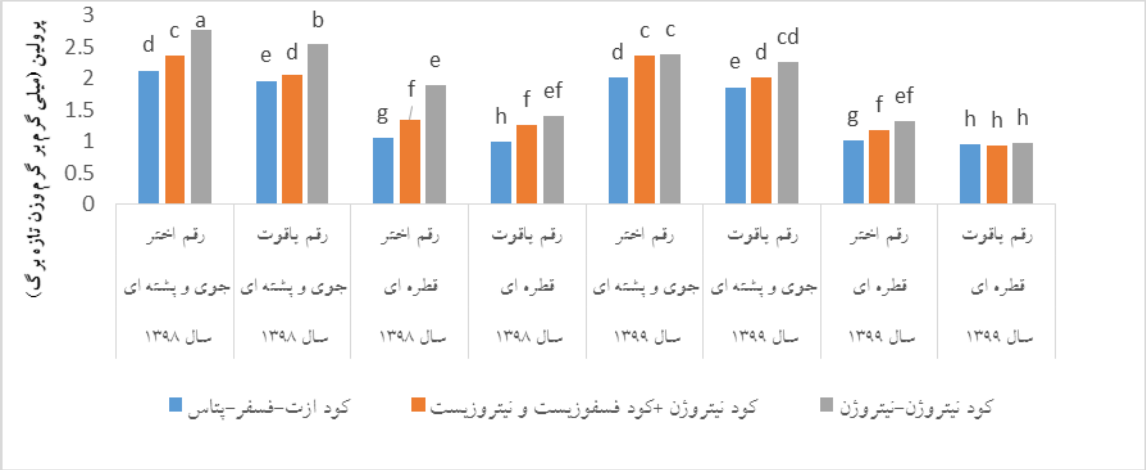
منبع	درجه آزادی	پرولین	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	شاخص کلروفیل	سرعت رشد محصول	کارایی انتقال مجدد ماده خشک
سال	۱	۱/۰۲**	۱۹۵۸۹۳۵٦**	۵۸۰۸٤۰**	۰/٤۲۲*	۱۲/۱۷**	۱۲۸۳۰۰۲**
تکرار(سال)	٤	۰/۰	۲۰۷۱۲۷	۱۷٦۷٦/۵٦	۰/۰٤۰	۰/۲۳	٤۰۵/۱۳٦
آبیاری	۱	۰/۲۷**	۸۲۹٦۲۲٦**	۲٤۸۵۷۰**	۰/۰۲۲^{ns}	٦/٤۹**	۵۰۵۸/۰۰۱*
سال × آبیاری	۱	۰/۲۳**	۱۱۷۱۸۰^{ns}	۷۸۷۷/۰۱^{ns}	۰/۰٦۹*	۰/۱۹^{ns}	۲٦۷۰/۷۰۹*
تکرار(سال × آبیاری)	٤	۰/۰	۱۲٤٤۱۷	۱۵۸۹٤/۹۱	۰/۰۰٦	۰/۱۷	۳۲۲/۳٦
کود	۲	۲/۱۰**	٦۵۲٤۵۷۹٦**	۱۲۰٤/۸۳^{ns}	۹/۸۱٦**	٦٦/۳۵**	۹۲۷۳٤/۵۲**
رقم	۱	۱٦/٦۳**	۱۹٤۳۰۱۱۰**	٦۲۹۸۹۷**	۹/۵۷۰**	٦۸/٤۱**	۵۲۳٤۰/٦۸**
کود × رقم	۲	۰/۲**	۱۵۹۳۹۰۰**	۵۲۵٦۲۰/۷**	۰/۰۹۸**	۳/٦۹**	۱۱۱۲۱/۷٦**
آبیاری × کود	۲	۰/۰٦**	۵۲۷۲٦^{ns}	۱۰۲۳۸۹/٤**	۰/۱۰۹**	۰/۰۱^{ns}	۳۸/۱٤۲^{ns}
آبیاری × رقم	۱	۰/۰^{ns}	۱٦۳٤۰۷۰**	۸۷۱٦۹/۱۳*	۰/۱٦۹**	۲/۳۰**	۵٦۱/۷۳۹^{ns}
آبیاری × کود × رقم	۲	۰/۰۹**	۲٦۸۰۷۰^{ns}	۱۷۰/۹۱^{ns}	۰/۱۱۹**	۰/۱۹^{ns}	۲۹۳/٤۰۵^{ns}
سال × کود	۲	۰/۳٦**	۱٤۵۰٦٤۸**	۲۷۱۳۱٤/۷**	۰/۳۳۸**	۱/۳۷**	۱۵۲۷/۰۵۲**
سال × رقم	۱	۱/٤۹**	۲۲٦۲۵^{ns}	٦۲۳۲۲/۷٤*	۰/۱۲٦**	۰/۲۱^{ns}	۵۳۰۰۹/۳۱**
سال × آبیاری × کود	۲	۰/۰٦**	۱۵۵۹۵^{ns}	۱۷۹۸۸/۹۷^{ns}	۰/۱۲٦**	۰/۰۳^{ns}	۱٦۵/۰٦۹^{ns}
سال × آبیاری × رقم	۱	۰/۰۱^{ns}	۷۸۰٤۳^{ns}	٦۳۵۰/۸۳^{ns}	۰/۱٦۰**	۰/۰۷^{ns}	۱/٦۱۱^{ns}
سال × کود × رقم	۲	۰/۲٤**	۲۲۷٦۰۳^{ns}	۱۱۷۰۱/۸٤^{ns}	۰/۱۸۳**	۰/٤۷*	۱۱۰۲۰/۸۵**
سال × آبیاری × کود × رقم	۲	۰/۰۹**	۸۰۳۳۱^{ns}	۱۰۹/۱۱^{ns}	۰/۱۲٦**	۰/۰۹^{ns}	۳۳۵/۳۱۳^{ns}
خطا	٤۰	۰/۰۹	۹۰۷۲۷/۳	۱۲۹٤٤/٤٦	۰/۰۰٦	۰/۱۲۱	۲٤۲/۷۱۸

و* به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد و پنج درصد

پرولین

پرولین به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد تحت اثرات متقابل (کود × سال × رقم × روش آبیاری) قرار گرفت (جدول۳). به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان پرولین با آبیاری جوی و پشته‌ای به‌علاوه کاربرد نیتروژن خالص در دو مرحله و در رقم اختر در سال ۱۳۹۸ حاصل شد و کم‌ترین آن با آبیاری قطره‌ای و با کاربرد کود ازت–فسفر–پتاس در رقم یاقوت در سال ۱۳۹۹ حاصل شد (شکل۹). وقتی میزان کود نیتروژن بیشتر می‌گردد میزان پرولین نیز افزایش یافته و در شرایطی که آبیاری جوی و پشته‌ای صورت گیرد نسبت به آبیاری قطره‌ای گیاه بیشتر دچار تنش کم‌آبی می‌گردد. در بررسی اثرات متقابل تیمارها که توسط برخی محققین انجام گرفت مشخص شد که بیش‌ترین

میزان پرولین در ژنوتیپ لوبیا قرمز درخشـان در کمبود آبیاری در مرحله گل‌دهی و غلاف‌دهی به‌دست آمـد و کم‌ترین میزان پرولین در ژنوتیپ گلی در آبیاری کامل مشاهده شد (مهاجرانی و همکاران، ۱۳۹٤). پرولین کم‌ترین اثر بازدارندگی را بر رشد سلول‌ها دارد و پایدارترین اسیدآمینه‌ای است که در برابر هیدرولیز و اکسیداتیو مقاومت کرده و نقش مهمی در حفاظت گیاه از طریق پایداری غشا سلولی و حذف رادیکال‌های آزاد دارد (غفاری زاده و همکاران، ۱۳۹۷) باندورسکا و استروواینسکی (۲۰۰۳) نیز نشان دادند که محتوای پرولین برگ‌های گیاه جو تحت تنش خشکی به میزان دو برابر افزایش پیدا کرد. مالیک و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که میزان پرولین در برخی از ژنوتیپ‌های گندم در اثر تنش خشکی افزایش یافت.

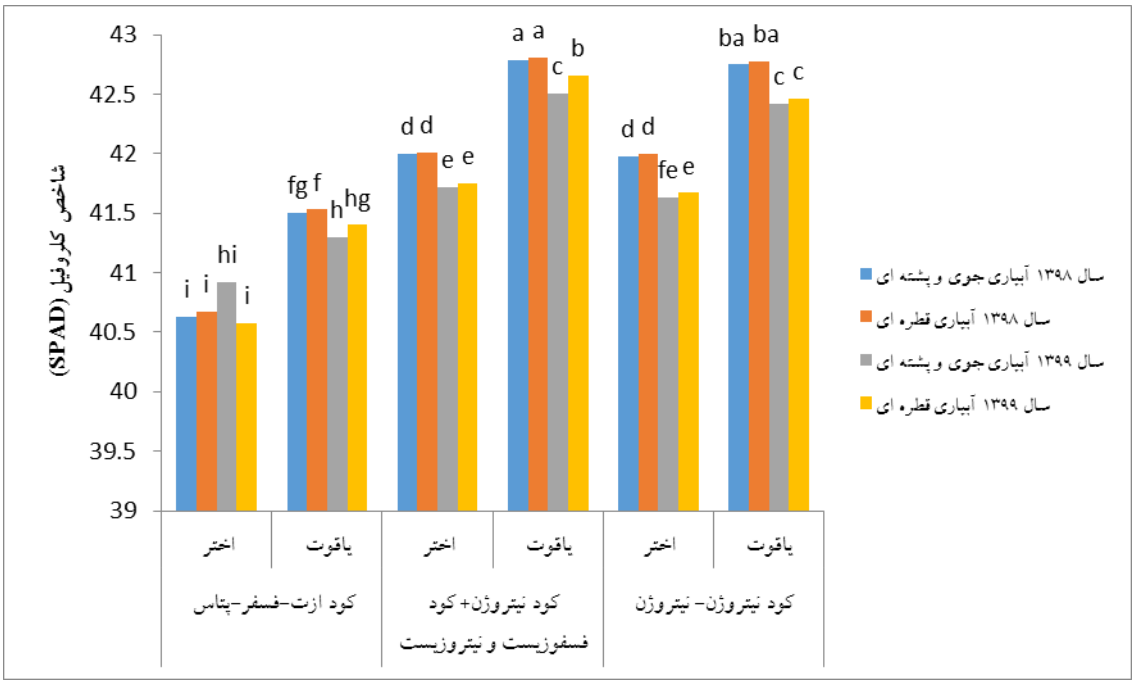


شکل ۹- تأثیر متقابل کود × سال × رقم × روش آبیاری بر پرولین لوبیا قرمز

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

میانگین شاخص کلروفیل

میانگین شاخص کلروفیل به‌طور معنی‌داری در سطح یک-درصد تحت اثرات متقابل کود × سال × رقم × روش آبیاری قرار گرفت جدول (۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم یاقوت در سال ۱۳۹۸ و تحت هر دو شرایط آبیاری و با استفاده از تیمار تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی بیش‌ترین میزان شاخص کلروفیل برگ را به خود اختصاص داد و رقم اختر در سال ۱۳۹۸ تحت هر دو شرایط آبیاری و در سال ۱۳۹۹ در شرایط آبیاری قطره‌ای و با کاربرد کود ازت–فسفر–پتاس کم‌ترین میزان شاخص کلروفیل برگ را به خود اختصاص داد (شکل ۱۰). در گزارشی که توسط برده‌جی و همکاران (۱۳۹۹) انجام گرفت؛ نشان داد که کاربرد نیتروژن محتوای کلروفیل را در هر دو سطح آبیاری در تمامی ارقام افزایش یافت. نیتروژن از جمله عناصر تشکیل‌دهنده کلروفیل است، بنابراین افزایش سطح نیتروژن در محیط رشد گیاه، باعث افزایش غلظت کلروفیل برگ می‌شود (آدیکو و همکاران، ۲۰۰٦). برخی پژوهش‌گران معتقدند با افزایش میزان کود آلی در ترکیب با کود شیمیایی با افزایش عناصر غذایی مانند نیتروژن، آهن و منیزیم که در کلروفیل سازی مؤثر می‌باشند، محتوی کلروفیل برگ افزایش می‌یابد و در آزمایش آنها کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی محتوی کلروفیل برگ ذرت هیبرید ۷۰٤ را بیشتر از مصرف کود شیمیایی یا زیستی افزایش داد (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۱). برخی محققین در تحقیقات خود اظهار داشتند تغییرات محتوای کلروفیل در ژنوتیپ‌های لوبیا سبز تحت تنش کم‌آبی باعث کاهش محتوای کلروفیل در ژنوتیپ‌های لوبیا سبز گردید (یسار و همکاران،۲۰۱۰).

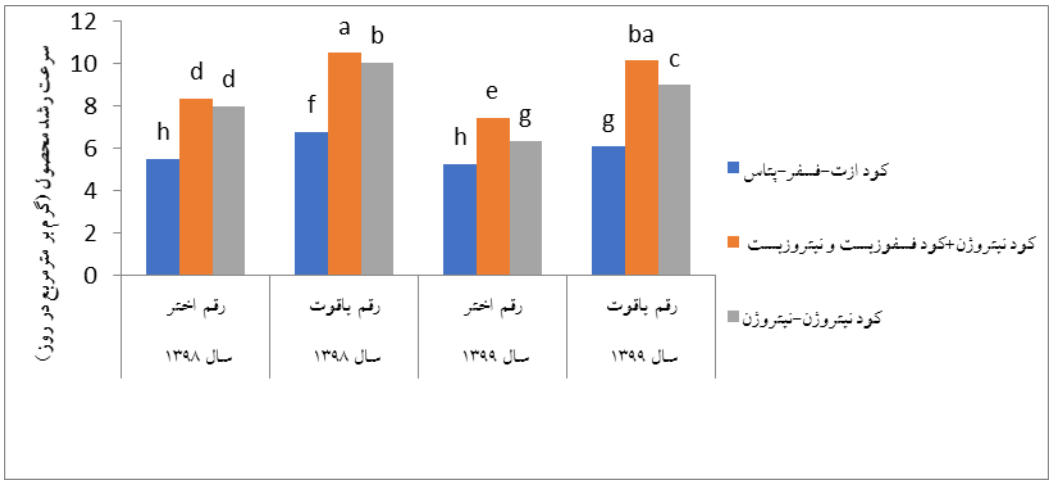


شکل ۱۰- تأثیر متقابل کود × سال × رقم × روش آبیاری بر شاخص کلروفیل لوبیا قرمز

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

سرعت رشد محصول

سرعت رشد محصول نمایانگر میزان تجمع ماده خشک گیاهان در یک فاصله زمانی مشخص در واحد سطح زمین است و مقدار آن زمانی که شاخص سطح برگ در حد مطلوب است بیش‌ترین بوده و سپس با سایه‌اندازی و پیری برگ‌ها کاهش می‌یابد (راهنما، ۱۳۹٤). سرعت رشد رویشی محصول به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد تحت اثرات متقابل کود × سال × رقم قرار گرفت جدول (۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین میزان سرعت رشد رویشی محصول با تیمار تلفیقی کودهای شیمیایی × زیستی و در رقم یاقوت و در سال ۱۳۹۸ حاصل شد و کم‌ترین آن در رقم اختر و با استفاده از کود ازت–فسفر–پتاس در سال ۱۳۹۹ به‌دست آمد (شکل ۱۱). دلیل این امر را می‌توان این‌گونه توضیح داد که کودهای زیستی با تأثیر مثبت بر سطح سبز برگ‌ها باعث افزایش شاخص سطح برگ و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی باعث افزایش سرعت جذب خالص و به دنبال آن افزایش سرعت رشد محصول می‌شود؛ و نیز علت بالا بودن سرعت رشد محصول در رقم یاقوت مربـوط بـه رشـد نامحدود آن بوده است. (مالمیر، ۲۰۱٦) گزارش نمود حداکثر سرعت رشد محصول در لوبیا روغنی از مصرف ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و تلقیح کود زیستی حاصل شد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت. از علل بالا بودن سرعت رشد محصول در لوبیا سال ۱۳۹۸ بر اساس آزمایش انجام گرفته؛ درجه روزرشد گیاه لوبیا در سال ۱۳۹۸ بیشتر از درجه روزرشد گیاه لوبیا در سال ۱۳۹۹ بوده (جدول ۲). همچنین با توجه به نتایج همبستگی داده‌ها سرعت رشد محصول با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (نتایج نشان داده نشدند).

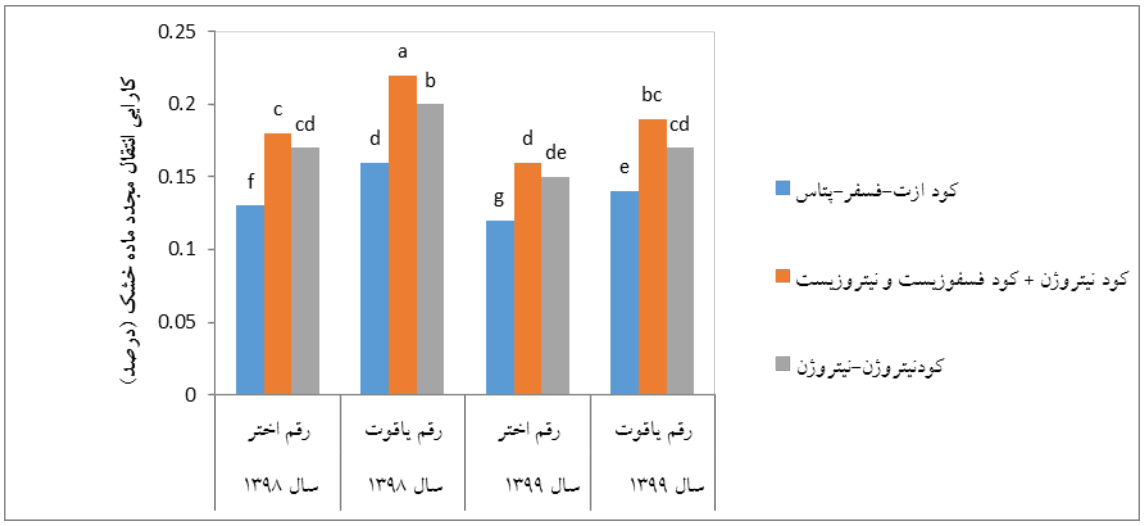


شکل ۱۱- تأثیر متقابل رقم × کود × سال بر سرعت رشد محصول لوبیا قرمز

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

کارایی انتقال مجدد ماده خشک

میزان ماده خشک یکی از متغیرهای مهم در تحقیقات به زراعی است؛ زیرا بیانگر توان تولید گیاه در طول فصل رشد می‌باشد. پژوهش در گیاهان مختلف حاکی از تفاوت بین ارقام ازنظر تجمع وزن خشک می‌باشد (سید شریفی و همکاران، ۲۰۱٤؛ موندانی و جلیلیان، ۲۰۱۹). برخی محققین در تحقیق خود گزارش دادند که ارقام رشد نامحدود لوبیا قرمز به دلیل تیپ رشدی نامحدود دارای دوره‌ی رشد طولانی‌تر، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ بیش‌تری بوده و این موضوع سبب انجام فتوسنتز بیش‌تری می‌گردد و شرایط لازم را برای تولید اندام‌های زایشی بیشتر فراهم می‌سازد. هم‌چنین ارقام لوبیا قرمز از نظر فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی با هم تفاوت دارند و این موضوع موجب تفاوت در مقدار صفات زایشی ارقام می‌گردد (پورهادیان و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کارایی انتقال مجدد ماده خشک به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد تحت اثرات متقابل کود × سال × رقم قرار گرفت جدول (۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین کارایی انتقال مجدد ماده خشک در رقم یاقوت و با استفاده از کود زیستی و شیمیایی در سال ۱۳۹۸ حاصل شد. به نظر می‌رسد رقم یاقوت به دلیل دارا بودن رشد رویشی طولانی‌تر و شاخص سطح برگ بیشتر باعث انجام فتوسنتز بیش‌تری گردیده و شرایط برای تولید اندام‌های زایشی بیشتر و در نتیجه انتقال مجدد مواد خشکی بیش‌تر با ۲۲۰ گرم در مترمربع در طی دوره‌ی رشد گردیده است که نسبت به رقم اختر دارای بیش‌ترین مقدار ماده خشک بوده است و با نتایج پورهادیان و همکاران (۱۳۹۲) که اظهار داشتند اثرات مصرف کودهای زیستی بر کارایی انتقال مجدد ماده خشک تأثیر داشته و منجر به افزایش کارایی انتقال مجدد ماده خشک به دانه گردیده است مطابقت داشت (شکل ۱۲). یکی از علل بالا بودن کارایی انتقال مجدد ماده خشک در لوبیا بر اساس آزمایش انجام‌گرفته، درجه روزرشد گیاه لوبیا در سال ۱۳۹۸ بیشتر از درجه روزرشد گیاه لوبیا در سال ۱۳۹۹ بوده است (جدول۲)؛ هم‌چنین با توجه به نتایج همبستگی داده‌ها کارایی انتقال مجدد ماده خشک با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (نتایج نشان داده نشدند).



شکل ۱۲- تأثیر متقابل رقم × کود × سال بر کارایی انتقال مجدد ماده خشک لوبیا قرمز

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاکی از برتری معنی‌دار ترکیب کودهای زیستی و شیمیایی در رقم یاقوت و با کاربرد آبیاری قطره‌ای نسبت به سایر تیمارها در بسیاری از صفات اندازه‌گیری شده و نیز پاسخ مثبت گیاه لوبیا نسبت به این نوع تیمارها بود. بیش‌ترین عملکرد دانه از رقم یاقوت و با کاربرد کود زیستی و شیمیایی و با آبیاری قطره‌ای به‌دست آمد و کم‌ترین آن از رقم اختر و با کاربرد کود ازت–فسفر–پتاس و با آبیاری جوی و پشته‌ای حاصل شد. در این آزمایش افزایش جذب و انتقال نیتروژن و فسفر به علت باکتری‌های محرک رشد در کودهای زیستی صورت گرفت. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده تلفیق مناسب کودهای زیستی با کودهای شیمیایی نیتروژنه باعث افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش عملکرد کمی و کیفی گردید. هم‌چنین با توجه به کمبود منابع آبی در بخش کشاورزی در سال‌های اخیر سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری سنتی جوی و پشته‌ای می‌تواند جهت دست‌یابی به حداکثر عملکرد به ازای آب مصرفی پیشنهاد گردد. و با توجه به وجود تنوع ژنوتیپی لوبیا قرمز، می توان با استفاده از ارقام اصلاح شده لوبیا قرمز، عملکرد دانه را به طور معنی داری بهبود بخشید.

منابع

احمدآلی، ج. و م. خلیلی. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد و کارایی مصرف آب در نظام‌های آبیاری قطره‌ای و جوی پشته‌ای در وضعیت کشت یک ردیفه و دو ردیفه در ذرت دانه‌ای. مجله آبیاری و زهکشی ایران جلد۳، شماره۲: ۷۸-۷۱.

برده جی، س.، ح.م. عشقی زاده و م. زاهدی. ۱۳۹۹. بررسی اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد و صفات فیزیولوژیک شش رقم جو. فرآیند و کارکرد گیاهی. جلد ۹، شماره ۳۹: ۱۴-۱.

پاسبان، ف.، ح. بلوچی، ع. یدوی، ا. صالحی و م. عطار زاده. ۱۳۹۴. نقش کودهای زیستی و آلی در عملکرد کمی و کیفی سویا (*Glycine max* L.)رقم ویلیامز. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد۲۵، شماره ۳: ۱۴۹-۱۳۸.

پورهادیان، ح.، ن. هداوند، م. خلیلی و ح. کاظم اصلانی. ۱۳۹۲. ارزیابی مراحل رشد، پتانسیل فتوسنتز و عوامل مؤثر بر عملکرد دانه ارقام لوبیا قرمز. علوم کشاورزی پیشرفته. جلد۳، شماره ۱۱: ۷۲۸ -۷۲۰ .

تنهایی، ر.، ع. یدوی، م. موحدی دهنوی و ا. صالح. ۱۳۹۷. تأثیر قارچ میکوریزا و کود زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز در شرایط تنش خشکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۸، شماره ۳: ۲۹۱-۲۷۷.

جمال‌زهی، ب.، م. مصطفوی راد و م.ح. انصاری.۱۳۹۶. ارزیابی محتوای پروتئین دانه، عملکرد و صفات مهم زراعی رقم‌های رشد محدود و نامحدود لوبیا تحت تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت در تالش (گیلان)، علوم گیاهان زراعی ایران. جلد۴۸، شماره ۱: ۲۳۱-۲۲۱.

حمزه‌ای، ج. و ج. سلطانی. ۱۳۹۱. کم آبیاری کلزا برای صرفه‌جویی در آب: اثرات بر تجمع زیست‌توده، رهگیری نور و راندمان استفاده از تشعشع تحت نرخ‌های مختلف نیتروژن کشاورزی. اکوسیستم‌ها و محیط زیست. شماره ۱۶۰: ۱۵۵-۱۵۳.

خسروی، ح. ۱۳۸۳. کاربرد کودهای بیولوژیک در کشت غلات. بررسی ضرورت تولید کودهای بیولوژیک در کشور. موسسه ملی تحقیقات خاک و آب. ۱۹۴-۱۷۹.

دارابی، ف.، م شریفی‌پور، و ع.ح. نصرالهی. ۱۴۰۰. اثرکم‌آبیاری بر اجزاء عملکرد و بهره‌وری مصرف آب لوبیا چیتی با استفاده از آبیاری قطره‌ای نواری در شرایط اقلیمی خرم‌آباد. جلد۴۴، شماره۴: ۱۴-۱.

دری، ح.م. ۱۳۸۴. لوبیا از کاشت تا برداشت، مدیریت ترویج و مشارکت مردمی سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی.۲۷ ص.

راهنما، الف.۱۳۹۴. فیزیولوژی گیاهی. انتشارات پوران پژوهش. صفحه ۳۶۴.

ساریخانی، م.ر.، س. استان، م. ابراهیمی و ن. علی‌اصغر زاد. ۱۳۹۷. جداسازی و شناسایی باکتری‌های آزادکننده پتاسیم در خاک و ارزیابی توانایی آنها در آزادسازی پتاسیم برای گیاهان. مجله اروپایی علوم خاک. جلد۶۹، شماره۶: ۱۰۸۶-۱۰۷۸.

سهیلی‌موحد، س.، م.ع. اسماعیلی، ف. جباری و ع. فولادی، ۱۳۹۶. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد برخی ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris*. L.)در شرایط محدودیت آب انتهای فصل. بوم‌شناسی کشاورزی. جلد۹، شماره۲: ۴۴۴- ۴۳۳.

سید شریفی، ر.، ص. محمدی خانقاه، و ی. رائی. ۱۳۹۳. تأثیر تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی ارقام نخود. فیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد۵ ، شماره۲۰: ۳۸-۲۵.

صابری، ح.، غ. مصن آبادی، م. مجیدیان و س.م. احتشامی. ۱۳۹۴. کاربرد تلفیقی کودهای بیولوژیکی و شیمیایی روی لوبیا در شرایط اقلیمی رشت. مجله تحقیقات پولس ایران. جلد۶، شماره۱: ۳۱-۲۱.

صفا پور، م.، م.ر. اردکانی، ف. رجایی، ش. کاغانی و م. تیموری. ۱۳۸۹. اثر تلقیح دوگانه میکوریزا و ریزوبیوم بر عملکرد سه رقم لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)یافته‌های جدید در کشاورزی. جلد ۵، شماره۱: ۳۵-۲۱.

غفاری زاده، ا.، س.م. سید نژاد و ع. گیلانی. ۱۳۹۷. بررسی اثر کود مایع جلبلکی در سطوح مختلف اوره بر برخی شاخص‌های رشد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی دانه رست‌های گندم رقم چمران۲. مجله زیست‌شناسی کاربردی. شماره۳۱: ۲۲۷-۲۰۷.

قنایی، م.، ک. پاشاکی، غ. محسن‌آبادی، م. مجیدیان و ع.ر. فلاح نصرت‌آباد. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر روش‌های مختلف مدیریت تغذیه خاک بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در لاهیجان. مجله تولید و فرآوری گیاهی. جلد۲۲، شماره ۶: ۵۹-۴۷.

مالمیر، م. ۱۳۹۵. اثرات میکوریزا و برادی ریزوبیوم بر رشد و عملکرد سویا (*Glycine max* L.). تحت سطوح مختلف کود استارتر نیتروژن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی. دانشگاه بوعلی سینا. همدان. ایران.

مقصودی، ع.، ع. قلاوند و م. آقاعلیخانی، ۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف کود (آلی، بیولوژیکی و شیمیایی) بر صفات مورفولوژیکی و عملکرد هیبرید سینگل کراس ذرت ۷۰۴. مجله زراعت (پژوهش و سازندگی). شماره۱۰۴: ۱۳۵-۱۲۹.

موندانی، ف. و ع. جلیلیان. ۱۳۹۸. بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر صفات مختلف نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط اقلیمی کرمانشاه. فناوری تولید گیاهی. جلد۱۹، شماره۱: ۵۱-۳۷.

مهاجرانی، ش.، م. علوی فاضل، ح.ر. مدنی، ش. لک و ع. مدحج. ۱۳۹۴. بررسی اثرات کمبود آب در مراحل مختلف رشد بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز. نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی. شماره۴۰: ۵۰-۴۱.

مهرپویان، م.، م. فربودی، ج. اجلی، ف. داوودی و ا. جعفری. ۱۳۹۲. مطالعه اثر روش‌های مختلف آبیاری و کشت بر راندمان مصرف آب و برخی خصوصیات عملکرد در سه رقم لوبیاچیتی. بوم‌شناسی گیاهان زراعی. شماره ۳: ۸۳-۷۳.

Abalos, D., L. Sanchez-Martin, L. Garcia-Torres, J. W. van Groenigen, Vallejo, A. 2014. Management of irrigation frequency and nitrogen fertilization to mitigate GHG and noemissions from drip-fertigated crops. Science of the Total Environment, 490: 880-888.

Bandurska, H., 2000. Dose proline accumulated in leaves of water stressed barley plants confine cellmembrane injury. Free proline accumulation and membrane injury index in drought and osmotically stressed plants. Acta Physiol Plant, 22(4): 409-415.

Barlog, P. and W. Grzebisz. 2004. Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oil seed rape (*Brassica napus* L.) I. growth dynamics and seed yield. Agron. Crop Sci, 190: 305-313.

Bates, L. S., R.P. Waldren and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39(1): 205-207.

Dursun, A. 2007. Variability, heritability and correlation studies in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. World j. agric. sci. 3(1): 12-16.

Gan, Y., S. Malhi, S. Brandt, F. Katepa-Mupondwaand C. Stevenson. 2011. Nitrogen useefficiency and nitrogen uptake of Jancea canola under diverse environments. Agron. J. 100: 285-295.

Gardenas, A. I., J. W. Hopmans, B.R. Hanson, J. Simunek. 2005. Two-dimensional modeling of nitrate leaching for various fertigation scenarios under micro-irrigation. Agric Water Manage. 74: 219-242.

Hodges, T. and E.T. Kanemasu, 2000. Modeling daily dry matter production of winter wheat. Agron. J. 69: 674-678.

Hozayn, M., M. S. Zeidan, E. Abdel-Lateef and M. S. Abdel-Salam. 2007. Performance of Some Mung bean *(Vigna radiate* L. *Wilczek)* Genotypes under Late Sowing Condition in Egypt. Rese. J. Agric Biotechnol Sci. 3: 972-978.

Maphosa, Y. and V. A. Jideani. 2017. The role of legumes in human nutrition. Functional food-improve health through adequate food. 1(13). 101-121.

Malik, S.A., M. Gupta, S.K. Mondal and B.K. Sinha. 2011. Characterization of wheat (*Triticum – aestivum*) genotypes on the basis of metabolic changes associated with water stress. Indian. J. Agric Sci. 81(8): 767-771.

Rendon-Anaya, M., A. Herrera-Estrella, P. Geptsand A. Delgado-Salinas. 2017. A newspecies of Phaseolus (*Leguminosae, Papilionoidea*) sister to Phaseolus vulgaris, the commonbean. Phyto taxa, 313(3): 259-266.

Rose, D.C., W.J. Sutherland, A.P. Barnes, F. Borthwick, C. Ffoulkes, C. Hall, J.M. Moorby, P. Nicholas-Davies, S. Twining and L.V. Dicks. 2019. Integrated farm management for sustainabl agriculture: Lessons for knowledge exchange and policy. LUP. 81: 834-842.

Souza, G.M., S. deTarso Aidar, C.D. Giaveno and R.F. de Oliveira. 2003. Drought stability in different common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Crop. Breed. Appl. Biotechnol. 3(3). 203-208.

Yasar, F., Uzal, O. and T. Oz pay. 2010. Changes of the lipid peroxidation and chlorophyll amount ofgreen bean genotypes under drought stress. Afr. J. Agric. Res. 5(19) :2705-2709.

Yonts, C.D., A. Haghverdi, D.L. Reichert, and S. Irmak. 2018. Deficit irrigation and surface residue cover effects on dry bean yield, in-season soil water content and irrigation water use efficiency in western Nebraska high plains. Agric. Water Manag. 199: 138-147.

Zaidi, A., M.S. Khan, S. Saif, A. Rizvi, B. Ahmed and M. Shahid. 2017. Role ofNitrogen-Fixing Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in Sustainable Production of Vegetables: Current Perspective. In Microbial Strategies for Vegetable Production. Springer International Publishing. 49-79.

Zhang, Z., 2015. Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control. CABI Publishing, Cambridge. 54–61.

The effect of irrigation method, cultivar and fertilizer on agrophysiological traits of two improved cultivars of red bean (*Phaseolus vulgaris L.*)

T. Rahmani[1], M. Daneshvar, O. Akbarpour, M. Sharifipour[2]

Received: 2023-6-28 Accepted: 2024-1-6

Abstract

To investigate the impact of agricultural management practices on yield and yield components of bean, a split-plot factorial design experiment with randomized complete blocks and three replications was conducted in Aligudarz city Iran during (2019 and 2020). The tested factors include irrigation (furrow and drip), as the main factor and the combination of cultivar treatments (Akhtar and Yaghout) and fertilizers (NPK in the quantity required by the plant according to the bean fertilizer table, application Bio-chemical fertilizers and application of pure nitrogen) as secondary factors. Results showed that average seed yield increased significantly under drip irrigation (3282.3 kg/ha) compared to Furrow irrigation (2319.2 kg/ha) and the difference (41.52 %). The highest seed yield and the efficiency of remobilization of dry matter were obtained of Yaghout cultivar with combination of Bio-chemical fertilizers. The lowest seed yield was in Akhtar cultivar using chemical NPK fertilizers. All cultivars showed significant increase in yield under drip irrigation and combination of Bio-chemical fertilizers. Based on the results of the two-year composite analysis of the data, Yaghout variety and the combination of biological and chemical fertilizers, the highest seed yield (3777.6 kg/ha), biological yield (9030.6 kg/ha) and efficiency of remobilization of dry matter (22%) compared to Akhtar variety in the treatment. Nitrogen-phosphorus-potash fertilizers were the best treatments (89.9%, 82.6% and 83.3% respectively).

Keywords: Bean, Fertilizer; Irrigation, Yield and Yield Components.

1- Depertment of Genetic Engineering and Plant Production, College of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran
2- Department of Water Enginnering, College of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran