



اثر سطوح مختلف تنش و کود سولفات پتاسیم بر عملکرد لویا سبز

*پیمان شریفی^۱، نادیا کربلاوی^۲ و هاشم امین پناه^۱

^۱استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت،
^۲دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، پردیس گیلان
تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۲۹

چکیده

به منظور بررسی تأثیر آبیاری و کود سولفات پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد لویا سبز، آزمایشی به صورت کرت خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شهرستان اهواز در سال زراعی ۱۳۹۰ اجرا گردید. در این تحقیق آبیاری در دو سطح (آبیاری مطلوب و تنش خشکی) و کود سولفات پتاسیم در ۴ سطح (کیلوگرم در هکتار) بررسی شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی آبیاری و کود سولفات پتاسیم و نیز اثر متقابل آنها بر تمامی صفات مورد بررسی معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در هر دو شرایط رطوبتی، بیشترین میزان عملکرد و اجزای عملکرد مربوط به استفاده از ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم بوده است. نتایج بررسی روند تغییرات حاکی از این بود که تأثیر کود سولفات پتاسیم بر عملکرد دانه خشک و عملکرد نیام سبز توسط رابطه درجه ۲ قابل توجیه است. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی نشان داد که عملکرد دانه خشک با صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در نیام و تعداد نیام در بوته رابطه مثبت و معنی داری داشت. در مجموع نتایج نشان داد که افزایش کود سولفات پتاسیم در شرایط تنش رطوبتی از افت شدید عملکرد در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب تا حدودی جلوگیری به عمل آورده است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، خشکی، رابطه رگرسیونی، کود سولفات پتاسیم، لویا سبز.

*مسئول مکاتبه: peyman.sharifi@gmail.com

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در بین حبوبات از نظر سطح زیر کشت و ارزش اقتصادی مقام اول را دارا است و در بین انواع گیاهان تجاری حاوی بیشترین مقدار پروتئین است (کوچکی و بنائیان اول، ۱۹۹۵).

لوبیا سبز به شرایط آب و هوایی نسبتاً خنک با دمای مطلوب بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد در طول دوران زایشی سازگار است (راینی و گریفیتس، ۲۰۰۵) و به‌عنوان یک گیاه حساس به کمبود آب شناخته می‌شود (مونوز پرئا و همکاران، ۲۰۰۶). وقوع خشکی در مراحل رشد زایشی گیاه عملکرد دانه لوبیا را به شدت کاهش می‌دهد (آکوستا گالکوس و آدامس، ۱۹۹۱). دوره‌های طولانی مدت تنش خشکی منجر به کاهش شدید عملکرد لوبیا در نواحی خشک و نیمه‌خشک می‌شود (ریتزک و همکاران، ۲۰۰۶) (فائو، ۲۰۱۰) خسارت ناشی از خشکی بر زراعت لوبیا امری جدی تلقی می‌گردد.

استفاده از کودهای شیمیایی علاوه بر نقش تغذیه‌ای آنها، جهت حمایت گیاه برای تحمل در برابر تنش‌های محیطی نظیر خشکی و جلوگیری از کاهش عملکرد از اهمیت زیادی برخوردار است. میزان مناسب کود سولفات پتاسیم در خاک سبب تسهیل تعدیل اسمزی در خاک می‌شود که در نتیجه فشار اسمزی در برگ‌ها باقی می‌ماند و به این طریق توانایی گیاه در مقابله با تنش خشکی افزایش می‌یابد. افزایش جذب پتاسیم، باعث تأثیر مثبت در فتوسنتز، افزایش میزان رشد و شاخص سطح برگ، تقویت سنتز ATP و NADPH، افزایش سنتز کلروفیل a و b، افزایش سرعت انتقال مواد نیتروژنه به دانه‌ها، سنتز بیشتر پروتئین و ترکیبات پلیمری، تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها، افزایش تعداد روزنه‌ها، کاهش تعرق و مهمترین مسئله در هنگام تنش آب یعنی افزایش جذب آب و به‌وجود آوردن شرایط داخلی مناسب از طریق تنظیم فشار اسمزی و هم‌چنین کاهش تعرق می‌گردد (ساکي نژاد، ۲۰۰۳).

هدف از انجام پژوهش حاضر به‌دست آوردن بهترین تیمار کودی در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی در آب و هوای اهواز برای لوبیا بوده تا بتوان بهترین شرایط را برای حصول حداکثر عملکرد و اجزای عملکرد در مناطق دارای میزان بارندگی کم در اواخر فصل رشد فراهم نمود. از دیگر اهداف تحقیق حاضر، بررسی نقش تعدیل‌کننده سولفات پتاسیم در تحمل به تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر، از ژنوتیپ حاضر، از ژنوتیپ Sunray لویا (*Phaseolus vulgaris* L.) استفاده شد. طرح آزمایشی مورد استفاده کرت خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. فاکتورهای آزمایشی شامل آبیاری در دو سطح (آبیاری مطلوب و تنش خشکی در آغاز گلدهی) به‌عنوان فاکتور اصلی و استفاده از کود سولفات پتاسیم (K_2SO_4) در چهار سطح (۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان فاکتور فرعی بود. محل اجرای آزمایش در یک مزرعه پژوهشی واقع در شهرستان اهواز با موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی در بخش جلگه‌ای خوزستان و با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا بود. تعدادی از مشخصات آب و هوایی منطقه در طول دوره انجام آزمایش در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات آب و هوایی منطقه در طول دوره انجام آزمایش

ماه	میانگین حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)	میانگین بارش (میلی‌متر)	روزهای ابری (روز)
اسفند	۲۶	۲۹	۶	۸
فروردین	۳۲	۳۵	۰	۲
اردیبهشت	۳۴	۳۷	۰	۰
خرداد	۳۷	۴۰	۰	۰

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و بررسی روند تغییرات: نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲) که اثر بلوک برای هیچ کدام از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود که این امر حاکی از صحت بلوک‌بندی بود. این نتایج هم‌چنین نشان دادند که اثر فاکتور آبیاری و کود سولفات پتاسیم برای تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل دو فاکتور نیز برای تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل دو فاکتور، اثرات ساده کود سولفات پتاسیم به‌طور جداگانه در هر سطح تیمار آبیاری بر روی صفات مورد مطالعه بررسی شد (شریفی، ۲۰۱۳). بدین‌منظور، تجزیه واریانس جداگانه سطوح فاکتور فرعی (کود سولفات پتاسیم) در هر کدام از سطوح فاکتور اصلی (آبیاری) برای تمام صفات انجام پذیرفت (جدول ۳ و ۴). نتایج تجزیه‌های جداگانه نشان داد که اثر

کود سولفات پتاسیم در شرایط آبیاری مطلوب (جدول ۳) و تنش خشکی (جدول ۴) برای تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. با توجه به این که در آزمایش اخیر از چهار سطح کود سولفات پتاسیم در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی استفاده شده بود، بررسی روند تغییرات سطوح کود سولفات پتاسیم بر روی صفات مورد مطالعه تا درجه سه انجام پذیرفت. بررسی روند تغییرات در شرایط آبیاری مطلوب نشان داد که برای تمام صفات مورد مطالعه، رابطه درجه دوم معنی دار بود. همچنین رابطه خطی برای تمام صفات به جزء ارتفاع بوته معنی دار بود. رابطه درجه سوم برای چهار صفت ارتفاع بوته، طول نیام، عملکرد دانه و عملکرد نیام در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳). بررسی روند تغییرات در شرایط تنش خشکی نیز نشان داد که رابطه خطی و درجه ۲ برای تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. در شرایط تنش، رابطه درجه سوم برای تمام صفات به جزء تعداد دانه در نیام معنی دار بود (جدول ۴). با وجود آنکه رابطه درجه سوم در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش برای تعدادی از صفات از جمله عملکرد دانه و عملکرد نیام معنی دار بود، اما با توجه به میزان ضرایب تبیین، رابطه درجه ۲ برای تمام صفات مورد مطالعه کفایت می نمود، لذا با استفاده از نمودارهایی اقدام به تفسیر چگونگی تأثیر پتاسیم بر روی دو صفت عملکرد دانه و عملکرد نیام با استفاده از رابطه درجه ۲ گردید. برای سایر صفات مقایسه میانگین ها به روش حداقل اختلاف معنی دار (LSD) انجام پذیرفت.

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد در لویا سبز

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول نیام	تعداد دانه در نیام	تعداد نیام در بوته	عملکرد دانه	عملکرد نیام سبز
تکرار	۲	۰/۸۱ ^{ns}	۰/۸۳ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۹۰۴/۸۱ ^{ns}	۷۹۹۲/۳۹ ^{ns}
آبیاری	۱	۶۶۹/۲۹ ^{**}	۲۱۹/۰۹ ^{**}	۴/۱۷ ^{**}	۴۴/۹۹ ^{**}	۴۱۵۴۶۷/۲۸ ^{**}	۱۷۳۱۴۴۷۵/۴۰ ^{**}
خطای فاکتور اصلی	۲	۰/۶۱	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۱۲	۱۱۹/۲۶	۸۵۷/۰۱
کود سولفات پتاسیم	۳	۱۸۶/۲۸ ^{**}	۵۹۵/۸۴ ^{**}	۴/۵۷ ^{**}	۴۸/۲۲ ^{**}	۸۴۴۹۲۰/۱۷۵ ^{**}	۱۴۹۵۴۲۰۰/۲۲ ^{**}
سولفات پتاسیم×آبیاری	۳	۵۹/۲۸ ^{**}	۱/۴۷ [*]	۱/۰۳ ^{**}	۱/۰۱ ^{**}	۱۴۲۴۹۳۶/۳۸ ^{**}	۱۲۰۶۰۷۰/۸۳ ^{**}
خطای آزمایشی	۱۲	۰/۴۲	۰/۳۷	۰/۰۷	۰/۰۸	۳۱۶۵/۴۲	۶۰۳۲/۶۶
ضریب تغییرات (درصد)		۰/۷۷	۰/۶۰	۶/۹۱	۱/۹۸	۱/۳۹	۱/۴۲

^{ns}، ^{**} و ^{*} به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

جدول ۳- تجزیه واریانس و بررسی روند تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سبز در شرایط آبیاری مطلوب

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول نیام	تعداد دانه در نیام	تعداد دانه در بوته	عملکرد دانه	عملکرد نیام سبز
بلوک	۲	۰/۱۶ ^{NS}	۰/۵۸۴ ^{NS}	۰/۰۴ ^{NS}	۰/۰۸ ^{NS}	۲۰۷۳/۶۶ ^{NS}	۲۷۲۰/۵۶ ^{NS}
کودسولفات پتاسیم	۳	۳۳/۸۹**	۲۷۵/۲۵**	۴/۸۸**	۳۰/۳۸**	۸۱۷۷۴۶۹/۰۴**	۱۰۶۴۷۱۲۱/۲۱**
خطی	۱	۰/۱۳ ^{NS}	۹۳/۸۳**	۰/۴۵*	۱/۶۲**	۵۲۰۳۱۳/۰۳**	۴۵۹۱۰۳۰/۹۷**
درجه ۲	۱	۹۶/۲۳**	۷۱۸/۳۸**	۱۴/۱۷**	۸۹/۳۹**	۲۳۶۳۴۳۰۳/۶۴**	۲۶۷۴۴۰۹۵/۱۱**
درجه ۳	۱	۵/۳۲**	۱۳/۵۳**	۰/۰۲ ^{NS}	۰/۱۳ ^{NS}	۳۷۷۷۹۰/۴۴**	۶۰۶۲۳۷/۵۶**
خطای آزمایشی	۱۲	۰/۳۶	۰/۲۵۳	۰/۰۵	۰/۱۱	۵۴۳۶/۵۵	۹۷۲۴/۷۴

^{NS}، * و * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

جدول ۴- تجزیه واریانس و بررسی روند تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سبز در شرایط تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول نیام	تعداد دانه در نیام	تعداد دانه در بوته	عملکرد دانه	عملکرد نیام سبز
بلوک	۲	۱/۲۶ ^{NS}	۰/۴۴ ^{NS}	۰/۰۸ ^{NS}	۰/۰۸ ^{NS}	۲۹/۴۱ ^{NS}	۶۱۲۸/۸۴ ^{NS}
کودسولفات پتاسیم	۳	۲۱۲/۰۳**	۳۲۲/۰۵**	۰/۷۲۳*	۱۸/۸۵**	۱۶۹۶۶۶۹/۰۱**	۵۵۱۳۱۴۹/۸۵**
خطی	۱	۱۸۷/۳۵**	۱۳۷/۵۷**	۰/۵۳*	۴/۲۹**	۱۰۷۲۸۷۷/۲۷**	۷۲۹۲۸/۳۷**
درجه ۲	۱	۴۳۲/۸۴**	۸۲۱/۸۷**	۱/۶۴**	۵۱/۵۵**	۴۰۰۹۰۵۸/۶۴**	۱۵۹۰۷۲۵۷/۱۹**
درجه ۳	۱	۱۵/۹۰**	۶/۷۳**	۰/۰۱ ^{NS}	۰/۶۹**	۸۰۷۱/۳۸**	۵۵۹۲۶۳/۹۹**
خطای آزمایشی	۱۲	۰/۴۸	۰/۴۹	۰/۰۹	۰/۰۴	۸۹۴/۲۹	۲۳۴۰/۵۸

^{NS}، * و * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

مقایسه میانگین‌های صفات: از آنجا که اثرات متقابل برای تمام صفات مورد مطالعه معنی دار بود، مقایسه میانگین‌های صفات در هر کدام از سطوح آبیاری بطور جداگانه انجام گرفت. نتایج مقایسه میانگین صفات در شرایط آبیاری مطلوب نشان داد که بیشترین میزان برای تمام صفات به جزء طول نیام در شرایط استفاده از کود سولفات پتاسیم به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. به طوری که حداکثر عملکرد دانه رسیده و نیام سبز به ترتیب با میزان ۶۳۳۷/۳۸ و ۷۸۲۰/۸۴ کیلوگرم در هکتار در شرایط استفاده از ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم حاصل شد. همچنین حداکثر ارتفاع بوته و طول نیام با مقادیر ۹۵/۰۱ و ۱۰/۵۷ سانتی‌متر در شرایط استفاده از ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود

سولفات پتاسیم مشاهده شد. بیشترین میزان طول نیام در شرایط استفاده از کود سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم در شرایط آبیاری مطلوب

کود سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول نیام (میلی متر)	تعداد دانه در نیام	تعداد نیام در بوته	عملکرد دانه خشک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد نیام سبز (کیلوگرم در هکتار)
شاهد (۰)	۸۷/۹۲ ^c	۹۲/۳۱ ^d	۲/۵۷ ^d	۱۱/۵۶ ^d	۲۵۶۱/۶۳ ^d	۳۵۰۴/۰۳ ^d
۲۵	۹۱/۴۸ ^b	۱۰۱/۵۶ ^c	۴/۷۰ ^b	۱۶/۴۳ ^b	۴۸۱۸/۱۹ ^b	۷۰۴۰/۳۰ ^b
۵۰	۹۵/۰۱ ^a	۱۰۵/۶۹ ^b	۵/۴۳ ^a	۱۸/۷۱ ^a	۶۳۳۷/۳۸ ^a	۷۸۲۰/۸۴ ^a
۱۰۰	۸۷/۰۵ ^c	۱۱۵/۴۱ ^a	۳/۴۷ ^c	۱۳/۳۵ ^c	۳۴۴۱/۸۰ ^c	۵۸۲۹/۵۰ ^c

وجود حروف مشترک به منزله عدم وجود اختلاف معنی دار است.

در شرایط تنش رطوبتی نیز بیشترین مقدار تمام صفات مورد مطالعه در شرایط استفاده از کود سولفات پتاسیم به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. با استفاده از این مقدار کود سولفات پتاسیم، بیشترین عملکرد دانه خشک و نیام سبز به ترتیب با مقادیر ۴۲۸۳/۰۸ و ۶۰۹۴/۵۵ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم در شرایط تنش خشکی

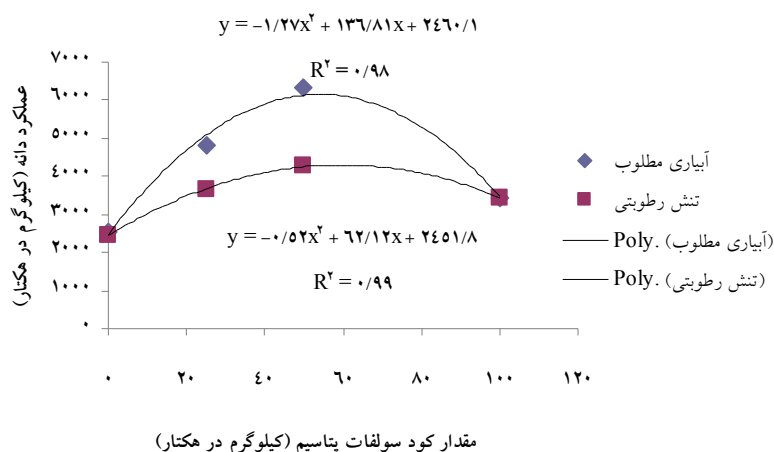
کود سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول نیام (میلی متر)	تعداد دانه در نیام	تعداد نیام در بوته	عملکرد دانه خشک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد نیام سبز (کیلوگرم در هکتار)
شاهد (۰)	۶۷/۹۴ ^d	۸۴/۷۹ ^d	۲/۵۳ ^b	۹/۳۶ ^d	۲۴۶۶/۶۰ ^d	۳۰۸۲/۲۸ ^d
۲۵	۸۳/۶۸ ^b	۱۰۰/۱۸ ^b	۳/۳۷ ^a	۱۲/۹۴ ^b	۳۶۳۹/۰۶ ^b	۴۷۳۳/۲۸ ^b
۵۰	۸۷/۱۴ ^a	۱۰۹/۸۰ ^a	۳/۷۰ ^a	۱۵/۳۲ ^a	۴۲۸۳/۰۸ ^a	۶۰۹۴/۵۵ ^a
۱۰۰	۸۱/۴۴ ^c	۹۶/۰۴ ^a	۳/۲۳ ^a	۱۱/۴۷ ^c	۳۴۴۱/۸۰ ^c	۳۰۸۲/۲۸ ^c

وجود حروف مشترک به منزله عدم وجود اختلاف معنی دار است.

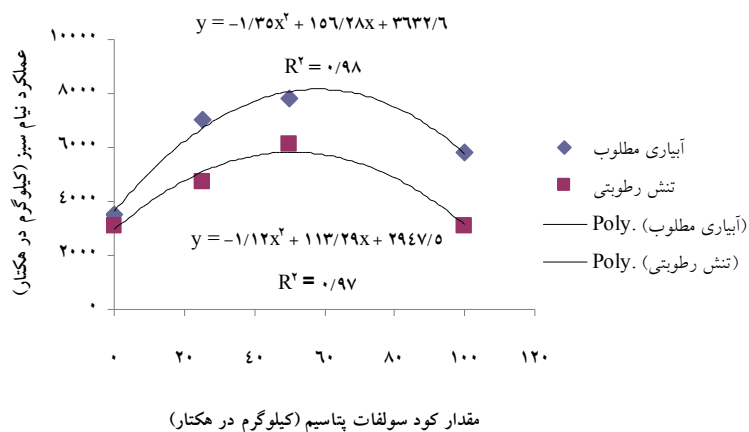
در شرایط آبیاری مطلوب، بیشترین تعداد دانه در نیام در حضور ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم مشاهده شد. چنین به نظر می رسد که هر چند تعداد دانه در نیام پایدارترین جزء عملکرد است و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می گیرد، اما با افزایش مصرف کود سولفات پتاسیم از یک حد

خاص، تعداد دانه در نیام کاهش می‌یابد. در شرایط تنش رطوبتی نیز افزایش میزان کود سولفات پتاسیم تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش تعداد دانه در نیام گردید. در شرایط استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم تعداد دانه در نیام نسبت به سطوح ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت، اما بین این سه میزان کود سولفات پتاسیم از نظر تعداد دانه در نیام اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید. بیشترین میزان تعداد نیام در بوته در هر دو شرایط رطوبتی با استفاده از ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌دست آمد. برای این صفت نیز با افزایش مقدار کود سولفات پتاسیم از تعداد نیام در بوته به‌طور معنی‌داری کاسته شد. گنجی‌پور (۲۰۰۷) اختلاف عملکرد بین سطوح پتاسیم را به‌دلیل تغییر در تعداد نیام در بوته دانست. برخلاف نتایج تحقیق حاضر بررسی دو صفت عملکرد دانه خشک و نیام سبز در شرایط تنش خشکی و آبیاری مطلوب نشان داد که عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب با افزایش مقدار پتاسیم از ۰ به ۵۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با تنش خشکی با یک شیب تندتری افزایش یافته است. همچنین کاهش عملکرد دانه خشک با افزایش میزان کود سولفات پتاسیم مصرفی از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری مطلوب با شیب تندتری نسبت به شرایط تنش کاهش یافته است. این شیب کندتر در شرایط تنش نشان از نقش تعدیل‌کننده کود سولفات پتاسیم در مقابله با تنش خشکی در لوبیا دارد (شکل ۱ و ۲). این نتیجه نشان می‌دهد که با استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم در شرایط تنش خشکی با وجود آن که از میزان عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاسته می‌شود، اما این میزان کاهش عملکرد در مقایسه با آبیاری مطلوب کمتر است. کود سولفات پتاسیم از طریق استحکام بافت‌های گیاهی و بسته شدن روزنه‌ها مصرف آب را کاهش می‌دهد. همچنین افزایش جذب پتاسیم سبب تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها، افزایش تعداد روزنه‌ها، کاهش تعرق و مهمترین مسئله در هنگام تنش آب یعنی افزایش جذب آب و وجود آوردن شرایط داخلی مناسب از طریق تنظیم فشار اسمزی و همچنین کاهش تعرق می‌گردد (ساکي‌نژاد، ۲۰۰۳). وجود عنصر گوگرد در کود سولفات پتاسیم نیز می‌تواند یکی از دلایل بهبود عملکرد لوبیا و تعدیل اثرات تنش خشکی باشد. در زمین

عملکرد نیام با افزایش میزان کود سولفات پتاسیم از ۰ به ۵۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری مطلوب در مقایسه با تنش خشکی با شیب شدیدی افزایش یافت که نشان می‌دهد عملکرد نیام تا حدی با افزایش کود سولفات پتاسیم افزایش یافته است و از آن پس با افزایش کود سولفات پتاسیم از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار میزان عملکرد نیام با سرعت زیادی کاهش یافته است (شکل ۲).



شکل ۱- روابط رگرسیونی عملکرد دانه و میزان کود سولفات پتاسیم در هر کدام از شرایط رطوبتی برای عملکرد دانه خشک.



شکل ۲- روابط رگرسیونی عملکرد نیام و میزان کود سولفات پتاسیم در هر کدام از شرایط رطوبتی برای عملکرد نیام سبز.

همان‌گونه که نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر آبیاری روی صفت ارتفاع بوته لوبیا معنی‌دار بود. این‌گونه به‌نظر می‌رسد که قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی موجب جلوگیری از رشد رویشی گیاه

شده و گیاه را سریعتر وارد مرحله زایشی می‌کند. هم‌چنین در توجیه اثر معنی‌دار آبیاری روی صفت تعداد دانه در نیام، به‌نظر می‌رسد که به‌هنگام بروز تنش خشکی در آخر فصل، در اثر کاهش پتانسیل آب و کاهش فشار تورژسانس تعدادی از تخمک‌های در حال شکل‌گیری از بین می‌روند و تعداد دانه در نیام کاهش می‌یابد. تعداد نیام در بوته حساس‌ترین جزء عملکرد به تنش خشکی است و به‌هنگام بروز تنش خشکی در مرحله گلدهی، تعداد زیادی از گل‌هایی که توانایی بالقوه تبدیل شدن به نیام را داشته‌اند، از بین رفته و تعداد نیام در بوته کاهش یافت. مقایسه میانگین عملکرد دانه خشک و نیام سبز نشان داد که بیشترین میزان این صفات در شرایط آبیاری مطلوب حاصل شدند. در صورت بروز تنش خشکی در مرحله گلدهی، عملکرد دانه به‌طور عمده به‌دلیل تعداد گل‌های بارور کمتر می‌شود و تعداد نیام در بوته کاهش می‌یابد.

در این راستا، واعظی راد (۲۰۰۸) نشان داد که اثر تنش خشکی، رقم و اثر متقابل دو فاکتور روی عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. آکوستا گالکوس و همکاران (۱۹۹۱) عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا را بررسی نمودند و مشاهده کردند که آبیاری محدود باعث کاهش طول دوره رشد زایشی در لوبیا می‌شود. ارقامی که بیشترین عملکرد را تحت شرایط تنش داشتند، دارای بیشترین تعداد نیام و دانه در بوته بودند. کلاتر احمدی (۲۰۰۷)، روزالس سرنا و کوهاشی شیباتا (۲۰۰۳) و ترن و سینگ (۲۰۰۲) در بررسی‌های خود نتیجه گرفتند که محدودیت رطوبت به‌خصوص در مرحله پر شدن دانه ارقام مختلف لوبیا موجب کاهش تعداد دانه در بوته می‌شود، چون تنش معمولاً تعداد نیام را کم می‌کند در نتیجه کاهش تعداد نیام باعث کاهش تعداد دانه در بوته می‌گردد. صفاپور و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی آماری اثرات تنش آبیاری بر صفات فنولوژی و زراعی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید، نشان داد که در شرایط تنش بیشترین تأثیر بر عملکرد دانه در لوبیا سفید مربوط به کاهش تعداد دانه در بوته بوده است. حبیبی و بی‌همتا (۲۰۰۷) در مطالعه عملکرد دانه و برخی صفات موثر بر آن در ۱۵ لاین لوبیا چیتی تحت شرایط آبیاری محدود، بیان کردند که در شرایط تنش صدمات زیادی به‌ترتیب بر عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک و تعداد نیام وارد شده است. در شرایط آبیاری مطلوب تعداد نیام و در شرایط تنش شاخص برداشت بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارا بودند.

تجزیه همبستگی: همبستگی بین متغیرها بیانگر نوع و میزان رابطه بین آنها می‌باشد که در زراعت و اصلاح نباتات از اهمیت زیادی برخوردار است. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی بین صفات مختلف (جدول ۷) نشان داد که بین اکثر صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. صفت

عملکرد دانه با صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در نیام و تعداد نیام در بوته رابطه مثبت و معنی داری داشت. بیشترین میزان همبستگی بین عملکرد دانه با صفت تعداد نیام در بوته مشاهده شد. وجود اینگونه همبستگی بیانگر این مطلب است که برای افزایش عملکرد دانه می توان از این صفات در برنامه های به زراعی و به نژادی استفاده نمود. در تطابق با نتیجه حاضر، واعظی راد و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی اثر تنش کم آبی در ارقام لویای قرمز نشان دادند که همبستگی مثبت و معنی داری بین صفات تعداد دانه در نیام، تعداد نیام در بوته با عملکرد دانه وجود دارد. سبکدست و خیال پرست (۲۰۰۷) در بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد در ۳۰ رقم لویا، بیان کردند که بین صفات وزن نیام و تعداد دانه در نیام با عملکرد همبستگی مثبت و معنی دار وجود دارد. رهنمایی تک و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی روابط موجود بین صفات موثر بر عملکرد دانه تک بوته در ۲۵۰ نمونه از کلکسیون لویا قرمز بانک ژن گیاهی ملی ایران، نشان دادند که بیشترین همبستگی صفت عملکرد دانه تک بوته با صفات وزن صددانه (۰/۷۸)، تعداد نیام در بوته (۰/۴۴) و تعداد بذر در نیام (۰/۲۱) بوده است. سانتالا و همکاران (۱۹۹۳) در بررسی روی سیزده صفت مرفولوژیکی در لویا بیان داشتند که همبستگی عملکرد دانه با تعداد نیام در گیاه بسیار معنی دار است. بیات و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه ژنوتیپ های لویاچیتی تحت شرایط کم آبی، در بین اجزای عملکرد، بیشترین میزان همبستگی با عملکرد را در ارتباط با صفات تعداد نیام در بوته و وزن صددانه و تعداد نیام در بوته گزارش کردند. لیبمن و همکاران (۱۹۹۵) گزارش نمودند که اجزای عملکرد در لویا شامل تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و وزن صددانه می باشد که این صفات نقش مهمی در تعیین عملکرد بوته و اصلاح آن دارند.

جدول ۷- ضریب همبستگی بین صفات مختلف لویا

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶
ارتفاع بوته	۱					
طول نیام	۰/۲۱۰	۱				
تعداد دانه در نیام	۰/۳۲۴	۰/۶۳۴**	۱			
عملکرد نیام سبز	۰/۲۲۵	۰/۸۷۶**	۰/۶۳۸**	۱		
تعداد نیام در بوته	۰/۳۲۴	۰/۹۵۷**	۰/۷۸۵**	۰/۹۰۹**	۱	
عملکرد دانه	۰/۴۳۴*	۰/۰۳۵	۰/۵۰۴*	۰/۰۶۳	۰/۶۲۹**	۱

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

نتیجه گیری

در مجموع با توجه به نتایج تحقیق حاضر می توان نتیجه گرفت که استفاده از کود سولفات پتاسیم در شرایط آبیاری مطلوب سبب بهبود عملکرد دانه و اجزای آن می شود، اما تحمل گیاه به افزایش کود سولفات پتاسیم تا حدود ۵۰ کیلوگرم در هکتار است و از آن پس با افزایش میزان کود سولفات پتاسیم از عملکرد و اجزای آن بطور معنی داری کاسته می شود که می تواند به علت سمیت ناشی از عنصر پتاسیم با توجه به میزان جذب خاک و کاهش بیش از حد میزان پتانسیل آب باشد. از دیگر نتایج تحقیق حاضر این است که با وجود آنکه در شرایط تنش خشکی با افزایش مقدار کود سولفات پتاسیم از مقدار عملکرد دانه به میزان قابل توجهی کاسته شد، اما در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب و افزایش مقدار کود سولفات پتاسیم این کاهش مقدار عملکرد دانه کمتر بود. به عبارتی افزایش کود سولفات پتاسیم در شرایط تنش خشکی از افت شدید عملکرد تا حدودی جلوگیری به عمل آورده است.

منابع

1. Acosta-Gallegos, J.A., and Adams, M.W. 1991. Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars under drought stress. *J. Agric. Sci.*, 117: 231- 219.
2. Bayat, A.A. Sepehri, A., Ahmadvand, G., and Dorri, H.R. 2010. Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Iran. J. Crop Sci.* 12: 42-54.
3. Fao, 2010. FAO annual statistics reports. <http://faostat.fao.org/567>.
4. Ganjipour, B. 2007. Different levels of potassium application on growth and yield of bean plant Ramin weather conditions. M.sc thesis. Faculty of Agricultural Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Pp. 123.
5. Habibi, G.R., and Bihamta, M.R. 2007. Study of seed yield and some associate characteristics in pinto bean under reduced irrigation. *Pajou. Va. Sazan.* 74: 34-46.
6. Kalantar Ahmadi, M. 2007. Effect of moisture stress and morphological characteristics and grain yield of Dezful climates. *J. Agric. Sci.*, 29: 31-40.
7. Kocheiki, A., and Banayan Aval, M. 1995. Grain Legume Cropping. Mashhad Jihad Daneshgahi Press. Pp. 240.
8. Liebman, M., Corson, A., Rowe, R.J., and Halteman, W.A. 1995. Dry bean response to nitrogen fertilizer in two tillage and residue management system. *Agro. J.* 87: 538-546.
9. Munoz-Perea, C.G., Teran, H., Allen, R.G., Wright, J.I., Westermann, D.T., and Singh, S.P. 2006. Selection for drought resistance in dry bean landraces and Cultivars. *Crop Sci.*, 46: 2111-2120.

10. Rahnamaie Tak, A., Vaezi, S. Mozafari, J., and Shah Nejat Boshehri, A.A. 2006. Correlation and Path analysis of grain yield and related traits in beans. J. Agro. Hort. 76: 11-24.
11. Rainey, K.M., and Griffiths, P.D. 2005: Inheritance of heat tolerance during reproductive development in Snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Am. Soc. Hortic. Sci. 130: 700-706.
12. Rebetzke, G.J., Richards, R.A., Condon, A.G., and Farquhar, G.D. 2006. Inheritance of carbon isotope discrimination in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica. 14: 324-341.
13. Rosales-Serna, R., and Kohashi-Shibata, J. 2003. Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought- stressed common bean cultivars. Field Crop Res. 85: 203-211.
14. Sabokdast, M. and Khialparast, F. 2007. Study the Relationship between yield and yield components in 30 varieties of beans. J. Sci. Tech. Agric. Nat. Res. 42: 123-133.
15. Safapour, M., Khaqani S., Amirabadi M., M. Timori, Bzaan M.K. 2010. Effects of water stress on phenological and agronomic traits Bean genotypes. New Agric. Find. 3: 367-378
16. Sakinejad, T. 2003. Study of effect of water deficit on the trend of uptake of N, P, K and Na at different growth stages considering the morphological and physiological traits of maize in Ahvaz climate. Ph.D. Thesis on Crop Physiology, Science and Research Branch, Ahvaz, Iran, Pp. 288.
17. Santalla, M., Eberhard, M.R. and Ron, A.M. 1993. Correlation between agronomic and immature pod characters in population of French bean. Abs. on plant Breed. 63:495.
18. Sharifi, P. 2013. Statistical Design in Agricultural Research: Principles, procedures and Analysis by SAS, SPSS and Minitab. Islamic Azad University, Rasht Branch Press, Pp. 567.
19. Teran, H., and Singh, S.P. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. Crop Sci. 42:64-70.



Effects of drought stress and potassium sulfate fertilizer on green bean yield

*P. Sharifi¹, N. Karbalavi² and H. Aminpanah³

¹Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Rasht Branch, ²M.Sc graduated student of Agronomy, Islamic Azad University, Sciences and Research Branch, Pardis, Gilan

Received: 04-30-2013; Accepted: 08-20-2013

Abstract

In order to evaluate the effect of irrigation and potassium fertilizer on yield and yield components of green beans an experiment was carried out with split plot arrangement based on randomized complete block design with three replications, in Ahvaz in 2011. Two levels of irrigation (normal irrigation and drought) and four levels of potassium sulfate fertilizer (0, 25, 50 and 100 kg ha⁻¹) were evaluated in this study. The results of analysis of variance indicated that there were significant effects of irrigation, potassium sulfate fertilizer and irrigation × potassium sulfate fertilizer interactions on all of the studied traits. The results of mean comparisons indicated in both conditions of irrigation, the high value of yield and yield components were obtained by use of 50 kg ha⁻¹ potassium sulfate fertilizer. The results of trend analysis revealed that effect of potassium Sulfate fertilizer on dry grain yield and yield of green pods can be explained by the quadratic equation. The results of the correlation analysis indicated that there were positive and significant correlation between dry grain yield and plant height, number of grains per pod and number of pods per plant. In conclusion, the results indicated increasing that potassium sulfate fertilizer was partly prevented high reduction of grain yield in drought condition.

Keywords: Drought, Green bean, Irrigation, Potassium sulfate fertilizer, Regression equation.

*Corresponding author; peyman.sharifi@gmail.com