



## اثرات کودهای زیستی و متانول بر عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L. Walp.) در شرایط تنش خشکی

محمد مونس‌ی شبستری<sup>۱</sup>، امید صادقی پور<sup>۲\*</sup>، علیرضا پازکی<sup>۲</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه زراعت، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲

### چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی، کودهای زیستی و متانول بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی رقم کامران آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری انجام شد. این تحقیق به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. سطوح آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در دو سطح شامل: آبیاری پس از ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به ترتیب به‌عنوان شرایط نرمال و تنش خشکی در کرت‌های اصلی قرار گرفتند. دو عامل فرعی نیز عبارت بودند از: الف: کود دهی در چهار سطح شامل: عدم مصرف کود، مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، تلقیح بذر با باکتری برادی‌ریزوبیوم + ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، تلقیح بذر با باکتری آزوریزوبیوم + ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و ب: متانول پاشی در سه سطح شامل: عدم متانول پاشی، متانول پاشی ۲۰٪ حجمی و متانول پاشی ۴۰٪ حجمی در مرحله غنچه دهی که به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تنش خشکی به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی را کاهش داد. با این وجود، مصرف کودهای زیستی و همچنین کاربرد متانول سبب بهبود عملکرد در شرایط تنش و نرمال گردید. در بین تیمارهای مختلف کود و متانول، تلقیح بذر با باکتری برادی‌ریزوبیوم + ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه با متانول پاشی ۲۰٪ مؤثرتر بود؛ بنابراین می‌توان تیمار فوق را به‌عنوان تیماری مؤثر در افزایش تحمل به تنش خشکی در لوبیا چشم‌بلبلی توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: خشکی، ریزوبیوم، عملکرد، کود زیستی، متانول

\* نگارنده مسئول (sadehipour@iausr.ac.ir)

## مقدمه

لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L. Walp) متعلق به خانواده لگومینوزه یا فاباسه است که قادر است از طریق رابطه همزیستی با باکتری‌های خاک نیتروژن را تثبیت نماید. این گیاه بومی آفریقا است که به‌طور گسترده در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان کشت می‌شود. لوبیا چشم‌بلبلی در بین حبوبات با ویژگی‌هایی از قبیل پروتئین زیاد، سازگاری مناسب با خاک‌های کم بارور، گرما و خشکی شناخته می‌شود. در مجموع، این ویژگی‌ها باعث شده لوبیا چشم‌بلبلی به‌عنوان یک محصول مهم در زمینه تغییرات اقلیمی و امنیت غذایی محسوب شود. کمبود آب یکی از جدی‌ترین چالش‌های تغییرات اقلیمی و یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده است که بر تولید گیاهان زراعی تأثیر منفی می‌گذارد (Carvalho *et al.*, 2019). مصرف بی‌رویه و غیراصولی کودهای شیمیایی نیتروژنی باعث آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و درنهایت موجب مسمومیت انسان، دام و آبزیان شده است. همچنین افزایش مشکل نیترات‌زدایی (دی‌نیتریفیکاسیون) و در نتیجه تولید بیشتر گازهای اکسید نیتروژنی و تخریب لایه ازن را به همراه دارد. وجود این مشکلات و مسائل دیگر، ضرورت تجدیدنظر در روش‌های افزایش تولید محصولات کشاورزی و لزوم فراهم‌سازی شرایط مناسب برای استفاده بیشتر از فرآیندهای مفید طبیعی مانند تثبیت زیستی نیتروژن را ایجاب می‌کند (خسروی، ۱۳۹۴).

خالق‌نژاد و جباری (۱۳۹۳) بیان کردند که تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد نخود گردید. در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش، تلقیح بذر با کودهای زیستی باعث حصول عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با شاهد و کود نیتروژنه شد. خسروی و رمضان پور (۱۳۸۳) گزارش دادند که تیمار باقلا با سویه‌های برتر ریزوبیوم در مقایسه با شاهد و مصرف کود نیتروژنی عملکرد دانه را به ترتیب معادل ۱۸ و ۵/۳ درصد افزایش داد.

حدود ۹۰ درصد وزن خشک گیاهان ناشی از آسمیلاسیون  $CO_2$  توسط فتوسنتز است (پیله-وری خمایی و همکاران، ۱۳۸۷). در شرایط تنش به علت بسته شدن روزنه‌ها مقدار تعرق و ورود  $CO_2$  کاهش می‌یابد بنابراین انتقال الکترون در اثر محدودیت دی‌اکسید کربن کم می‌شود، در نتیجه قدرت جذب و ساخت محدود می‌شود (Paknejad *et al.*, 2007). Zbiec *et al.* (1997) بیان داشتند افزایش غلظت دی‌اکسید کربن می‌تواند اثر ناشی از تنش خشکی را خنثی کند بنابراین بکار بردن موادی که بتوانند سبب افزایش غلظت  $CO_2$  در گیاه شوند موجب تثبیت عملکرد در شرایط خشکی می‌گردند. Fall and Benson (1996) بیان کردند در بین این مواد متانول به علت اینکه ساده‌ترین فرآورده گیاهی است که در خود گیاه تولید می‌شود، کاملاً برای گیاه شناخته‌شده است. Aslani *et al.* (2011) گزارش کردند که در گیاه ماش، بیشترین افزایش عملکرد دانه در اثر محلول‌پاشی متانول ۲۰ درصد ثبت

اصلی در دو سطح شامل: آبیاری پس از ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به ترتیب به‌عنوان شرایط نرمال و تنش خشکی در کرت‌های اصلی قرار گرفتند. دو عامل فرعی نیز عبارت بودند از: الف: کود دهی در چهار سطح شامل: عدم مصرف کود، مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، تلقیح بذر با باکتری برادی‌ریزوبیوم + ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، تلقیح بذر با باکتری آزوریزوبیوم + ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و ب: متانول پاشی در سه سطح شامل: عدم متانول پاشی، متانول پاشی ۲۰٪ حجمی و متانول پاشی ۴۰٪ حجمی در مرحله غنچه دهی که به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. برگ پاشی متانول در ساعات اولیه صبح و بدون تابش شدید نور خورشید انجام گرفت. قبل از اجرای آزمایش، از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری خاک، نمونه‌برداری صورت گرفت که برای تعیین خصوصیات آن به آزمایشگاه ارسال گردید. نتایج آنالیز خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

گردید. همچنین Mirakhori et al (2009) دریافتند که کاربرد متانول در غلظت‌های ۱۴ و ۲۱ درصد حجمی به ترتیب موجب افزایش ۱۶/۸ و ۴۰/۴ درصد در عملکرد سویا نسبت به تیمار شاهد گردید.

هدف از اجرای پژوهش حاضر، بررسی اثرات کاربرد کودهای زیستی و متانول بر تحمل به تنش خشکی لوبیا چشم‌بلبلی از طریق تعیین عملکرد دانه آن در شرایط آب و هوایی شهری بود.

### مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات تنش خشکی، کودهای زیستی و متانول بر عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی رقم کامران آزمایشی در تابستان سال ۱۳۹۰ در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهری واقع در ۲۰ کیلومتر آزادراه تهران-قم با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۲ دقیقه و ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا انجام شد. این تحقیق به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. سطوح آبیاری به‌عنوان عامل

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه آزمایشی

هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاس (mg/kg)	بافت خاک
۳/۳۴	۷/۹۵	۳/۱۱	۰/۱۰	۲۲/۴۶	۴۴۰	لومی رسی

هر تکرار دارای دو کرت اصلی که هر یک شامل ۱۲ کرت فرعی و هر کرت فرعی شامل پنج خط کاشت به طول پنج متر، فاصله خطوط کاشت از هم ۵۰ سانتیمتر و فاصله بین بوته‌ها روی هر خط کاشت ۱۰ سانتیمتر بود. فاصله بین کرت‌های فرعی از هم یک متر (دو پشته نکاشت) و فاصله بین کرت‌های اصلی از هم دو متر (چهار پشته نکاشت) بود. شخم عمیق در پاییز سال قبل و شخم متوسط، دیسک و ماله دو هفته قبل از کشت (اواسط خرداد) به منظور خرد کردن کلوخه‌ها و یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه انجام گردید. در زمان کاشت با فاروئر، جوی و پشته‌هایی به فاصله ۵۰ سانتیمتر از هم احداث گردید. مقدار باکتری مورد استفاده برای ۵۰ کیلوگرم بذر (بذر مصرفی در هکتار) نیم لیتر از مایه تلقیح برادی‌ریزوبیوم و ۱۰۰ گرم از مایه تلقیح آزوریزوبیوم بود. نیتروژن نیز به مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار (از منبع اوره) در زمان کاشت در شیارهای ایجادشده چند سانتیمتر پایین‌تر از محل کاشت بذر قرار گرفت. در اوایل تیرماه ۱۳۹۰ کاشت با تراکم زیاد روی پشته‌ها انجام گرفت و سپس روی این بذور با مخلوط خاک نرم

و ماسه پوشانده شد به طوری که عمق کاشت حدود سه تا چهار سانتیمتر گردید. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی تا زمان تنک کردن بر اساس نیاز گیاه و شرایط محیطی منطقه انجام شد. بعد از تنک بوته‌ها، آبیاری با توجه به تیمار در نظر گرفته شده برای هر کرت صورت گرفت. در زمان تنک کردن (مرحله دو تا چهار برگگی) فاصله بین بوته‌ها با قطع گیاهان اضافی، ۱۰ سانتیمتر شد. برای مبارزه با علف‌های هرز، وجین دستی طی دوره رشد و با توجه به میزان آلودگی کرت‌های مختلف صورت گرفت.

در اواسط مهرماه و در زمان رسیدگی کامل، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از سطحی معادل دو مترمربع هر کرت تمامی بوته‌ها برداشت شده و پس از هوا خشک شدن و جدا کردن دانه‌ها از غلاف‌ها عملکرد دانه با رطوبت ۱۳٪ تعیین گردید. در نهایت داده‌های حاصل توسط نرم‌افزار MSTAT-C تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

## نتایج و بحث

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی تحت تأثیر آبیاری، کود و متانول

C.V.	خطا	آبیاری ×	کود ×	آبیاری ×	آبیاری ×	متانول	کود	خطا	آبیاری	تکرار
		کود × متانول	متانول	متانول	کود					
۱۳/۹۹	۱۰۳۶	۵۲۷۰ *	۳۲۲ ns	۹۹۳ ns	۶۱۱۲ **	۲۲۰۷۵	۵۲۳۳۸	۶۰۹۴	۴۹۱۲۶۳	۵۹۳
						**	**		**	

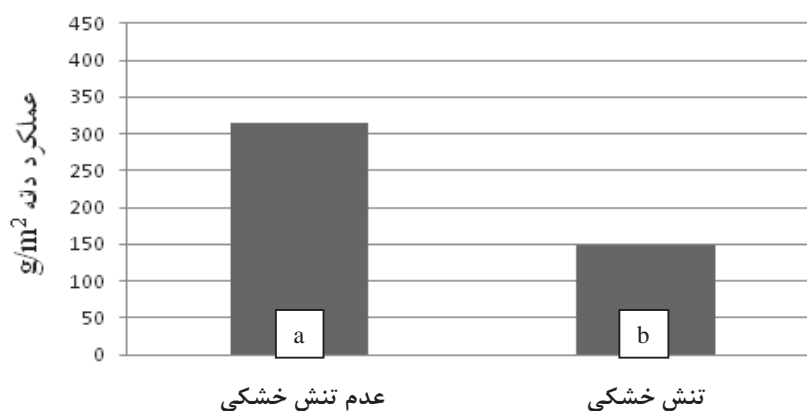
ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

Pannu & Singh (1993) بیان کردند که کاهش

عملکرد دانه ناشی از تنش خشکی به علت اثرات منفی این تنش بر سطح برگ، فتوسنتز پوشش گیاهی، سرعت رشد محصول و اجزای عملکرد است. نتیجه فوق با یافته‌های رضایی و کامکار حقیقی (۱۳۸۸) و (Kumar et al (2004) در مورد کاهش عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی و نخود تحت شرایط تنش خشکی مطابقت دارد.

## اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه

تنش کم‌آبی عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی را به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد کاهش داد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۱۲/۷۲ گرم بر مترمربع از آبیاری پس از ۵۰ mm تبخیر و کمترین آن با میانگین ۱۴۷/۵۱ گرم بر مترمربع از آبیاری پس از ۱۰۰ mm تبخیر به دست آمد (نمودار ۱).

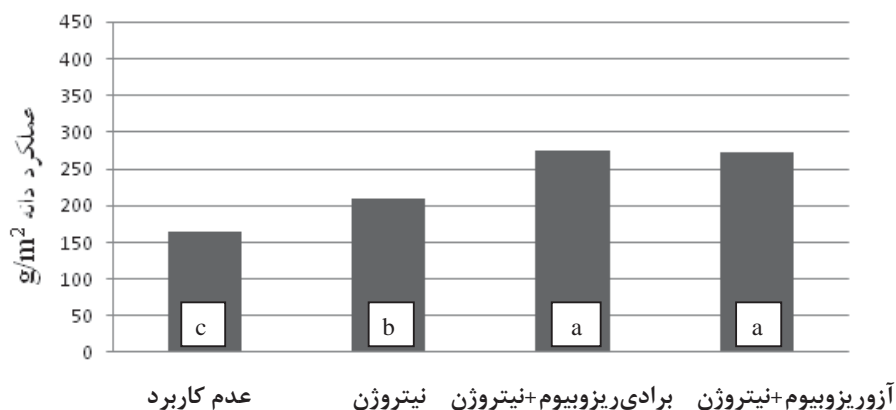


نمودار ۱- اثر آبیاری بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی

### اثر کود دهی بر عملکرد دانه

کود دهی عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی را به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد افزایش داد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه با میانگین  $275/19$  گرم بر مترمربع از تیمار تلقیح باکتری برادی‌ریزوبیوم + کاربرد  $20$  کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و کمترین آن با میانگین  $163/66$  گرم بر مترمربع از تیمار عدم مصرف کود به دست آمد. بین تیمارهای کودی، تیمارهای تلقیح شده با باکتری + کاربرد  $20$  کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در یک گروه و بالاتر از تیمار  $20$  کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص قرار گرفتند (نمودار ۲).

می‌توان اظهار کرد که تلقیح، راندمان استفاده از کود دهی را افزایش داد. قاسمی پیر بلوطی و همکاران (۱۳۸۳) بیان کردند که تغییرات در عملکرد احتمالاً مربوط به اختلاف در توانایی تثبیت نیتروژن و فراهمی میزان نیتروژن توسط سوبه‌های باکتری برای گیاه است. نتیجه فوق با یافته‌های خسروی و رمضان پور (۱۳۸۳) و Matiru & Dakora (2004) در خصوص افزایش عملکرد دانه باقلا و ارزن با مصرف کودهای بیولوژیک و باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن مطابقت دارد.



نمودار ۲- اثر کود دهی بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی

از عدم پاشش متانول حاصل شد. بین سطوح  $20\%$  و  $40\%$  کاربرد متانول، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (نمودار ۳).

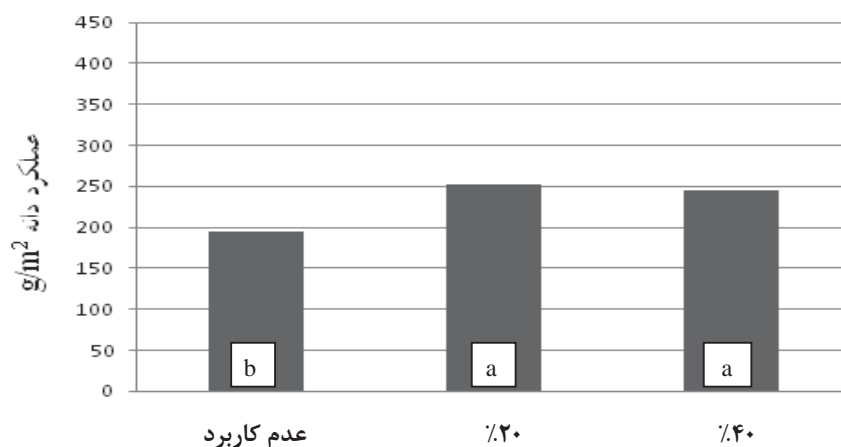
(Jafari Paskiabi et al (2011) نیز عنوان کردند که در بین تیمارهای محلول‌پاشی متانول روی لوبیا چشم‌بلبلی، بیشترین افزایش عملکرد متعلق به تیمارهای  $20$  و  $30$  درصد حجمی بود.

### اثر کاربرد متانول بر عملکرد دانه

متانول پاشی باعث افزایش عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی در سطح احتمال یک درصد شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه با میانگین  $250/58$  گرم بر مترمربع از متانول پاشی  $20\%$  و کمترین آن با میانگین  $195/27$  گرم بر مترمربع

مربوط به تبدیل کربن نیز اثر می‌گذارد. به‌طور کلی مصرف متانول در اغلب گیاهان زراعی در شرایط تنش موجب کاهش انجام تنفس نوری و درعین حال افزایش راندمان مصرف آب، سطح برگ و دوام برگ، قند سازی، سرعت اسیمیلاسیون و رشد و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود (Downie et al., 2004).

همچنین (Mirakhori et al ; Aslani et al (2011) و (2009) و (2008) Vyshkayy et al افزایش عملکرد دانه ماش، سویا و بادام‌زمینی را در اثر متانول پاشی گزارش کردند. Hemming et al (1995) دریافتند که پس از محلول‌پاشی متانول بر روی گیاه و جذب آن توسط گیاه، غلظت این ماده در بافت‌های گیاهی افزایش یافته و بر راندمان تبدیل کربن و مسیرهای متابولیکی



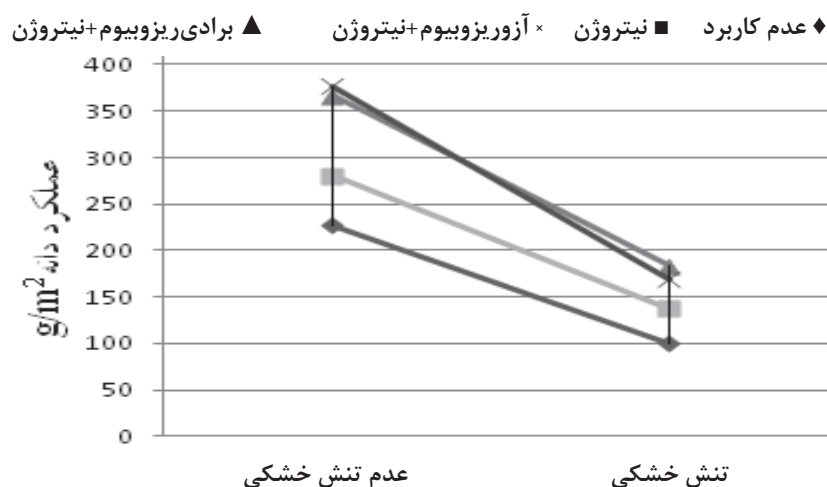
نمودار ۳- اثر متانول پاشی بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی

مترمربع از تیمار ترکیبی آبیاری پس از ۱۰۰ mm تبخیر و عدم مصرف کود به دست آمد. در هر دو سطح آبیاری تیمارهای تلقیح شده + مصرف ۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در یک گروه و بالاتر از سایر تیمارها قرار گرفتند، در آبیاری نرمال، کود آزوریزوبیوم ولی در تنش خشکی کود برادی-ریزوبیوم در سطح بالاتری قرار گرفتند اگرچه تفاوت بینشان معنی‌دار نبود (نمودار ۴). فرنیا و همکاران (۱۳۸۵) افزایش عملکرد دانه را با استفاده از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن بر روی سویا تحت تنش آبیاری گزارش دادند. تنش

**اثر متقابل آبیاری و کود دهی بر عملکرد دانه**  
اثرات متقابل آبیاری و کود دهی بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بدین معنی که در سطوح مختلف آبیاری، اثرات مثبت کود دهی دارای روند یکسانی نبود. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۷۶/۶۰ گرم بر مترمربع از تیمار ترکیبی آبیاری پس از ۵۰ mm تبخیر و تلقیح آزوریزوبیوم + مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و کمترین آن نیز با میانگین ۱۰۰/۱۹ گرم بر

گیاه میزبان و همزیستی تأثیر منفی دارد و تلقیح گیاه با سوبه‌های بومی بردبار در برابر خشکی در شرایط خشک تأثیر مثبتی بر تمامی پارامترهای تثبیت نیتروژن و متابولیت‌های سازگار گیاه دارد. (Basra & Basra, 1997) دریافتند که به‌طور معمول مایه‌زنی سویه ریزوبیومی بردبار باعث افزایش فعالیت آنزیم نیتروژناز می‌شود.

خشکی به‌طور غیرمستقیم از طریق تأثیر بر مقدار کربوهیدرات تولیدشده در گیاه و انتقال آن به ریشه، بر تثبیت نیتروژن اثر می‌گذارد و در نتیجه کمبود نیتروژن در گیاه صفات مختلف از جمله عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ravari & Hum, 2003). ابوالحسنی زراعتکار و همکاران (۱۳۸۹) اظهار کردند که خشکی بر رشد



نمودار ۴- اثر متقابل آبیاری و کود دهی بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی

۵۰mm تبخیر و متانول پاشی ۲۰٪ و کمترین آن با نیز میانگین ۱۰۹/۸۷ گرم بر مترمربع از تیمار ترکیبی آبیاری پس از ۱۰۰ mm تبخیر و عدم پاشش متانول حاصل شد. در هر دو سطح آبیاری، متانول پاشی با حجم ۲۰٪، عملکرد دانه را نسبت به دو تیمار دیگر بالا برد (نمودار ۵). این نتایج با یافته‌های (Mirakhori et al, 2009) و نادعلی و همکاران (۱۳۸۹) مطابقت دارد. (Mcgiffen et al

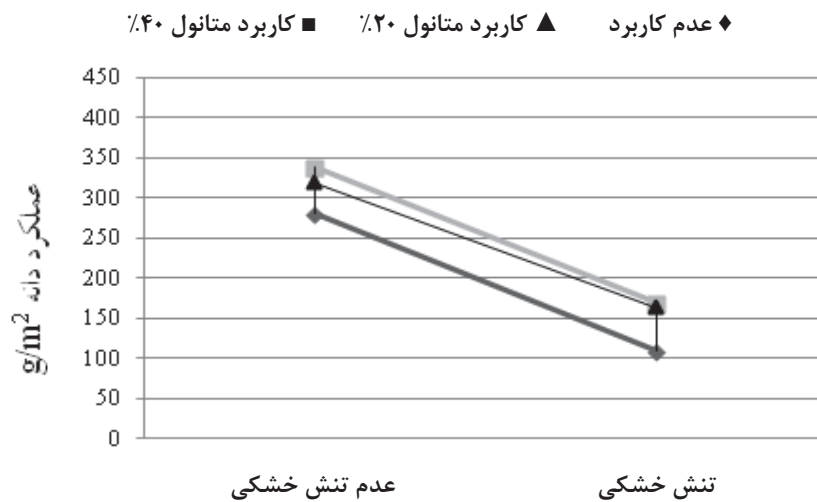
### اثر متقابل آبیاری و متانول پاشی بر عملکرد دانه

اثرات متقابل آبیاری و متانول پاشی بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی معنی‌دار نبود (جدول ۲)، بدین معنی که در سطوح مختلف آبیاری، کاربرد متانول، روند یکسانی بر افزایش عملکرد دانه داشت. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۳۷/۷۵ گرم بر مترمربع از تیمار ترکیبی آبیاری پس از



این امر منجر به افزایش فتوسنتز خالص و بالا رفتن تولید ماده خشک در این نوع گیاهان می‌شود.

(1995) نیز بیان داشتند که متانول استفاده‌شده بر روی گیاهان سه کربنه خصوصاً در شرایطی که تنفس نوری زیاد است، می‌تواند بخشی از تلفات کربن تثبیت‌شده توسط فتوسنتز را جبران کند.

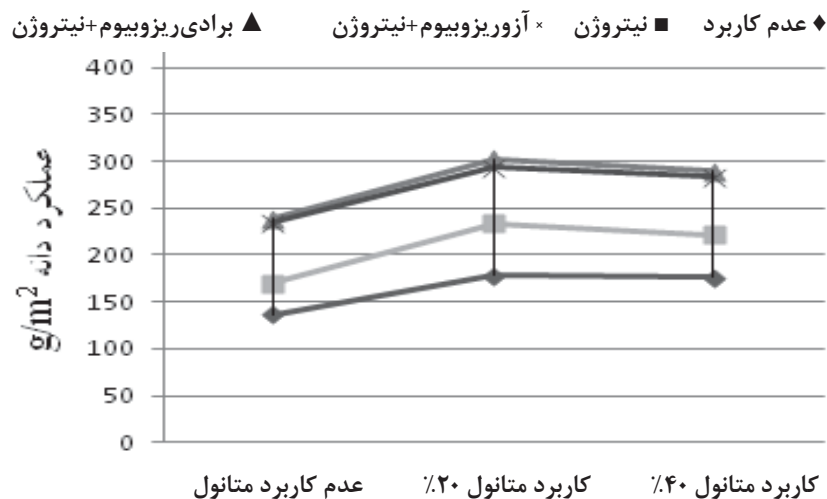


نمودار ۵- اثر متقابل آبیاری و متانول پاشی بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی

برادی‌ریزوبیوم + مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و کمترین آن نیز با میانگین ۱۳۶/۶۴ گرم بر مترمربع از تیمار ترکیبی عدم پاشش متانول و عدم مصرف کود حاصل شد. متانول پاشی باعث افزایش عملکرد دانه در همه تیمارهای کودی گردید، به‌طوری‌که در تمام سطوح کودی، متانول پاشی موجب بهبود عملکرد شد (نمودار ۶).

### اثر متقابل کود دهی و متانول پاشی بر عملکرد دانه

اثرات متقابل کود دهی و متانول پاشی بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی معنی‌دار نبود (جدول ۲). بدین معنی که در سطوح مختلف متانول پاشی، روند تغییرات عملکرد تحت تیمارهای کودی مختلف، تقریباً مشابه بود. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۰۲/۷۰ گرم بر مترمربع از تیمار ترکیبی متانول پاشی ۲۰٪ و تلقیح باکتری



نمودار ۶- اثر متقابل کود دهی و متانول پاشی بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی

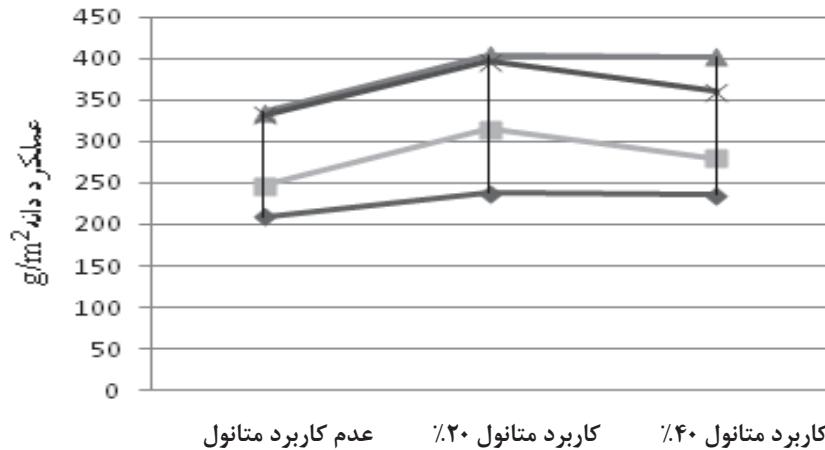
ترکیبی آبیاری پس از ۱۰۰ mm تبخیر و عدم پاشش متانول و بدون مصرف کود به دست آمد. در شرایط مطلوب آبیاری همه تیمارهای متانول پاشی و کود دهی اثر مثبت از خود نشان دادند و در گروه‌های بالاتری نسبت به شاهد قرار گرفتند، اما با افزایش غلظت متانول از ۲۰٪ به ۴۰٪ در بین همه تیمارها، کاهش عملکرد دانه مشاهده گردید (نمودار ۱-۷ و ۲-۷). این عکس‌العمل را می‌توان به اثر سمیت متانول در غلظت‌های بالا نسبت داد (میرآخوری و همکاران، ۱۳۸۹)؛ اما در تنش خشکی، متانول و کود دهی باعث افزایش عملکرد دانه در تمام سطوح شدند و با افزایش غلظت متانول از ۲۰٪ به ۴۰٪ عملکرد دانه به روند صعودی خود ادامه داد.

#### اثر متقابل آبیاری، کود دهی و متانول پاشی بر عملکرد دانه

اثرات متقابل آبیاری، کود دهی و متانول پاشی بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بدین معنی که در سطوح مختلف آبیاری، تغییرات عملکرد دانه تحت تأثیر سطوح مختلف کود دهی و متانول پاشی دارای روند یکسانی نبود. بیشترین عملکرد

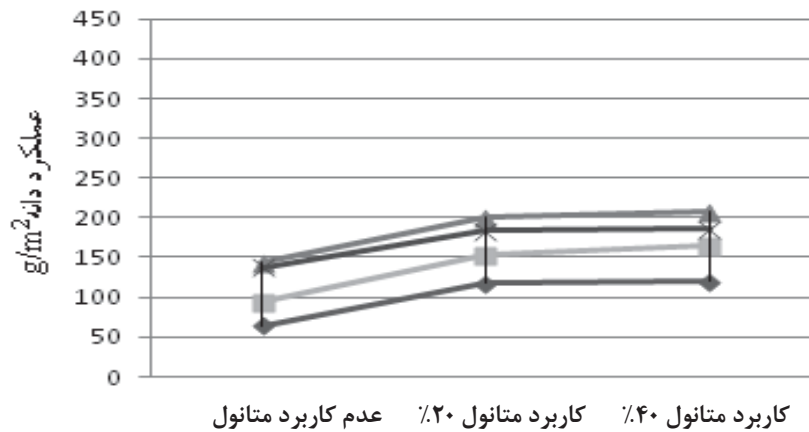
دانه با میانگین ۴۰۴/۷۹ گرم بر مترمربع از تیمار ترکیبی آبیاری پس از ۵۰ mm تبخیر و متانول پاشی ۲۰٪ و تلقیح برادی ریزوبیوم + مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و کمترین آن نیز با میانگین ۶۴/۲۵ گرم بر مترمربع از تیمار

◆ عدم کاربرد کود    ■ نیتروژن    × آزر ریزوبیوم+نیتروژن    ▲ برادی ریزوبیوم+نیتروژن



نمودار ۱-۷- اثر متقابل آبیاری، کود دهی و متانول پاشی بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی (در شرایط نرمال)

◆ عدم کاربرد کود    ■ نیتروژن    × آزر ریزوبیوم+نیتروژن    ▲ برادی ریزوبیوم+نیتروژن



نمودار ۲-۷- اثر متقابل آبیاری، کود دهی و متانول پاشی بر عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی (در شرایط تنش)

مختلف کود و متانول، تلقیح بذر با باکتری برادی- ریزوبیوم + ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه با محلول پاشی ۲۰٪ متانول در مرحله غنچه دهی مؤثرتر بود؛ بنابراین می‌توان تیمار فوق را به‌عنوان تیماری مؤثر در افزایش تحمل به تنش خشکی در لوبیا چشم‌بلبلی توصیه نمود.

### نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش فعلی نشان داد که تنش خشکی به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی را کاهش داد. با این وجود، مصرف کودهای زیستی و همچنین کاربرد متانول سبب بهبود عملکرد در شرایط تنش و نرمال گردید. در بین تیمارهای

## منابع

- رضایی، ع.ر. و ع.ا. کامکار حقیقی. ۱۳۸۸. اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد گیاه لوبیا چشم بلبلی. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب). ۲۳(۱): ۱۱۷-۱۲۴.
- فرنیا، ا.، ق. نورمحمدی، ا. نادری، ف. درویش، و ا. مجیدی هروان. ۱۳۸۵. تأثیر تنش خشکی و نژادهای باکتری *Bradyrhizobium japonicum* بر عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در سویا رقم (کلارک) در بروجرد. مجله علوم زراعی ایران. ۸(۳): ۲۰۱-۲۱۴.
- قاسمی پیربلوطی، ع.، ا. اله دادی، غ. اکبری، و ا. گل پرور. ۱۳۸۳. تأثیر تلقیح ارقام لوبیا با باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم بیوار فائزولی بر عملکرد دانه و تثبیت نیتروژن در منطقه شهرکرد. پژوهشهای زراعی ایران. ۲(۱): ۶۶-۵۵.
- میرآخوری، م.، ف. پاک نژاد، م.ر. اردکانی، ف. مرادی، پ. ناظری، و م. نصری. ۱۳۸۹. اثر محلول پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۲(۲): ۲۴۴-۲۳۶.
- نادعلی، ا.، ف. پاک نژاد، ف. مرادی، و س. وزان. ۱۳۸۹. اثر متانول بر عملکرد و برخی خصوصیات کیفی چغندر قند رقم رسول در شرایط تنش و بدون تنش خشکی. مجله به زراعی نهال و بذر. ۲۶(۱): ۹۵-۱۰۸.
- ابوالحسنی زراعتکار، م.، ا. لکزیان، ا. غلامحسین پورجعفری، و ع. اخگر. ۱۳۸۹. تأثیر تنش خشکی بر سیستم تثبیت نیتروژن باکتری *Sinorhizobium* و انباشت متابولیت‌های سازگار در گیاه یونجه رقم بمی. نشریه آب و خاک. ۲۴(۳): ۴۱۶-۴۰۷.
- پیلهوری خمایی، ر.، م.ت. صفرزاده ویشکایی، ن.ع. ساجدی، م. رسولی، و م. مرادی. ۱۳۸۷. اثر مصرف مقادیر متانول و روی بر خصوصیات کمی و کیفی بادام زمینی در گیلان. یافته‌های نوین کشاورزی. ۲(۴): ۳۵۱-۳۳۹.
- خالق نژاد، و. و ف. جباری. ۱۳۹۳. اثر تلقیح بذر با ریزوبیوم و ریزوباکتریهای افزایش دهنده رشد گیاه بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی در شرایط فاریاب و دیم. به زراعی کشاورزی. ۱۶(۴): ۹۵۷-۹۷۲.
- خسروی، ه. ۱۳۹۴. ریزوبیومها و نقش آنها در مدیریت نیتروژن اراضی کشاورزی زیر کشت لگومها. نشریه مدیریت اراضی. ۳(۱): ۴۸-۳۷.
- خسروی، ه. و م. رمضان پور. ۱۳۸۳. بررسی کارایی چند مایه تلقیح ریزوبیوم بر رشد باقلا در مازندران. مجله علوم خاک و آب. ۱۸(۲): ۱۶۷-۱۶۱.

- Middle-East Journal of Scientific Research. 8 (1): 173-177.
- Kumar, J., N. Dhiman, S.S. Yadav, J. Berger, N.C. Turner, and D. Singh.** 2004. Moisture stress studies in different chickpea types. 4<sup>th</sup> International Crop Science Congress. New Delhi, India. pp: 268- 277.
- Matiru, V.N. and F.D. Dakora.** 2044. Potential use of rhizobial bacteria as promoters of plant growth for increased yield in landraces of african cereal crops. African Journal of Biotechnology. 3 (1): 1- 7.
- Mcgiffen, M.E., R.L. Green, J.A. Manthey, B.A. Faber, A.J. Downer, N.J. Sakovich, and J. Aguiar.** 1995. Field tests of methanol as a crop yield enhancer. Horticultural Sciences, 30: 1225-1228.
- Mirakhori, M., F. Paknejad, F. Moradi, M.R. Ardakani, H. Zahedi, and P. Nazeri.** 2009. Effect of drought stress and methanol on yield and yield components of soybean max (L17). American Journal of Biochemistry and Biotechnology, 5 (4): 162-169.
- Paknejad, F., M. Nasri, H.R. Tohidi Moghadam, H. Zahedi, and M. Jami Alahmad.** 2007. Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. Journal of Biological Sciences. 7 (6): 841-847
- Pannu, R.K. and D.P. Singh.** 1993. Effect of irrigation on water use efficiency, growth and yield. I: Mung bean. Field Crop Research. 31: 87-100
- Aslani, A., M.N. Safarzadeh Vishekaei, M. Farzi, S.A. Noorhosseini Niyaki, and M. Jafari Paskiabi.** 2011. Effects of foliar application of methanol on growth and yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) in Rasht, Iran. African Journal of Agricultural Research. 6 (15): 3603-3608.
- Basra A.S. and R.K. Basra.** 1997. Mechanism of environmental stress resistance in plants. Harward Academic Publisher. pp: 83-111.
- Carvalho, M., I. Castro, J. Moutinho-Pereira, C. Correia, M. Egea-Cortines, M. Matos, E. Rosa, V. Carnide, and T. Lino-Neto.** 2019. Evaluating stress responses in cowpea under drought stress. *Journal of Plant Physiology*, 241: 153001, <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2019.153001>
- Downie, A., S. Myazaki, H. Bohnert, and P. John.** 2004. Expression profiling of the response of *Arabidopsis thaliana* to methanol stimulation. *Phytochemistry*. 65 (16): 2305-2316.
- Fall, R. and A. Benson.** 1996. Leaf methanol, the simplest natural product from Plants. *Trends in Plant Science*. 1: 296-301.
- Hemming, D.J.B., R.C. Criddle, and L.D. Hansen.** 1995. Effects of methanol on plant respiration. *Journal of Plant Physiology*. 146: 193-198.
- Jafari Paskiabi, M., M.N. Safarzadeh Vishekaei, S.A. Noorhosseini Niyaki, M. Farzi, and A. Aslani.** 2011. Effect of time and foliar spraying by methanol on growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata*).

methanol on the growth function of peanuts. Journal of Agricultural Sciences. 1: 87-102.

**Zbiec, I.I., S. Karczmarczyk, and Z. Koszanski.** 1997. Influence of methanol on some cultivated plants. Romanian Agricultural Research. 7-8: 45-49.

**Ravari, V. and D.J. Hum.** 2003. Performance of a superior *Bradyrhizobium japonicum* and selected *Sinorhizobium ferdii* strain with soybean cultivar. Agronomy Journal, 84: 1051-1056.

**Vyshkayy, M., Gh. Noormohammadi, A. Majidi, and B. Rabii.** 2008. Effect of

**Bio-fertilizers and methanol effects on yield of Cowpea under drought stress conditions**M. Moonesi Shabestari<sup>1</sup>, O. Sadeghipour<sup>2\*</sup>, A.R. Pazoki<sup>2</sup>

1. M.Sc. Graduate, Department of Agronomy, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Department of Agronomy, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**Abstract**

In order to investigate the effects of drought stress, bio-fertilizers and methanol on the yield of cowpea (cv. Kamran), an experiment was performed at the research field of the Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre Rey Branch Islamic Azad University. The experiment was conducted in the form of split factorial at the basis of randomized complete block design with three replications. The main factors were comprised of two irrigation levels including: irrigation after 50 and 100 mm evaporation from class A evaporation pan as normal and drought stress conditions, respectively. Two sub factors were also as follows: A) Fertilization at four levels including: no fertilizer, 20 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen, inoculation with bacteria *Bradyrhizobium* + 20 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen; inoculation with bacteria *Azorhizobium* + 20 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen, B). Methanol spraying at three levels including: no methanol spraying, methanol spraying at 20% vol and methanol spraying at 40% vol at the budding stage. The results showed that drought stress significantly decreased grain yield of cowpea. However, application of bio-fertilizers as well as methanol application improved yield under normal and stress conditions. Among different fertilizer and methanol treatments, inoculation with bacteria *Bradyrhizobium* + 20 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen with methanol spraying at 20% vol was more effective. Therefore, the above treatment can be recommended as an effective treatment for increasing drought tolerance in cowpea.

**Keywords:** Drought, Bio-fertilizer, Methanol, Rhizobium, Yield

---

\* Corresponding author (sadeghipour@iausr.ac.ir)