اثر باکتری ریزوبیوم فازئولی و قارچ آربوسکولار میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیای قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) تحت تنش کم آبی

ابراهیم عباسی سیه‌جانی [۱]، مهرداد یارنیا[۲*]، فرهاد فرح‌وش [۳]، محمدباقر خورشیدی بنام [۴] و هادی اسدی رحمانی [۵]

۱، ۲ و ۳) گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۴) بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز ، ایران.
۵) موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

*** نویسنده مسئول: m.yarnia@yahoo.com**

این مقاله مستخرج از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۲۴ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۶**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر باکتری ریزوبیوم و قارچ میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز رقم گلی در شرایط تنش کم آبی، این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز اجرا شد. تنش کم آبی با سه سطح آبیاری بعد از ۷۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به‌عنوان عامل اصلی و تلقیح بذر با باکتری ریزوبیوم فازئولی، قارچ میکوریزا، باکتری ریزوبیوم به همراه قارچ میکوریزا و عدم تلقیح به‌عنوان سطوح عامل فرعی در نظر گرفته شدند. تنش کم آبی با کاهش تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف، موجب کاهش عملکرد دانه لوبیا شد. عملکرد دانه در ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر نسبت به آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر به‌ترتیب ۳۸/۰۸ و ۷۳/۳۷ درصد کاهش یافت. تیمار تلقیح دوگانه ریزوبیوم و میکوریزا، بالاترین مقدار عملکرد دانه (۲۳۲۷ کیلوگرم در هکتار)، بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته (۱۶/۰۸)، تعداد دانه در بوته (۸۰/۶)، وزن صد دانه (۲۳/۷۵ گرم) و محتوای کلروفیل (۳۲/۴۵) را نشان داد. تلقیح همزمان بذر با قارچ میکوریزا و باکتری ریزوبیوم باعث افزایش عملکرد دانه (۴۰/۲۴ درصد) نسبت به عدم مصرف این عوامل و همچنین مصرف مجزای آن‌ها (ریزوبیوم ۲۲/۳۴ درصد و میکوریزا ۲۵ درصد) شد که از آثار سوء تنش کم آبی بر لوبیا کاست. با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان به‌منظور کاهش اثر تنش کم آبی در زراعت لوبیا، از ریزجانداران بهره جست.

واژه‌های کلیدی: تنش کم آبی، ریزوبیوم، قارچ آربوسکولار میکوریزا و لوبیا.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]

مقدمه

زراعت لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) همواره با محدودیت‌های متعددی مواجه بوده است که در میان این عوامل محدود کننده تولید، تنش خشکی مهم‌ترین عامل محسوب شده و سهم قابل توجهی را در کاهش تولید این محصول همانند سایر محصولات زراعی به خود اختصاص داده است، به نحوی که بر اساس مطالعات اخیر تنها هفت درصد از سطح زیرکشت جهانی لوبیا از مقدار آب کافی برخوردار است و ۶۰ درصد از تولید این محصول تحت شرایط تنش خشکی شدید صورت می‌گیرد (Bourgault *et al.*, 2013). طبق تعریف، تنش خشکی هنگامی ایجاد می‌گردد که میزان رطوبت خاک و همچنین رطوبت نسبی هوا پایین بوده و دمای محیط نیز بالا باشد (Lipiec *et al.*, 2013). به طورکلی گیاه لوبیا به عنوان گیاهی حساس به تنش خشکی مطرح است و به شدت تحت اثر کمبود آب قرار می‌گیرد (Duraes, 2006 Machado Neto and). اثر تنش خشکی بر عملکرد گیاه لوبیا در آزمایش‌های مختلفی مورد پژوهش قرار گرفت، در این رابطه Szilagyi (۲۰۰۳) ضمن بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا، کاهش اجزای عملکرد و همچنین کاهش ۸۰ درصدی عملکرد دانه را گزارش کرد. بنابراین، دستیابی به راهبردهایی برای کاهش اثر منفی تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و مایه‌زنی بذرهای گیاهان با ریزجانداران همزیست همچون قارچ میکوریزا و ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه[۱] می‌تواند سودمند باشد (Khan, 2009). استفاده از کودهای زیستی در کشاورزی نه تنها دارای اثر مثبتی بر ویژگی‌های خاک می‌باشد، بلکه از جنبه زیست محیطی نیز مفید بوده و می‌تواند جایگزین مناسبی برای نهاده‌های شیمیایی باشد (Pimentel *et al.*, 2005). همچنین کاربرد آن‌ها در قبل، و بعد از تنش‌های محیطی و نیز حین تنش، می‌تواند اثر تنش را در گیاه تعدیل کند و عملکرد را افزایش دهد (اکبری و همکاران، ۱۳۹۱). قارچ‌های میکوریزای وزیکولار-آربوسکولار[۲] برای مقابله با کم آبی و تنش خشکی در بسیاری از گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است (Song, 2005). قارچ‌های میکوریزای وزیکولار آربوسکولار یکی از انواع کودهای زیستی بوده که دارای رابطه همزیستی با ریشه گیاهان است (Gogoi and Singh, 2011). قارچ‌های همزیست مواد کربوهیدراتی را عمدتاً به شکل ساکارز از گیاه دریافت و عناصر غذایی را در اختیار گیاه قرار می‌دهند (Gogoi and Singh, 2011)؛ به این ترتیب که عناصر غذایی از غشای آربوسکول از طریق حامل‌های غشایی که با شیب پروتون عمل می‌کنند، به‌صورت فعال در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و مواد کربوهیدراتی موجود در آوند آبکش گیاه ابتدا توسط قارچ به گلوگز و فروکتوز تبدیل شده و سپس توسط حامل‌ها جذب می‌شود (Smith *et al.*, 2010). ریزوباکترهای محرک رشد گیاه، باکتری‌هایی هستند که با ریشه گیاهان همراه شده و بازدهی گیاهان را افزایش می‌دهند (Kloepper *et al.*, 2004). ریزوبیوم

۱ *Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR)*
۲ *Vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM)*

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]

مشهورترین ریزوباکتر تثبیت کننده نیتروژن ملکولی از خانواده ریزوبیاسه است. باکتری فوق آندوفیت[۱] طبیعی خانواده نخود[۲] بوده و با آن روابط همزیستی برقرار می‌کند (Gentili *et al.*, 2006). تلقیح ریزوبیومی لگوم‌ها، اثر بازدارندگی تنش‌ها را کاهش داده و باعث بقای بهتر گیاه در محیط نامناسب می‌شوند (Gaballah *et al.*, 2005). ریزوبیوم‌ها به صورت طبیعی در خاک‌ها وجود دارند، ولی اغلب از نظر تعداد و یا مؤثر بودن برای برقراری یک همزیستی موفقیت آمیز کافی نیستند و لذا لازم است به هنگام کشت، بذور گیاهان لگوم، توسط جمعیت کافی از ریزوبیوم‌های همزیست تلقیح شود (جمشیدی و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعات همتی و همکاران (۱۳۹۱) حاکی از آن بود که در صورت استفاده از باکتری ریزوبیوم گیاه لوبیا قادر به تحمل تنش آبی ۲۰ تا ۴۰ درصدی بدون افت عملکرد می‌باشد. این تحقیق با هدف مطالعه اثر همزیستی میکوریزا و ریزوبیوم بر ویژگی‌های لوبیا قرمز رقم گلی تحت شرایط تنش کم آبی انجام گرفت.

مواد و روش ها

به‌منظور ارزیابی اثر باکتری ریزوبیوم فازئولی و قارچ آربوسکولار میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیای قرمز رقم گلی تحت تنش کم آبی، این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز واقع در اراضی کرکج، در ۱۵ کیلومتری شرق تبریز با ارتفاع ۱۳۶۰ متر و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و پنج دقیقه شمالی اجرا شد. پژوهش به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار بود که در آن سطوح آبیاری شامل آبیاری بعد از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (I_1)، آبیاری بعد از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA (I_2) و آبیاری بعد از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (I_3) به عنوان فاکتور اصلی و ریزجانداران در چهار سطح شامل ریزوبیوم گونه لگومینوزاروم بیوار فازئولی[۳] (F_1)، میکوریزا گونه گلوموس موسهآ[۴] (F_2)، ریزوبیوم گونه لگومینوزاروم بیوار فازئولی + میکوریزا گونه گلوموس موسهآ (F_3) و عدم تلقیح بذر (F_0) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. هر کرت دارای چهار ردیف کاشت به طول چهار متر با فاصله‌ی ۵۰ سانتی‌متر بود و فاصله بلوک‌ها از همدیگر دو متر و فاصله بین کرت‌های اصلی دو خط نکاشت بود (اکبری، ۱۳۸۵). عملیات کاشت در نیمه دوم اردیبهشت انجام شد. در زمان عملیات آماده‌سازی زمین، با توجه به آزمایش خاک (جدول ۱)، کودهای فسفر و پتاسیم به خاک داده نشد ولی مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در دو مرحله هنگام کاشت و مرحله آغاز رشد رویشی در واحدهای آزمایشی به‌طور یکنواخت توزیع شد.

---

۱ Endophytic
۲ legume
۳ *Rhizobium Legominosarrum* biovar *phaseoli*
۴ *Glomus mosseae*

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]

جدول ۱: نتایج آزمایش خاک محل اجرای آزمایش

عمق نمونه برداری (سانتی-متر)	ضریب هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربنات کلسیم (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	بافت خاک
۰-۳۰	۱/۸۹	۷/۹۲	۱۰/۱	۰/۶۹	۰/۰۸۹	۱۱/۶	۳۸۵	۶۳	۲۲	۱۵	لومی-شنی

بذور مورد استفاده در این آزمایش از ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا (مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی) و ریزجانداران (باکتری‌ها و قارچ) از مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شدند. عمل تلقیح بذور با باکتری به صورت بذرمال هنگام کاشت در ساعات اولیه روز انجام شد، بدین صورت که پس از مخلوط کردن بذرها با صمغ عربی (به عنوان ماده چسباننده)، مقدار ۱۰ گرم باکتری به ازای یک کیلوگرم بذر (بر اساس دستورالعمل مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور) اضافه شد و به خوبی با بذرها مخلوط شد تا باکتری سطح تمامی بذرها را بپوشاند. پس از تلقیح بذرها و خشک کردن در سایه، بلافاصله عملیات کاشت انجام شد. قبل از کاشت پنج گرم از قارچ میکوریزا به ازای هر بذر (با یک قاشقک که هنگام پر شدن از قارچ وزنش پنج گرم می‌شد) در حفره کاشت بذور در عمق سه تا چهار سانتی‌متری قرار داده شد. جمعیت باکتری ۲×۱۰^{۸} و جمعیت قارچ میکوریزا دارای حداقل ۸۰ پروپاگول (واحد زنده قارچی) به ازای هر گرم بود. کاشت به‌صورت دستی با قرار دادن سه بذر در هر کپه و در داغ آب پشته‌ها به فاصله ده سانتی‌متر از هم انجام و بعد از سه برگی شدن با عمل تنک، تراکم در حد۲۰ بوته در متر مربع (۲۰۰ هزار بوته در هکتار) تنظیم گردید. مبارزه با علف‌های هرز نیز به‌صورت دستی انجام شد. تا مرحله هشت الی ۱۰ برگی ۷۰ درصد از بوته های مزرعه، آبیاری برحسب نیاز سایه انداز و بسته به شرایط آب و هوایی منطقه بر اساس ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A انجام شد و بعد از این مرحله، کرت‌های مربوط به تیمار شاهد ۱۱ نوبت و تیمارهای تنش ۱۱۰ و۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به‌ترتیب پنج و هفت نوبت آبیاری شدند. در اواخر گل‌دهی، تعداد ده بوته از دو ردیف میانی هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و صفات تعداد روزنه در سطح زیرین و رویین برگ مورد ارزیابی قرار گرفت. برای شمارش تعداد روزنه‌ها، هم زمان با شروع گرده افشانی، برگ پنجم از بالا در هر بوته و در تمامی تیمارها (از هر تیمار پنج بوته) انتخاب و پس از جدا نمودن از بوته مادری به آزمایشگاه منتقل گردید و به روش کپی‌برداری از قسمت زیرین و روئین برگ نمونه تهیه و پس از انتقال بر روی لام، (Yano *et al.*, 2003) در زیر میکروسکوپ نوری با عدسی نمره ۴۰ در حوزه دید میکروسکوپی شمارش و با به دست آوردن شعاع میدان دید عدسی ۴۰ (از هر نمونه ۳ تعداد)، تعداد روزنه در یک میلی‌متر مربع از برگ محاسبه شد (Yano *et al.*, 2003). شاخص محتوای کلروفیل با استفاده از دستگاه SPAD-502 در اواخر دوره گل‌دهی از بالاترین برگ

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]

اندازه‌گیری شد (Yano *et al.*, 2003). هدایت روزنه‌ای در ساعات اولیه روز با استفاده از دستگاه پرومتر در برگ آخر از بالا در هر بوته تعیین گردید. در مرحله رسیدگی نیز صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت و عملکرد دانه (برحسب رطوبت ۱۴ درصد) در سطح یک متر مربع تعیین شدند. با استفاده از وزن پنج نمونه ۱۰۰ تایی از دانه، اندازه وزن صد دانه محاسبه شد و پس از میانگین‌گیری ثبت گردید. عملکرد دانه در واحد سطح از توزین وزن دانه بوته‌های موجود در سطح برداشت شده تعیین شد؛ همچنین شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه بر زیست‌توده کل محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل دامنه معنی‌دار دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد روزنه در زیر برگ

اثر بر هم‌کنش تنش کم‌آبی و کودهای زیستی بر تعداد روزنه در زیر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). ترکیب تیماری I_3F_0 (تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر و عدم تلقیح کود زیستی) با میانگین ۱۸۸ عدد روزنه (در یک میلی‌متر از سطح برگ)، از بالاترین تعداد روزنه زیر برگ در بین تمام ترکیب‌های تیماری برخوردار بود. کم‌ترین تعداد روزنه زیر برگ هم در ترکیب تیماری I_1F_3 (تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر با کاربرد ریزوبیوم به همراه میکوریزا) با میانگین ۲۸ عدد و بدون اختلاف معنی‌دار با ترکیب تیماری I_1F_2 حاصل شد (جدول ۵). بنابراین با توجه به نتایج احتمالاً می‌توان گفت کاربرد ریزوبیوم+ میکوریزا توانسته است نسبت به بقیه تیمارها از کاهش سطح برگ در اثر تنش کم کرده و روزنه‌ها با تعداد کمتر زیر میکروسکوپ دیده شوند. فرزانیان (۱۳۹۱) در پژوهش بر روی گیاه سرخار گل گزارش کرد کاربرد کود زیستی فسفاته بارور ۲ با ۱۶/۰۳ عدد روزنه بیش‌ترین و در عدم کاربرد کود فسفاته بارور ۲ با ۱۵ عدد، کم‌ترین تعداد روزنه سطح زیرین برگ را داشتند.

تعداد روزنه در روی برگ

اثر بر هم‌کنش تنش کم آبی و کودهای زیستی بر تعداد روزنه در روی برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد روزنه در سطح روی برگ در ترکیب تیماری I_3F_0، به میزان ۶۳/۶۶ عدد بود و کم‌ترین تعداد روزنه، در ترکیب تیماری I_1F_3 با میانگین ۱۱/۳۳ عدد بود که با ترکیبات تیماری I_1F_1 و I_1F_2 هم فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۵). در کل ترکیبات تیماری (I_1F_0, I_2F_0, I_3F_0) بیش‌ترین تعداد روزنه‌ها را در شمارش نشان داده‌اند و با افزایش دور آبیاری، تعداد روزنه‌های این ترکیبات تیماری هم زیاد شده است. در بررسی باقری (۱۳۸۷) مشخص شد که در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.40.2.8]

شرایط تنش آبی تلقیح بذر با ازتوباکتر و آزوسپریلوم تعداد روزنه در سطح فوقانی برگ را افزایش داد، ولی در شرایط بدون تنش، سطح فوقانی برگ از تعداد روزنه کم‌تری برخوردار بود.

تعداد غلاف در بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تعداد غلاف در بوته تحت اثر تنش خشکی و کودهای زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). تعداد غلاف در بوته به عنوان اصلی‌ترین جز عملکرد دانه در تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ میلی-متر تبخیر (I_1) با ۱۶/۹۳ عدد بالاترین میزان بوده و کم‌ترین تعداد غلاف در بوته در تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر (I_3) با ۷/۷۵ عدد حاصل شد. تعداد غلاف در بوته در تیمارهایI_2 و I_3 نسبت به تیمار I_1 به ترتیب معادل ۱۶/۳۷ درصد و ۵۴/۲۳ درصد کاهش یافت (جدول ۳). کم آبی در مرحله زایشی با خشک کردن دانه‌های گرده باعث عدم گرده افشانی و در نتیجه سقط گل‌ها و متعاقب آن کاهش تعداد غلاف در بوته می‌گردد. از دیگر عوامل مؤثر بر این صفت می‌توان به کاهش طول دوره گل‌دهی و ریزش غلاف‌های جوان در شرایط تنش خشکی اشاره کرد (رشدی و همکاران، ۱۳۹۱). عوامل گیاهی که تقسیم و توسعه سلولی را تحت اثر قرار می‌دهند، مانند میزان آب بافت و غلظت هورمون‌های مؤثر گیاهی مانند آبسیزیک اسید مسئول تنظیم تعداد غلاف در شرایط تنش خشکی می‌باشد (Saini and Westgate, 2000). بیات و همکاران (۱۳۸۹) هم اعلام نمودند در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته به ترتیب با ۲۸ و ۴۹ درصد کاهش در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر، نسبت به تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر، بیش‌تر تحت اثر تنش کمبود آب واقع شد. مقایسه میانگین تیمارهای تلقیحی نشان داد که بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته را در کاربرد همزمان ریزوبیوم و میکوریز (F_3) با ۱۶ عدد و کم‌ترین تعداد غلاف در بوته در تیمار شاهد (F_0) با نه عدد حاصل شد (جدول ۴). به بیان دیگر تیمارهای کودهای زیستی F_1، F_2 و F_3 نسبت به تیمار F_0 از لحاظ صفت مذکور به ترتیب برابر ۲۰/۱۳، ۲۶/۴۹ و ۳۸/۵۶ افزایش نشان داد. کودهای زیستی ریزوبیوم و میکوریزا موجب افزایش هورمون‌های اکسین، سیتوکنین و جیبرلین در گیاه می‌شوند (Arora *et al.*, 2011) و به نظر می‌رسد این مکانیسم توجیه مناسبی برای افزایش تعداد غلاف در بوته در کنار سایر عوامل باشد (اکبری، ۱۳۸۵). این امر بیانگر اثر کودهای زیستی بر تعداد غلاف در بوته است که برآیند عوامل فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی مختلف از جمله جلوگیری احتمالی از ریزش گل‌ها و افزایش تعداد شاخه جانبی می‌باشد.

تعداد دانه در غلاف

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش خشکی اثر معنی‌دار در در سطح احتمال یک درصد بر طول غلاف داشت (جدول ۲). آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر (I_1) بیش‌ترین تعداد دانه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]

در غلاف (۳/۰۶ دانه) و در تیمار آبیاری پس از ۱۱۰میلی‌متر تبخیر (I_2) کم‌ترین تعداد دانه در غلاف (۲/۶۶ دانه) حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر (I_3) نداشت (جدول ۳). واعظی راد و همکاران (۱۳۸۷) اعلام نمود تعداد دانه در غلاف در شرایط تنش در لوبیای قرمز به طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری که در شرایط تنش، تعداد دانه در غلاف به میزان ۳/۶۷ و در تیمار شاهد ۴/۳۹ عدد بود. دلیل کاهش تعداد دانه در غلاف در واکنش به تنش خشکی شدید، کاهش شدید مواد فتوسنتزی به دلیل کاهش سطح و تعداد برگ‌ها در اثر ریزش و به تبع کاهش عرضه این مواد به سمت غلاف‌های درحال رشد است که نتیجه آن حفظ تعداد کم‌تر دانه در غلاف می‌باشد (Abdel Shakor, and Faisal Elgasim, 2010).

تعداد دانه در بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، برهم‌کنش عوامل تنش کم آبی و کودهای زیستی بر صفت تعداد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد دانه در بوته در ترکیب تیماری I_1F_3 (کاربرد همزمان ریزوبیوم و میکوریزا در سطح آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر) با میانگین ۸۰/۶ عدد و کم‌ترین تعداد غلاف در بوته در ترکیب تیماری I_3F_0 (عدم کاربرد کود زیستی در سطح آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر) با میانگین ۱۲/۳۳ بدون اختلاف معنی‌دار با ترکیبات تیماری I_3F_1 و I_3F_2 عدد حاصل شد (جدول ۵). جدول ۵ نشان می‌دهد تعداد دانه در بوته در ترکیبات تیماری I_1F_3 و I_3F_3 نسبت به ترکیبات تیماری I_1F_1 و I_3F_1 به‌ترتیب ۲۸/۳۴ و ۵۸/۸۲ درصد افزایش نشان داد و تعداد دانه در بوته در ترکیب تیماری I_1F_3 نسبت به ترکیب تیماری I_1F_2، ۱۹/۷۶ درصد افزایش نشان داد و نهایتاً تعداد دانه در بوته در ترکیبات تیماری I_1F_3 ، I_2F_3 و I_3F_3 نسبت به ترکیبات تیماری I_1F_0، I_2F_0 و I_3F_0 به ترتیب ۷۵/۷۵، ۶۸/۸۶ و ۱۱۸/۹۷ درصد افزایش نشان داد. همچنین جدول ۵ بیانگر آن است که در کاربرد هر نوع کود زیستی با افزایش کم آبی از ۷۰ به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر تعداد دانه در بوته روند نزولی به خود گرفته و به‌طور معنی‌دار کاهش می‌یابد. با توجه به این که تعداد دانه ظرفیت مخزن گیاه را تعیین می‌کند و هر چه تعداد دانه بیش‌تر باشد، گیاه از مخازن بیش‌تری برای دریافت مواد فتوسنتزی برخوردار است، بنابراین به نظر می‌رسد افزایش این صفت در اثر تلقیح ریزوبیوم به همراه میکوریزا نهایتاً منجر به افزایش عملکرد دانه شود (خرم دل و همکاران، ۱۳۸۹). در بررسی ربیعیان (۱۳۸۹) اعلام شد که در شرایط آبیاری معمولی استفاده همزمان نیتراژین+ بیوسپر در گیاه نخود دارای میانگین ۱۸/۹۷ می‌باشد که در حدود ۴۸/۲۰ درصد افزایش تعداد دانه در بوته را نسبت به شاهد نشان داد همچنین در شرایط کم آبیاری اثر همزمان دو کود مذکور نسبت به تک تک کودها بیش‌تر بوده و حدود ۸/۹۸ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد داشت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.40.2.8]

وزن صد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد وزن صد دانه در سطح احتمال یک درصد تحت اثر سطوح مختلف تنش کم آبی و در سطح احتمال پنج درصد تحت اثر کودهای زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تنش کم آبی بر وزن صد دانه نشان داد که با افزایش تنش کم آبی، وزن صد دانه به طور معنی‌دار کاهش یافت، به طوری که بیش‌ترین وزن صد دانه در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر (I_1) با ۲۴/۹۸ گرم و کم‌ترین وزن صد دانه در تیمار حداکثر تنش (I_3) با ۲۰/۴۸ گرم حاصل شد. به بیان دیگر افت وزن صد دانه در تیمارهای I_2 و I_3 نسبت به تیمار I_1 به ترتیب ۹/۸۸ و ۱۸ درصد می‌باشد (جدول ۳). تنش کم آبی از طریق کاهش سطح فتوسنتز کننده موجب کاهش مواد فتوسنتزی و در نتیجه کاهش وزن صد دانه می‌گردد. علاوه بر این، با قرار گرفتن گیاه در معرض تنش کم آبی به‌منظور کاهش اثرات سوء آن، چرخه زندگی گیاه کوتاه‌تر شده و بنابراین به دلیل کوتاه‌تر شدن طول دوره پر شدن دانه، وزن نهایی دانه‌ها کاهش می‌یابد (جمشیدی و همکاران، ۱۳۹۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین وزن صد دانه در تیمار F_3 (ریزوبیوم + میکوریزا) به میزان ۲۳/۷۵ گرم حاصل شد که از نظر آماری با تیمار F_1 (ریزوبیوم) فاقد تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۴). کاربرد ریزوبیوم و ریزو باکترهای افزایش دهنده رشد گیاه سبب به تعویق افتادن پیری برگ‌ها، کاهش ریزش برگ‌ها و افزایش میزان آب قابل دسترس گیاه و در نتیجه افزایش فتوسنتز گیاه می‌شود؛ بنابراین مواد غذایی و شیره پرورده بیش‌تری در اختیار دانه‌ها قرار گرفته و سبب افزایش اندازه و حجم دانه‌ها می‌گردد (خالق نژاد و جباری، ۱۳۹۳). بنابراین احتمالاً این مکانیسم می‌تواند باعث سنگین‌تر شدن دانه‌ها و افزایش وزن صد دانه باشد. کم‌ترین وزن صد دانه در تیمار شاهد (F_0) به میزان ۲۱/۶۰ گرم و بدون اختلاف معنی‌دار با تیمارهای F_1 و F_2 حاصل شد. به عبارت دیگر وزن صد دانه در تیمار F_0 نسبت به تیمار F_3 معادل ۶/۳۴ درصد کاهش یافت. نظری مشیران (۱۳۹۱) گزارش نمود بذور تلقیح شده با قارچ میکوریزا سویه گلوموس موسهآ نسبت به تیمار بدون تلقیح، به میزان ۱۳ درصد افزایش نشان می‌دهد.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت اثر سطوح مختلف تنش کم آبی و کودهای زیستی قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر (I_1) بالاترین عملکرد دانه را به میزان ۳۰۱۵ کیلوگرم در هکتار تولید نمود و کم‌ترین عملکرد دانه هم در تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر (I_3) به میزان ۷۲۱/۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). به بیان دیگر عملکرد دانه در ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر (I_2, I_3) از تشتک تبخیر به‌ترتیب برابر ۴۰ و ۷۶ درصد از میزان عملکرد دانه تحت آبیاری نرمال (I_1) می‌باشد. Emam و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند تنش کم آبی عملکرد لوبیا را به طور قابل ملاحظه-

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]

ایی کاهش داد. آن‌ها کاهش عملکرد لوبیا در نتیجه تنش خشکی را به اثر نامطلوب تنش بر اجزای عملکرد، مانند تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه و همچنین شاخص برداشت نسبت دادند. ظاهراً تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر (I_1) به واسطه داشتن تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه بالا که از اجزای مهم عملکرد دانه لوبیا می‌باشند، توانسته حداکثر عملکرد دانه را نیز به خود اختصاص دهد. بیش‌ترین مقادیر عملکرد دانه از تیمار کاربرد همزمان قارچ میکوریز آربسکولار و باکتری ریزوبیوم (F_3) با ۲۳۲۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. این نتایج حاکی از یک رابطه هم افزایی مثبت بین قارچ میکوریزا آربسکولار و باکتری ریزوبیوم بود که کاربرد همزمان آن‌ها باعث افزایش عملکرد نسبت به کاربرد مجزای این دو ریزجانداران شد. تیمار شاهد (F_0) هم از کم‌ترین عملکرد (۱۳۹۰/۸کیلوگرم در هکتار) برخوردار بود. تیمارهای کودهای زیستیF_1، F_2 و F_3 نسبت به تیمار F_0 به ترتیب ۲۲/۳۴، ۲۵، و ۴۰/۲۴ افزایش عملکرد داشتند (جدول ۴). در تحقیقی بیش‌ترین میزان عملکرد دانه در واحد سطح گیاه رازیانه در گلوموس انترارادیس معادل ۷۳/۰۱ گرم و کم‌ترین میزان مربوط به شاهد معادل ۲۶/۰۸ گرم حاصل شد (سجادنیا، ۱۳۹۲). در پژوهشی رقم آزاد نخود در تیمار تلقیح با سوش باکتری مزوریزوبیوم بالاترین عملکرد دانه (۸۵۲ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد که نسبت به تیمار بدون تلقیح ۱۵۱ درصد عملکرد دانه بیش‌تری تولید نمود (خرم دل و همکاران، ۱۳۸۹).

شاخص برداشت

اثر بر هم‌کنش تنش کم آبی و کودهای زیستی بر شاخص برداشت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد بالاترین درصد شاخص برداشت (۵۱ درصد) در ترکیب تیماری I_1F_1 که با ترکیبات تیماری I_1F_2، I_2F_1 و I_1F_3 فاقد اختلاف معنی‌دار بود و کم‌ترین آن (۲۶ درصد) در ترکیب تیماری I_3F_0 مشاهد شد که با ترکیبات تیماری I_3F_2 و I_3F_1 فاقد اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۵). شاخص برداشت در سطوح ۷۰ و ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر (I_1 و I_2) کلیه کودهای زیستی (F_1، F_2 و F_3) و شاهد (F_0) از نظر آماری آن‌چنان تفاوتی نداشته و تفاوت در شاخص برداشت از کاربرد کودهای زیستی (F_1، F_2 و F_3) در سطح آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر (I_3) نسبت به دو سطح آبیاری قبلی (I_1 و I_2) دیده می‌شود، به‌طوری‌که شاخص برداشت در ترکیبات تیماری I_1F_1 و I_2F_1 نسبت به I_3F_1 به ترتیب ۸۹/۲۴ درصد و ۶۱/۹۳ درصد افزایش نشان داد. و در ترکیبات تیماری I_1F_2 و I_2F_2 نسبت به I_3F_2 به ترتیب ۵۸/۶۴ درصد و ۳۷/۹۳ درصد افزایش نشان داد. همچنین در ترکیبات تیماری I_1F_3 و I_2F_3 نسبت به I_3F_3 به‌ترتیب ۳۱/۲۸ درصد و ۲۰/۱۱ درصد افزایش نشان داد و نهایتاً در ترکیبات تیماری I_1F_0 و I_2F_0 نسبت به I_3F_0 به‌ترتیب ۸۰/۵۵ درصد و ۴۸/۱۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). در یک بررسی بر روی گندم اعلام شد که بیش‌ترین شاخص برداشت با ۲۹/۴۵، از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]

تیمار آبیاری مطلوب به همراه باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس حاصل گردید، ضمن آن‌که کم‌ترین شاخص برداشت با ۲۲/۳۸ درصد، از تیمار قطع آبیاری به همراه عدم مصرف کود زیستی به دست آمد (حبیبی، ۱۳۸۷).

محتوای کلروفیل

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد تحت اثر تنش خشکی و کودهای زیستی معنی‌دار شد (جدول ۲). محتوای کلروفیل در تیمارهای آبیاری پس از ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر (I_2, I_3) نسبت به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر (I_1) به‌ترتیب معادل ۳۱/۴۶ درصد و ۴۳/۷۸ درصد کاهش یافت (جدول ۳). کاهش میزان محتوای کلروفیل در شرایط تنش‌آبی، احتمالاً به‌دلیل افزایش تخریب این رنگیزه‌ها و یا کاهش ساخت آن‌ها و همچنین، اختلال در فعالیت آنزیم‌های مسئول سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی است (حیدری و همکاران، ۱۳۹۳). مقایسه میانگین تیمارهای تلقیحی بیانگر آن بود که بیش‌ترین محتوای کلروفیل را در کاربرد همزمان ریزوبیوم و میکوریزا (F_3) با ۳۲/۴۵ عدد و کم‌ترین آن در تیمار شاهد (F_0) با ۲۰/۶۰ عدد حاصل شد (جدول ۴). به بیان دیگر تیمارهای کودهای زیستی F_1، F_2 و F_3 نسبت به تیمار F_0 از لحاظ صفت مذکور به‌ترتیب برابر ۲۶/۴۲درصد ، ۱۷/۴۰ درصد و ۳۶/۵۱ درصد افزایش نشان داد. Ansari و همکاران (۲۰۱۵) مشاهده کردند که اکثر تیمارهای کودهای زیستی منجر به بهبود محتوای کلروفیل در گیاه نخود شد.

هدایت روزنه‌ای

اثر بر هم‌کنش تنش کم آبی و کودهای زیستی بر هدایت روزنه‌ای در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول۲). بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای در ترکیب تیماری I_1F_3 با میزان ۰/۹۹۴۵ مول دی اکسید کربن بر مترمربع بر ثانیه و بدون اختلاف معنی‌دار با ترکیب تیماری I_1F_1 به دست آمد. کم‌ترین هدایت روزنه‌ای در ترکیب تیماری I_3F_0 با میزان ۰/۱۲۷۶ مول دی اکسیدکربن بر مترمربع بر ثانیه و بدون اختلاف معنی‌دار با سایر ترکیبات تیماری این سطح تنش حاصل شد (جدول ۵). احتمالاً با کاربرد همزمان ریزوبیوم به همراه میکوریزا در سطح آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر، گیاه، آب خاک را بهتر جذب کرده و در نتیجه با افزایش محتوای رطوبت نسبی بافت‌های برگی، روزنه‌ها برای مدت طولانی‌تری باز بوده و فرآوری دی اکسید کربن به صورت مطلوب انجام و در نتیجه فتوسنتز هم بهتر انجام گرفته و نهایتاً عملکرد افزایش یافته است (منافی و همکاران، ۱۳۹۱).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در لوبیا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد روزنه زیر برگ	تعداد روزنه روی برگ	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	محتوای کلروفیل	هدایت روزنه‌ای
تکرار	۲	۱۶/۴۴^{ns}	۲۷/۷۷^{ns}	۱/۶۶^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۹/۲۸^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۲/۸۷^{ns}	۲/۰۱^{ns}	۵/۷۳^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}
تنش	۲	۲۸۷۵۳/۳۶**	۱۶۱۵/۱۹**	۲۶۶/۳۲**	۶/۰۴**	۶۱۲۹/۲۲**	۶۰/۹۸**	۳۹۵۱۸/۲۱**	۱۰۸۴/۹۶**	۱۷۶۲/۹۵**	۱/۲۸**
خطای ۱	۴	۱۵/۷۷	۴/۵۶	۲/۲۸	۰/۱۰	۷/۵۱	۰/۶۱	۱۰۷/۷۹	۱۹/۳۵	۲/۵۴	۰/۰۰۶
کود زیستی	۳	۲۸۴۲/۹۹**	۱۲۷۷/۵۱**	۵۹/۳۸**	۰/۳۱^{ns}	۸۱۲/۸۷**	۷/۹۸*	۳۳۱۱/۶۷**	۲۵/۲۴*	۲۲۴/۸۴**	۰/۰۴۳**
تنش × کود	۶	۱۵۷۰/۵۴**	۴۱/۱۵**	۳/۱۲^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۷۶/۸۶**	۱/۷۰^{ns}	۱۴۳/۵۳^{ns}	۲۵/۳۴*	۱۱/۷۵^{ns}	۰/۰۳*
خطای ۲	۱۸	۲۲/۴۴	۶/۹۷	۲/۰۳	۰/۱۸	۷/۶۴	۲/۰۸	۸۴/۷۵	۷/۹۳	۵/۴۷	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات		۴/۴۹	۱۱/۴۱	۴/۷۶	۷/۸۸	۱۸/۹۰	۱۳/۸۴	۱۰/۷۳	۷/۲۳	۹/۹۴	۰/۱۶

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

جدول ۳: میانگین صفات مورد مطالعه بر لوبیا در سطوح مختلف تنش

سطح تنش (میلی‌متر تبخیر از تشتک)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	محتوای کلروفیل
۷۰	۱۶/۹۳ a	۳/۸۰a	۲۴/۹۸ a	۳۰۱۵ a	۳۱/۴۰a
۱۱۰	۱۴/۱۶ b	۲/۶۶ b	۲۲/۵۱ b	۱۷۸۶ b	۲۱/۵۲ b
۱۵۰	۷/۷۵ c	۲/۴۹ b	۲۰/۴۸ c	۷۲۱/۴ c	۱۷/۶۵ c

اعداد با حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

جدول ۴: میانگین صفات مورد مطالعه بر لوبیا در سطوح مختلف کود زیستی

کودهای زیستی	تعداد غلاف در بوته	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	محتوای کلروفیل
ریزوبیوم	۱۲/۳۷ b	۲۳/۱ ab	۱۷۹۰/۸ b	۲۸/۰۰ b
میکوریزا	۱۳/۴۴ b	۲۲/۲۲ b	۱۸۵۴/۴ b	۲۴/۹۴ c
ریزوبیوم+ میکوریزا	۱۶/۰۸ a	۲۳/۷۵ a	۲۳۲۶a	۳۲/۴۵ a
شاهد	۹/۸۸ c	۲۱/۶۰ b	۱۳۹۰/۸ c	۲۰/۶۰ d

اعداد با حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.40.2.8]

جدول ۵: مقایسه میانگین صفات تحت اثر برهم‌کنش تنش کمبود آب و کود های زیستی

کود زیستی	تنش	تعداد روزنه زیر برگ	تعداد روزنه روی برگ	تعداد دانه در بوته	شاخص برداشت (درصد)	هدایت روزنه ای (مول CO_2 مترمربع بر ثانیه)
ریزوبیوم (F_1)	۷۰ میلی‌متر تبخیر (I_1)	۴۶/۳۳ fg	۱۴ g	۶۲/۸ b	۵۱/۳۶a	۶۲/۳۳ ab
	۱۱۰ میلی‌متر تبخیر (I_2)	۱۰۴/۳۳ d	۳۱/۶۶def	۳۶/۶۶d	۴۳/۹۵ abc	۵۳/۰۰cd
	۱۵۰ میلی‌متر تبخیر (I_3)	۱۵۱/۶۷ b	۴۰/۶۶bc	۱۷ f	۲۷/۱۴ e	۴۳/۳۳e
میکوریزا (F_2)	۷۰ میلی‌متر تبخیر (I_1)	۳۵/۶۶ gh	۱۵/۳۳g	۶۷/۳ b	۴۸/۳۴ ab	۵۹/۳۳ abc
	۱۱۰ میلی‌متر تبخیر (I_2)	۱۰۰/۳۳d	۲۷ ef	۴۵/۳۳c	۴۲/۰۳ bc	۵۶/۳۳ bcd
	۱۵۰ میلی‌متر تبخیر (I_3)	۱۰۵/۶۷ d	۳۵ cde	۲۰/۳۳ ef	۳۰/۴۷ de	۵۶/۶۶bcd
ریزوبیوم+ میکوریزا (F_3)	۷۰ میلی‌متر تبخیر (I_1)	۲۸ h	۱۱/۳۳ g	۸۰/۶ a	۴۷/۴۶ab	۶۵/۳۳a
	۱۱۰ میلی‌متر تبخیر (I_2)	۸۳/۶۶e	۲۶/۳۳f	۴۳/۳۳ cd	۴۳/۴۲ abc	۵۸/۶۶ abc
	۱۵۰ میلی‌متر تبخیر (I_3)	۱۰۲ d	۳۱ def	۲۷ e	۳۶/۱۵ cd	۵۰/۰۰de
شاهد (F_0)	۷۰ میلی‌متر تبخیر (I_1)	۵۰/۶۶f	۳۷/۳۳ cd	۴۵/۸۶c	۴۸/۳۷ ab	۵۵/۶۶ bcd
	۱۱۰ میلی‌متر تبخیر (I_2)	۱۱۹/۳۳c	۴۷/۳۳b	۲۵/۶۶ e	۳۹/۷۰bc	۵۱/۶۶cd
	۱۵۰ میلی‌متر تبخیر (I_3)	۱۸۸ a	۶۳/۶۶a	۱۲/۳۳f	۲۶/۷۹ e	۵۰/۳۳ cd

اعداد با حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که اگرچه تنش کم آبی باعث کاهش کم و بیش صفات مورد بررسی گردید، اما استفاده از ریزجانداران توانست اثر منفی تنش کم آبی را کاهش دهد. به کار بردن ریزجانداران به صورت همزمان (ریزوبیوم به همراه میکوریزا) نقش محسوسی نسبت به کاربرد انفرادی آن‌ها داشته، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان افزایش عملکرد را سبب گردید. به طورکلی نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که نقش باکتری ریزوبیوم و قارچ میکوریزا بر روی لوبیا رقم گلی، مثبت و در حضور این باکتری و قارچ، صفات مورفولوژیکی و عملکرد دانه از وضعیت بهتری برخوردار شدند. حضور باکتری و قارچ در محیط کشت گیاه باعث گردید که بخشی از کاهش عملکرد دانه ناشی از تنش کم آبی جبران گردد، بنابراین در شرایطی که احتمالاً وجود تنش کم آبی که در مناطقی از کشور که معمولاً کشت حبوبات صورت می‌گیرد، می‌تواند نقش منفی در رشد گیاه داشته باشد استفاده از این دو ریزجانداران می‌تواند موجب کاهش اثرات منفی تنش کم آبی به ویژه بر صفت تعداد دانه در بوته گردد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]

منابع

اکبری، غ. ع.، قورچیانی، م.، علیخانی، ح. ع.، اله دادی، ا. و زراعی، م. ۱۳۹۱ . اثر کودهای زیستی و شیمایی فسفر بر شاخص های رشد و عملکرد ذرت دانه ای تحت شرایط کم آبیاری در منطقه کرج. فصلنامه دانش آب و خاک. ۲۲(۴): ۶۷-۵۱.

اکبری، ر. ۱۳۸۵ . اثر تاریخهای کاشت بر صفات کمی و کیفی چند رقم لوبیا قرمز در منطقه بالسین میانه. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد میانه. ۹۶ صفحه.

باقری. م. ۱۳۸۷ . اثرات ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گلرنگ تحت شرایط کمبود آب. پایانامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی تبریز. ۱۲۳ صفحه.

بیات، ع. ا.، سپهری، ع.، احمدوند، گ. و دری،ح. ر. ۱۳۸۹. اثر تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی. فصلنامه علوم زراعی ایران. ۱۲(۱): ۵۴-۴۲.

جمشیدی، م.، دانش شهرکی، ع. و هاشمی جزی، س. م. ۱۳۹۵ . اثر محلول پاشی عناصر منگنز و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) تحت شرایط خشکی. نشریه پژوهش های حبوبات ایران. ۷(۲): ۱۷۴-۱۶۴.

حبیبی.، د. ۱۳۸۷. اثر استفاده از باکتری های ریزوسفری، استعمال برگی آمینواسید و اسید سالسیلیک بر عملکرد و ضریب عملکرد دانه گندم تحت شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش‌های به زراعی. ۳(۱): ۷۸-۷۱.

حیدری. ن.، پور یوسف. م. و توکلی. ا. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر فتوسنتز، پارامترهای وابسته به آن و محتوای نسبی آب گیاه آنیسون (*Pimpinella anisum* L.). مجله پژوهش‌های گیاهی. ۲۷ (۵): ۸۳۹-۸۲۹.

خالق نژاد. و. و جباری، ف.۱۳۹۳. اثر تلقیح بذر با ریزوبیوم و ریزوباکترهای افزایش دهنده‌ی رشد گیاه (PGPR) بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی در شرایط فاریاب و دیم. مجله به زراعی کشاورزی. ۱۶(۴): ۹۷۲-۹۵۷.

خرم دل ، س.، کوچکی ، ا.، نصیری محلاتی، م. و قربانی. ر. ۱۳۸۹. اثر کودهای بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاه‌دانه. پژوهش‌های زراعی ایران. ۸(۵): ۷۶۶-۷۵۸.

ربیعیان ، ز. ۱۳۸۹ . اثر کودهای زیستی در شرایط کم آبیاری بر روی عملکرد و اجزای عملکرد نخود. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. ۱۱۱ صفحه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]

رشدی، م.، بویاقچی، د. و رضادوست. س. ۱۳۹۱ . اثر عناصر کم‌مصرف بر رشد و عملکرد لوبیا چیتی تحت تیمارهای قطع آبیاری. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۲ (۵): ۱۴۱-۱۳۱.

سجادنیا، ن. ۱۳۹۲ . اثر سویه های قارچ – ریشه و سطوح مختلف تنش خشکی روی عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. ۱۱۹ صفحه.

فرزانیان. م. ۱۳۹۱. اثر عناصر ریزمغذی و کود زیستی بر برخی از صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک، گیاه سرخارگل تحت شرایط کمبود آب. رساله دکترای دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. ۱۸۹ صفحه.

منافی، ح.، ناصر علی اصغرزاد، ن.، محمد رضا نیشابوری، م. ر. و رجالی. ف. ۱۳۹۱. تحمل تنش کمبود آب در گوجه فرنگی در همزیستی با قارچ های میکوریز آربوسکولار. مجله دانش آب و خاک. ۲۲ (۲): ۱۱۷-۹۷.

نظری مشیران، س. ۱۳۹۱. اثر همزیستی دو سویه میکوریزا و سه سطح فسفر روی عملکرد دو رقم گلرنگ اصفهان و زرقان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. ۹۸ صفحه.

واعظی راد. س.، شکاری. ف.، شیرینی راد. ا. و زنجانی، ا. ۱۳۸۷. اثر تنش آبی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام لوبیا قرمز. فصلنامه بوم شناسی گیاهان زراعی (دانش نوین کشاورزی). ۴(۱۰): ۹۴-۸۵.

همتی، ا.، اسدی رحمانی. ه. و فیضیان . م. ۱۳۹۱. بررسی و تعیین سویه مناسب باکتری ریزوبیوم در شرایط تنش خشکی در لوبیا چیتی. پنجمین همایش ملی حبوبات، تهران، دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

Ansari, M. F., Tipre, D. R. and Dave, S. R. 2015. Efficiency evaluation of commercial liquid biofertilizers for growth of *Cicer aeritinum* (chickpea) in pot and field study. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 4(1): 17-24.

Arora, N. K., Kang, S. C. and Maheshwari, D. K. 2011. Solution of siderophore producting strains of *Rhizobium* meliloti and their biocontrol potential macrophomina phaseolina that causes charcoal rot of groundnut, Current Science, 81:673-677.

Bourgault, M., Madramootoo, C. A., Webber, H. A., Dutilleul, P., Stulina, G., Horst, M. G. and Smith, D. L. 2013. Legume production and irrigation strategies in the Aral sea basin: yield, yield components, water relations and crop development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and mungbean (*Vigna radiate* L.) Wilczek. Journal of Agronomy and Crop Science 199(4): 241-252.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]

Emam, Y., Shekoofa, A., Salehi, F. and Jalali, A. H. 2010. Water stress effects on two common bean cultivars with contrasting growth habits. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences 9 (5): 495-499.

Faisal Elgasim, A. and Abdel Shakoor, H. S. **2010**. Effect of water stress applied at different stages of growth on seed yield and water-use efficiency of cowpea. Agriculture and Biology Journal of North America 1 (4): 534-540.

Gaballah, M. S. and Gomaa, A. M. 2005. Interactive effect of *Rhizobium* inoculation, sodium benzoate and salinity on performance and oxidative stress in two fababean varieties, International Journal of Agriculture and Biology. 7 (3): 495-498.

Gentili, F. and Jumpponen, A. 2006. Potential and possible uses of bacterial and fungal biofertilizers. In Handbook of microbial biofertilizers. (eds). by M. K. Rai. p. 543. The Haworth press, New York.

Gogoi, P. and Singh, R. K. 2011. Different effect of some arbuscular mycorrhizal fungi on growth of *Piper longum* L. (*Piperaceae*). Indian Journal of Sciences and Technology. 4 (2): 119-125.

Khan, A. G. 2009. The Significance of Microbes. In: Wong, M.H., Bradshaw, A.D. (Eds.), The Restoration and Management of Derelict Land: Modern Approaches. World Scientific Publishing, Singapore, pp.80-92.

Kloepper, J. W., Ryu, C. M. and Zhang, S. A. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by Bacilus species. Journal of Phytopathology. 94: 1259-1266.

Lipiec, J., Doussan, C., Nosalewicz, A. and Kondracka, K. 2013. Effect of drought and heat stresses on plant growth and yield: a review. International Agrophysics Journal. 27: 463-477.

Machado Neto, N. B. and Duraes, M. A. B. 2006. Physiological and biochemical response of common bean varieties treated with salicylic acid under water stress. Crop Breeding and Applied Biotechnology 6: 269-277.

Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D. and Seidel, R. 2005. Environmental, energetic and economic comparisons of organic and conventional farming systems. BioScience. 55 (7): 573-582.

Saini, H. S. and Westgate, M. E. 2000. Reoroductive development in grain crops during drought. Advances in Agronomy 68: 59-95.

Smith, S., E. Facelli and S. Pope. 2010. Plant performance in stressful environments: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular *mycorrhiza*. Plant and Soil. 326: 3-20.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]

Song, H. 2005. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its mechanisms. Journal of Biology. 1 (3): 44-48.

Szilagyi, L. 2003. Influence of drought on seed yield components in common bean. Bulgarian Journal of Plant Physiology Special. Issue: 320-330.

Yano-Melo, A. M., Saggin, O. J. and Maia, L. C. 2003. Tolerance of mycorrhized banana (Musa sp. cv. Pacovan) plantlets to saline stress. Agric Ecosyst Environ. 95: 343-348.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.2.8]