Archive of SID

اثر ریزوبیوم و مایکوریزا بر برخی صفات فیزیولوژیک، عملکرد و ویژگی کیفی لوبیا چیتی در شرایط کم‌آبیاری

نیر حضرتی گجلار[۱]، جلال جلیلیان[۲*] و علیرضا پیرزاد[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۲۱)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک (ریزوبیوم و مایکوریزا) بر عملکرد و خصوصیات کیفی لوبیا چیتی در شرایط کم‌آبیاری، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۵ به‌صورت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل رژیم آبیاری با دو سطح (آبیاری کامل و کم‌آبیاری) به‌عنوان کرت اصلی و کرت‌های فرعی شامل کود بیولوژیک با شش سطح (شاهد (C)، ریزوبیوم *(R. phaseoli)*، قارچ‌های گونه *Rhizophagus intraradices* (I)، *Funneliformis mosseae* (M)، تلفیقی ۱ (*R. intraradices* و ریزوبیوم-T1)، تلفیقی ۲ (*F. mosseae* و ریزوبیوم- T2) بودند. تیمار کودی *F. mosseae* بیشترین تأثیر را در افزایش وزن هزار دانه در شرایط کم‌آبیاری داشت. گیاهان تحت تیمار کودی *R. intraradices* افزایش ۲۸ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد را داشتند. بیشترین مقدار پروتئین دانه (۱۹/۸۶ درصد) در تیمار کودی ریزوبیوم در شرایط آبیاری کامل و کمترین میزان آن (۱۳/۷۷ درصد) از گیاهان شاهد در شرایط کم‌آبیاری حاصل شد. بالاترین میزان پروتئین خام (۲۱/۴۵ درصد) و ماده خشک قابل هضم (۷۱/۱۵ درصد) بقایا در گیاهان تیمار شده با *R. intraradices* در شرایط کم‌آبیاری به‌دست آمد و کمترین میزان آنها (۱۶/۷۲ و ۵۸/۹۴ درصد) از تیمار شاهد و به‌ترتیب در شرایط آبیاری کامل و کم‌آبیاری به‌دست آمد. گیاهان تحت تیمار کودی *F. mosseae* در شرایط کم‌آبیاری بیشترین میزان پرولین و کلروفیل کل را داشتند. به‌طورکلی، گونه‌های قارچ *F. mosseae* و *R. intraradices* در شرایط کم‌آبیاری منجر به بهبود خصوصیات مهم کمی و کیفی لوبیا چیتی شدند که قابل توصیه برای استفاده در کشت لوبیا چیتی هستند.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، پرولین، تلقیح مضاعف، کود زیستی، ماده خشک قابل هضم

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: j.jalilian@urmia.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

لوبیا با نام علمی(*Phaseolus vulgaris* L.) شامل ۲۲۰ گونه است که ۲۰ گونه آن زراعی است و برای تولید نیام سبز یا دانه خشک مورد کشت‌وکار قرار می‌گیرند (۲۷). در ایران لوبیا در میان حبوبات از نظر سطح زیر کشت پس از نخود و عدس در جایگاه سوم و از نظر عملکرد پس از نخود در جایگاه دوم قرار دارد. طبق آمارنامه سال ۹۳-۱۳۹۲ وزارت جهاد کشاورزی، سطح زیر کشت لوبیا ۱۱۳۸۶۵ هکتار و میزان تولید آن در کشور ۲۲۱۳۱۸ تن بود. این گیاه با حدود ۲۲ درصد پروتئین، از نظر ارزش غذایی جایگزین خوبی برای پروتئین‌های حیوانی است (۳۳). لوبیا چیتی یکی از مهم‌ترین انواع لوبیای معمولی است که سطح زیر کشت آن در کشور حدود ۵۰ درصد کل سطح زیر کشت انواع لوبیا است و بیش از نیمی از تولید کل لوبیا به آن اختصاص دارد، ضمن اینکه بیشترین مقدار مصرف نیز مربوط به آن است (۱۴). کمیت و کیفیت گیاهان می‌تواند تحت تأثیر عوامل محیطی قرار گیرد. ماده خشک قابل هضم، خصوصیتی از علوفه است که در یک سطح مشخص از مصرف آن به‌وسیله حیوانات جذب می‌شود و معمولاً نشان‌دهنده انرژی قابل هضم علوفه است. و ارتباط مستقیمی با میزان انرژی و سایر مواد مغذی قابل دریافت به‌وسیله دام دارد. درصد پروتئین به تغذیه گیاه بستگی دارد و تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار می‌گیرد (۴۸).

استفاده از کودهای بیولوژیک در بوم‌نظام‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی یکی از ارکان اساسی کشاورزی پایدار است. مایکوریزا در افزایش توانایی گیاه میزبان برای جذب عناصر غذایی غیرمتحرک، خصوصاً فسفر و چندین ریزمغذی دیگر تأثیر مفیدی دارد. بنابراین، قارچ‌های مایکوریزا دارای کارکرد چند منظوره‌ای در بوم نظام‌های زراعی هستند، به‌طوری که سبب بهبود کیفیت فیزیک خاک (از طریق گسترش ریسه‌های قارچ، کیفیت شیمیایی خاک از طریق افزایش جذب عناصر غذایی) و کیفیت بیولوژیک خاک از طریق شبکه غذایی خاک می‌شوند (۴۶). روابط قارچ-ریشه‌ای گیاه می‌تواند تعادل آبی گیاهان را در شرایط فاریاب و تنش خشکی تحت تأثیر قرار دهد (۱۵). از جمله سازوکارهایی که منجر به افزایش تحمل گیاه به خشکی در صورت همزیستی با مایکوریزا می‌شود عبارت از بهبود روابط آبی گیاه، تنظیم اسمزی بهتر، دفاع آنتی اکسیدانتی و تولید مولکول‌های محافظ بیشتر است (۳۶). کربوهیدرات‌های محلول در آب شامل منوساکاریدها، دی‌ساکاریدها و بعضی پلی‌ساکاریدهای زنجیره‌ای کوتاه هستند که از طریق تنظیم اسمزی منجر به افزایش مقاوم به تنش کم‌آبی می شوند (۲۲). همزیستی با ریزوبیوم موجب بهبود تثبیت نیتروژن اتمسفر می‌شود و در مقابل آربوسکولار مایکوریزا موجب بهبود توانایی گیاه در جذب فسفر و سایر عناصر می‌شود (۳۴). در تحقیقی نشان داده شد که اثرات هم‌افزایی بین آربوسکولار مایکوریزا و ریزوبیوم روی رشد سویا وجود دارد (۳۲). ریزوباکترهای محرک رشد گیاه مثل ریزوبیوم ضمن افزایش رشد گیاهان همزیست با آنها می‌توانند از اثرات زیان‌آور عوامل تنش‌زای محیطی جلوگیری کنند (۴۱).

در ایران طی سال‌های اخیر کمبود آب به‌طور جدی عملکرد گیاهان زراعی و از جمله لوبیا را تحت تأثیر قرار داده است (۳۸). هر گیاه زراعی به‌طور خاص دارای حداقل نیاز آبی است درصورتی که این حداقل فراهم نشود گیاه با تنش خشکی مواجه می‌شود و در صورت مصادف شدن با مراحل رشد حساس به کمبود آب صدمات جبران ناپذیری به گیاه وارد می‌شود (۳). با توجه به اهمیت به‌کارگیری روش‌های مناسب برای کاهش اثرات سوء تنش خشکی، هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر قارچ‌های مایکوریز آربسکولار و باکتری‌های محرک رشد ریزوبیوم بر کیفیت و کمیت لوبیا چیتی در شرایط آبیاری کامل و کم‌آبیاری بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌صورت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه واقع در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۲ ثانیه و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۵ ثانیه و با ارتفاع ۱۳۲۰متر از سطح دریا در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. متوسط درجه حرارت ماهیانه و

www.SID.ir

Archive of SID

بارندگی محل اجرای آزمایش در جدول (۱) ارائه شده است.

در این آزمایش، رژیم آبیاری در دو سطح (آبیاری کامل و کم‌آبیاری) در کرت‌های اصلی و کود بیولوژیک با شش سطح [شاهد (C)، ریزوبیوم (R)، قارچ‌های گونه *Rhizophagus intraradices* (I)، *Funneliformis mosseae* (M)، تلفیقی ۱ (*R. intraradices* و ریزوبیوم) (T_1)، تلفیقی ۲ (*F. mosseae* و ریزوبیوم) (T_2)] در کرت‌های فرعی جای‌گذاری شدند. نمونه‌برداری خاک از عمق ۴۰-۰ سانتی‌متری قبل از کاشت انجام شد و برای تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه منتقل شدند. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به خصوصیات خاک فقط ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل قبل از کاشت به‌صورت یکنواخت در تمامی کرت‌های آزمایشی استفاده شد.

تعداد کرت‌های آزمایشی ۳۶ کرت به ابعاد دو متر عرض و سه متر طول در نظر گرفته شد. بذر مورد استفاده رقم COS۱۶ بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی تهیه شد. کاشت به‌صورت خشکه‌کاری صورت گرفت عمق کاشت بذور ۵-۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد، بعد از آماده‌سازی زمین عملیات کاشت روی پشته‌ها به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در تاریخ ۹۵/۳/۱۷ انجام شد. کود حاوی باکتری ریزوبیوم به‌صورت بذر مال به‌میزان ۱۰ گرم برای هر کیلوگرم بذر و مایه تلقیح قارچ مایکوریزا تهیه شده از شرکت زیست‌فناور شاهرود از هر گونه به‌میزان پنج گرم در زیر هر بذر استفاده شد. تمامی مراحل بذر مال کردن باکتری در سایه و به دور از تابش مستقیم خورشید صورت گرفت و بلافاصله پس از خشک شدن بذور در سایه، اقدام به کشت شد. به‌منظور اطمینان از جوانه‌زنی و داشتن تعداد بوته کافی در هر کرت، بذور با تراکم بالا کشت شد. به‌منظور دست‌یابی به نتایج آماری معتبر و صحیح و برای جلوگیری از نفوذ آب بین کرت‌های تحت کم‌آبیاری و آبیاری کامل و همچنین انتقال جانبی باکتری‌ها ۱/۵ متر بین هر کرت و سه متر بین هر بلوک فاصله داده شد. آبیاری کامل بر اساس عرف منطقه هر هشت روز یک‌بار صورت گرفت و کم‌آبیاری‌ها پس از استقرار کامل بوته‌ها (مرحله ۶-۴ برگی) به‌صورت ۱۴روز یک‌بار ولی با بسته شدن کانوپی هر ۲۰ روز یک‌بار انجام گرفت. پس از استقرار کامل بوته‌ها در مرحله ۶-۴ برگی با حفظ یک بوته سالم و قوی عملیات تنک انجام شد. به‌منظور تعیین اجزای عملکرد پس از حذف حاشیه، ۱۰ گیاه به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب شدند و صفات ارتفاع گیاه، تعداد دانه در نیام، اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری وزن هزار دانه توزین ۴-۳ تکرار ۱۰۰ تایی از هر کرت است برای سنجش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت گیاهان در زمان برداشت از مساحت یک متر مربع هر کرت برداشت شدند. عناصر غذایی برگ در زمان انتهای مرحله غلاف‌دهی و قبل از رسیدگی دانه‌ها (۲۱ شهریورماه) و دانه در زمان برداشت نهایی گیاهان اندازه‌گیری شدند. نیتروژن کل به روش تیتراسیون بعد از تقطیر با دستگاه کجلدال (۴۷)، پتاسیم کل به روش نشر شعله‌ائی با دستگاه فلیم فتومتر مدل PFP7 و فسفر کل به روش رنگ‌سنجی (رنگ زرد مولیبدات وانادات) با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (PD-۳۰۳) اندازه‌گیری شدند (۴۳).

برای اندازه‌گیری صفات کیفی اندام هوایی گیاه (علوفه) بعد از حذف اثر حاشیه‌ای در موقع ظهور نیام‌ها (سه ماه پس از کاشت)، نیم‌متر مربع از هر کرت برداشت شد و وزن شد نمونه‌های برداشت شده به آزمایشگاه منتقل شده به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شدند و پس از تثبیت وزن آنها ۵۰ گرم زیست‌توده به‌طور کامل آسیاب و پس از عبور از الک دو میلی‌متری، صفات کیفی علوفه شامل قابلیت هضم ماده خشک (DMD)، کربوهیدرات محلول در آب (WSC)، فیبر خام (CF) و پروتئین خام (CP) از طریق روش طیف سنجی مادون قرمز (NIR) با دستگاه (Perten-Inframatics ۸۶۲۰ Feed Analyzer) اندازه‌گیری شدند (۱۸)، محتوای نسبی آب برگ (RWC) به روش مارتینز و همکاران (۳۰)، مقدار کلروفیل a، کلروفیل b به روش لیکتن تالر (۲۴) و درصد کلونیزاسیون ریشه‌ها بر اساس روش گریندلر و همکاران (۱۳) اندازه‌گیری شدند. تجزیه داده‌ها با

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. متوسط درجه حرارت ماهیانه (°C) و بارندگی (mm) محل اجرای آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴

	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	جمع/میانگین
بارندگی	۸۵	۶۵/۲	۴۴/۷	۲۸/۲	۴۱/۶	۱۹/۴	۶۳/۷	۵۱/۹	۲۸/۹	۵/۱	۰	۰	۰	۴۳۳/۷
میانگین دما	۱۶/۲	۸/۸	۰/۵	-۱/۴	۰/۶	۷/۷	۹/۴	۱۶	۱۸/۷	۲۳/۵	۲۴/۳	۲۰/۷	۱۴/۲	۱۳/۲۶

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

بافت خاک	هدایت الکتریکی	اسیدیته	کربن آلی	نیتروژن	فسفر قابل جذب	پتاسیم	رس	سیلت	شن	ظرفیت زراعی	نقطه پژمردگی
	(dS/m)		(%)		(mg/kg)		(%)				
لومی رسی	۰/۵۴	۷/۲	۰/۹۴	۰/۰۹۴	۷/۶	۳۹۵	۳۲	۳۷	۳۱	۲۷/۹۹	۱۴/۵

استفاده از نرم افزار SAS ۹/۲ و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح پنج درصد استفاده شد و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آبیاری در کود زیستی روی صفات وزن هزار دانه، عملکرد زیستی، فسفر دانه، درصد پروتئین دانه، پروتئین خام علوفه، ماده خشک قابل هضم، پرولین، کلروفیل b و کربوهیدرات‌های محلول در آب در سطح احتمال یک درصد و بر شاخص برداشت، پتاسیم برگ، مقدار فیبر خام، آب نسبی برگ و کلونیزاسیون ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین وزن هزار دانه (۳۴۹/۱۱ گرم) از گیاهان تحت تیمار کود زیستی *F. mosseae* در شرایط کم‌آبیاری و کمترین مقدار آن (۳۰۴/۲۸ گرم) از گیاهان شاهد در شرایط کم‌آبیاری به‌دست آمد (جدول ۴). افزایش حدود ۱۳ درصدی وزن هزار دانه نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. در تیمار آبیاری کامل، کلیه سطوح زیستی به یک اندازه وزن هزار دانه را نسبت به شاهد بدون تیمار افزایش دادند ولی در تیمار کم‌آبیاری با وجود وزن هزار دانه بالاتر در کودهای زیستی، تیمارهای *F. mosseae* و *R. intraradices* بیشترین افزایش را نشان دادند (جدول ۴).

وزن هزار دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه است که تحت تأثیر میزان کربوهیدرات ذخیره شده در شروع پر شدن دانه و ژنوتیپ گیاه قرار می‌گیرد. قارچ مایکوریزا باعث افزایش مقدار فسفر در گیاه می‌شود. فسفر فتوسنتز گیاه را افزایش داده و به تبع آن موجب افزایش وزن دانه می‌شود (۲). کود زیستی به‌خصوص در شرایط کم‌آبی با بهبود رشد ریشه و افزایش آسیمیلاسیون مواد فتوسنتزی سبب افزایش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی در دوره قبل از گل‌دهی می‌شود که می‌تواند در مرحله پس از گل‌دهی با انتقال مجدد این مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن، وزن هزار دانه را بهبود ببخشد (۳۵).

عملکرد دانه

مقایسه میانگین اثر رژیم آبیاری نشان داد که آبیاری کامل بیشترین عملکرد دانه (۵۰۰۰/۱۸ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد و کمترین مقدار عملکرد دانه متعلق به کم‌آبیاری به مقدار (۲۰۰۰/۷۸ کیلوگرم در هکتار) بود. در واقع عملکرد دانه در آبیاری

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد، کیفیت علوفه و عناصر غذایی لوبیا چیتی تحت رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کودی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)										
		وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	پتاسیم برگ	پتاسیم دانه	فسفر برگ	فسفر دانه	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه	صفات کیفی علوفه
												CP	DMD	WSC	CF
بلوک	۲	۷۲/۳۵	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۵۰	۰/۱۸	۰/۰۵۹	۰/۰۰^{ns}	۰/۰۰۰۷	۰/۰۹۴	۰/۰۰۲	۰/۲۵	۱/۲۳	۰/۲۲	۰/۴۵
آبیاری	۱	۱۹۱۶/۰۷**	۵۱/۷۵**	۱۷۷/۷۳**	۴۰۷/۶۳**	۰/۲۸^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۵**	۰/۰۱۵**	۱۰/۱۹**	۱/۹۸۸**	۵/۵۴^{ns}	۲۳/۹۸**	۱۵/۰۳**	۶/۳۰**
خطای اصلی	۲	۵/۵۲	۰/۰۲	۰/۲۶	۱۲/۱۸	۰/۰۱۵	۰/۰۹۶	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۱	۰/۰۲۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۸	۰/۸۰
کود	۵	۹۱۷/۷۰**	۱/۱۳**	۷/۳۴**	۱۲/۴۰^{ns}	۰/۳۴۹**	۰/۲۹۸**	۰/۰۰۳**	۰/۰۱۵**	۱۶/۲۶^{ns}	۴/۳۸**	۹/۱۵**	۷۸/۹۲*	۱۸/۵۲**	۲/۷۰*
کود × آبیاری	۵	۳۰۹/۱۵**	۰/۱۳^{ns}	۲/۵۵**	۳۳/۲۰*	۰/۲۱۰*	۰/۰۵۴^{ns}	۰/۰۰۰۷*	۰/۰۰۶**	۴/۳۸**	۰/۰۱۰^{ns}	۲/۶۴**	۱۲/۰۱۲**	۵/۳۰**	۲/۴۰*
اشتباه آزمایشی	۲۰	۴۴/۱۵	۰/۰۵	۰/۳۰	۹/۳۵	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۴۸۲	۰/۰۰۲	۰/۳۵	۱/۹۲	۰/۳۷	۰/۷۶
ضریب تغییرات (٪)		۲	۶/۰۵	۵/۰۹	۸/۴۶	۱۷/۳۷	۱۰/۹۶	۶/۹۹	۳/۳۹	۳/۹۰	۶/۷۵	۳/۱۰	۲/۰۶	۲/۷۲	۴/۱۶

ns * و **: به‌ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری اثر عامل آزمایشی در سطح پنج و یک درصد است. پروتئین خام (CP)، قابلیت هضم ماده خشک (DMD)، کربوهیدرات محلول در آب (WSC) و فیبر خام (CF).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین‌های صفات کمی و کیفی لوبیا چیتی تحت اثر متقابل رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کودی

رژیم آبیاری	کود	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد پروتئین دانه	شاخص برداشت	پتاسیم برگ	فسفر برگ	فسفر دانه	پروتئین دانه	Cp	DMD	WSC	CF
		(کیلوگرم در هکتار)							(درصد)				
آبیاری کامل (I۱)	I	۳۴۰/۷۲^{a}	۱۳۵۸۰^{a}	۱۰۴۰^{ab}	۴۲/۱۵^{a}	۱/۷۳^{ab}	۰/۲۳^{abc}	۰/۱۹^{f}	۱۸/۳۳^{bcd}	۱۷/۴^{fg}	۶۶/۹۹^{cd}	۲۲/۱۸^{bc}	۲۰/۲۳^{c}
	M	۳۴۴/۲۶^{a}	۱۳۲۲۰^{a}	۹۶۳^{bc}	۴۱/۲۴^{ab}	۱/۶۷^{ab}	۰/۲۴^{ab}	۰/۲۳^{e}	۱۷/۶۷^{d}	۲۰/۵۹^{ab}	۶۸/۴۳^{bcd}	۲۱/۶۵^{c}	۲۱/۳۲^{bc}
	T۱	۳۴۲/۶۹^{a}	۱۳۹۰۰^{a}	۱۰۹۰^{a}	۳۹/۷۶^{abc}	۱/۵۹^{bc}	۰/۲۱^{cde}	۰/۲۳^{e}	۱۹/۷۵^{a}	۲۰/۳۶^{bc}	۷۰/۱۱^{ab}	۲۲/۵۲^{bc}	۲۱/۳۲^{bc}
	T۲	۳۴۸/۲۳^{a}	۱۲۹۸۰^{a}	۹۳۶^{c}	۳۷/۷۰$^{a-d}$	۱/۶۷^{ab}	۰/۲۵^{a}	۰/۳۳^{a}	۱۹/۰۹^{abc}	۱۹/۱۷^{de}	۶۶/۸۳^{d}	۲۳/۱۲^{b}	۲۳/۱۶^{a}
	R	۳۴۳/۱۸^{a}	۱۳۲۱۰^{a}	۱۰۴۰^{ab}	۳۹/۹۴^{abc}	۲/۱۹^{a}	۰/۲۱^{bcd}	۰/۲۴^{e}	۱۹/۸۶^{a}	۱۸/۱۳^{ef}	۶۴/۲۲^{e}	۲۲/۰۶^{bc}	۲۲/۲۹^{ab}
	C	۳۱۶/۹۳^{b}	۱۱۲۲۰^{b}	۶۴۳^{d}	۳۶/۰۸^{bcd}	۱/۱۴^{cd}	۰/۱۷^{f}	۰/۱۶^{fg}	۱۵/۲۲^{e}	۱۶/۷۲^{g}	۶۰/۹۳^{f}	۱۹/۸۳^{d}	۲۰/۱۸^{c}
کم آبیاری (I۲)	I	۳۳۹/۴۳^{a}	۹۴۴۰^{c}	۶۱۰^{d}	۳۳/۴۹^{de}	۱/۵۹^{bc}	۰/۲۲^{abc}	۰/۳۲^{ab}	۱۹/۳۰^{ab}	۱۸/۱۲^{ef}	۷۱/۱۵^{a}	۲۵/۲۰^{a}	۲۱/۱۱^{bc}
	M	۳۴۹/۱۱^{a}	۹۱۷۰^{c}	۵۰۰^{e}	۳۰/۱۶^{ef}	۱/۶۸^{ab}	۰/۲۱^{cde}	۰/۳۰^{ab}	۱۸/۲۹^{bcd}	۱۹/۳۷^{cd}	۶۹/۵۱^{abc}	۲۴/۶۹^{a}	۱۹/۶۴^{c}
	T۱	۳۲۳/۱۰^{b}	۸۵۲۰^{c}	۵۱۳^{e}	۳۳/۸۵^{de}	۱/۶۴^{bc}	۰/۱۸^{ef}	۰/۳۲^{ab}	۱۷/۹۴^{cd}	۲۱/۴۵^{a}	۶۹/۲۰$^{a-d}$	۲۵/۱۰^{a}	۲۰/۹۴^{bc}
	T۲	۳۲۰/۵۷^{b}	۷۳۰۰^{d}	۴۸۰^{e}	۳۶/۶۸$^{a-d}$	۱/۶۹^{ab}	۰/۱۹^{def}	۰/۲۸^{de}	۱۷/۸۹^{cd}	۱۹/۰۰^{de}	۶۹/۰۵$^{a-d}$	۲۲/۹۷^{b}	۲۰/۵۰^{c}
	R	۳۱۱/۹۸^{bc}	۱۱۰۵۰^{b}	۴۹۶^{e}	۲۷/۸۶^{f}	۱/۲۶^{bcd}	۰/۲۳^{abc}	۰/۲۶^{de}	۱۶/۲۵^{e}	۲۰/۳۵^{bc}	۶۹/۴۸^{abc}	۲۲/۷۷^{bc}	۲۱/۱۲^{bc}
	C	۳۰۴/۲۷^{c}	۶۴۱۰^{d}	۳۰۳^{f}	۳۴/۴۷^{cde}	۱/۰۳^{d}	۰/۱۵^{f}	۰/۱۵۶^{g}	۱۳/۷۶^{f}	۱۸/۸۰^{de}	۶۹/۴۸^{abc}	۱۸/۳۸^{e}	۲۰/۱۸^{c}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین آنها است. شاهد (C)، ریزوبیوم (R)، قارچ‌های گونه *R. intraradices* (I)، *F. mosseae* (M)، تلفیقی (*R. intraradices* و ریزوبیوم) (T۱)، تلفیقی (*F. mosseae* و ریزوبیوم) (T۲). پروتئین خام (CP) ، (قابلیت هضم ماده خشک (DMD)، کربوهیدرات محلول در آب (WSC) و فیبر خام (CF).

www.SID.ir

Archive of SID

کامل ۴۳/۶۶ درصد بیشتر از کم‌آبیاری بود (شکل ۱-الف). همچنین گیاهان لوبیا تحت تیمار کودی *R. intraradices* افزایش عملکرد دانه ۲۸ درصدی نسبت به شاهد را داشتند، با این حال کلیه سطوح کودی عملکرد دانه را نسبت به شاهد افزایش دادند که این افزایش در تیمارهای *R. intraradices* و (تلفیقی *R. intraradices* و ریزوبیوم) بیشتر بود (شکل ۱-ب). در شرایط حساس دوره زندگی گیاه از جمله گل‌دهی و تولید دانه، کمبود آب باعث سقط بسیاری از گل‌ها و دانه‌ها، در نتیجه تولید نیام‌های نابارور می‌شود. کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط تنش کمبود آب را می‌توان به کاهش تعداد نیام در گیاه و کاهش وزن هزار دانه نسبت داد که این موضوع با نتایج تحقیقات بیات و همکاران (۵) مطابقت دارد. باکتری ریزوبیوم همزیست با لگوم‌ها در کاهش شر ایط تنشی نقش مهم و مؤثری را ایفا می‌کند. ریزوبیوم با تولید ترکیباتی همچون انواع هورمون‌ها، ویتامین ها، ترکیبات دآمیناز و تولید ACC- اسمولیت مثل پرولین، تولید آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی تحت شرایط تنش، در کاهش شرایط تنش برای گیاهان مؤثر است. در واقع ریزوبیوم در هنگام تنش سبب القای سازوکارهای دفاعی گیاه و ایجاد مقاومت در گیاه می‌شود (۹).

عملکرد بیولوژیک

گیاهان تلقیح شده با تیمار کودی تلفیقی *R. intraradices* و ریزوبیوم به‌همراه آبیاری کامل بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک (۱۳۰۰۰/۹ کیلوگرم در هکتار) را داشتند، کمترین مقدار آن (۶۰۰۰/۴۱ کیلوگرم در هکتار) نیز از تیمار کودی شاهد در شرایط کم‌آبیاری بدست آمد (جدول ۴). تیمارهای کودی *R. intraradices*، *F. mosseae*، ریزوبیوم، تلفیقی T_2 (*F. mosseae* و ریزوبیوم) و T_1 (*R. intraradices* و ریزوبیوم) در شرایط آبیاری کامل در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). گزارش شده باکتری‌ها با ایجاد تغییرات ژنتیکی و افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان‌ها و محلول‌های اسمزی سلولی باعث افزایش مقاومت گیاه لوبیا در برابر خشکی شده‌اند (۳۷). در گیاه نخود با تلقیح *F. mosseae* جذب فسفر، تعداد گره‌ها، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی و فعالیت نیتروژناز افزایش یافت که منجر به افزایش تولید بیوماس می‌شود (۱۱). گزارش شده، ریزوبیوم‌ها می‌توانند از طریق پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی به هیف‌های قارچ بچسبند و از آنها به‌عنوان وسیله‌ای برای کلونیزاسیون روی ریشه گیاه استفاده کنند. همچنین ریزوبیوم استقرار مایکوریزا را به‌وسیله تولید پلی‌ساکاریدها افزایش می‌دهد که منجر به سنتز آنزیم پلی‌گالاکتوروناز در محل آلودگی می‌شود، بدین ترتیب تسهیل نفوذپذیری قارچ مایکوریزا به سلول‌های ریشه امکان‌پذیر می‌شود (۷۷).

شاخص برداشت دانه

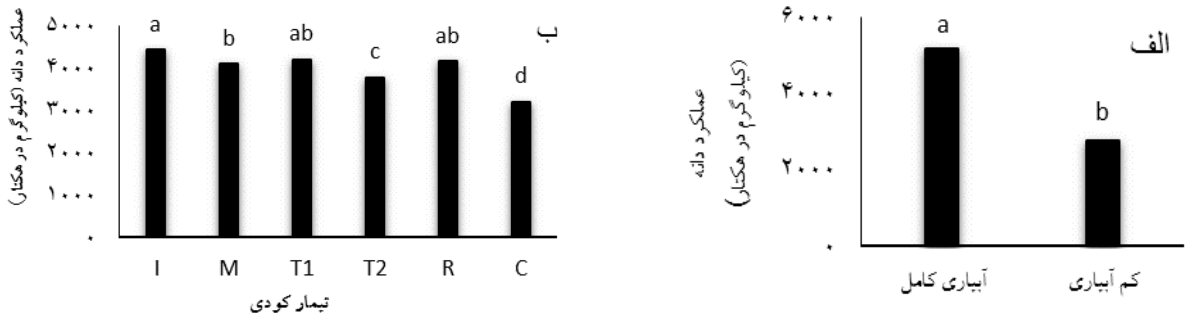
حداکثر شاخص برداشت دانه (۴۲/۱۵ درصد) در گیاهان تحت تیمار تلقیح با *R. intraradices* در شرایط آبیاری کامل به‌دست آمد و کمترین مقدار آن (۲۷/۸۶ درصد) از تیمار کودی ریزوبیوم در کم‌آبیاری حاصل شد. غیر از دو تیمار کودی مطرح شده که بیشترین و کمترین مقادیر را داشتند، تیمارهای کود زیستی در هر کدام از سطوح آبیاری تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۴). گزارش شده که بیشترین شاخص برداشت سویا در نتیجه تلقیح با باکتری (*Rhizobium Japonicum*) و کمترین شاخص برداشت در عدم تلقیح با باکتری به‌دست آمد (۴۰). کودهای زیستی با ایجاد تعادل بین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، ضمن افزایش رشد رویشی، رشد زایشی را افزایش داده و با ایجاد مقصد فراوان (دانه)، آسیمیلات تولیدی حاصل از رشد رویشی، به دانه‌ها و در نهایت شاخص برداشت دانه گیاه بالا می‌رود (۴۰).

درصد و عملکرد پروتئین دانه

مقایسه میانگین‌های مربوط به برهمکنش آبیاری و کود زیستی نشان داد که بیشترین مقدار پروتئین دانه (۱۹/۸۶ درصد) در تیمار کودی ریزوبیوم در شرایط آبیاری کامل و کمترین میزان آن (۱۳/۷۷ درصد) از گیاهان شاهد در شرایط کم‌آبیاری حاصل شد (جدول ۴). هر دو تیمار کودی تلفیقی و ریزوبیوم در شرایط

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه لوبیا چیتی تحت تاثیر رژیم آبیاری (الف) و سطوح کود زیستی (ب). حروف غیر مشابه نشان از تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد است. شاهد (C)، ریزوبیوم (R)، قارچ‌های گونه *R. Intraradices* (I)، *F. mosseae* (M)، تلفیقی ۱ (*R. intraradices* و ریزوبیوم) (T1)، تلفیقی ۲ (*F. mosseae* و ریزوبیوم) (T2).

آبیاری کامل و تیمار تلقیح با *R. intraradices* تحت کم‌آبیاری از نظر درصد پروتئین در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۴). بیشترین عملکرد پروتئین (۱۰۹۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری کامل و در گیاهان تیمار شده با کود تلفیقی *R. intraradices* و ریزوبیوم و کمترین میزان آن (۳۱۰ کیلوگرم در هکتار) در گیاهان شاهد تحت کم‌آبیاری به‌دست آمد. در هر دو سطح آبیاری، کودهای زیستی عملکرد پروتئین را نسبت به شاهد بدون تیمار افزایش داده‌اند ولی این افزایش در تیمارهای واجد *R. intraradices* هم در تلقیح جداگانه و هم تلفیقی با ریزوبیوم بیشترین افزایش عملکرد پروتئین را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). در هر دو شرایط کم‌آبی و آبیاری کامل کودهای زیستی درصد پروتئین دانه را افزایش داده‌اند، در کم‌آبی ریزوبیوم نتوانسته به اندازه آنهایی که مایکوریزا دارند میزان پروتئین را افزایش بدهد.

پتاسیم برگ و دانه

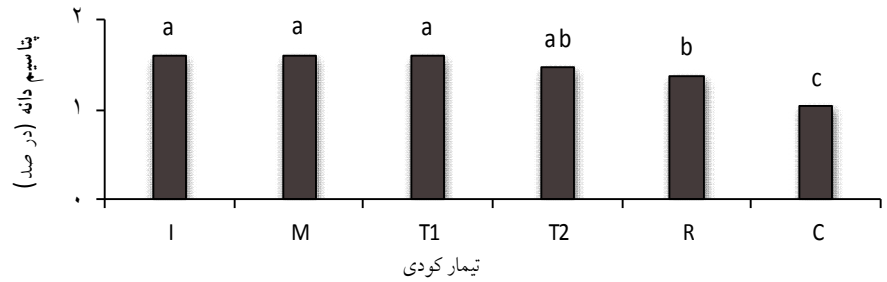
بیشترین میزان پتاسیم برگ (۲/۱۹ درصد) در گیاهان تحت تیمار کودی ریزوبیوم و آبیاری کامل و کمترین میزان آن (۱/۰۳ درصد) از گیاهان شاهد تحت تیمار کم‌آبیاری به‌دست آمد (جدول ۴). کاهش ۱۳/۴۵ درصدی پتاسیم برگ در گیاهان شاهد و کم‌آبیاری مشاهده شد. مقایسه میانگین اثر تیمار کودی نشان داد که بیشترین درصد پتاسیم دانه (۱/۶۱درصد) از تیمار کودی *F. mosseae* و کمترین مقدار (۱/۰۳ درصد) در تیمار کودی شاهد حاصل شد (شکل ۲). افزایش جذب مواد غذایی بر اثر تلقیح با باکتری‌های محرک رشد را می‌توان به تغییرات مورفولوژیکی در ریشه گیاهان به‌ویژه افزایش تعداد، طول، ضخامت ریشه و ظرفیت تبادل کاتیونی بالای ریشه گیاهان تلقیح شده نسبت داد (۲۶). با افزایش شدت تنش درصد جذب پتاسیم در گیاه ذرت کاهش یافت و در بررسی اثرات متقابل دیده شد که تیمار بدون تنش و همراه با تلقیح مایکوریزا بیشترین درصد جذب پتاسیم را داشت و کمترین آن نیز در تیمار تنش شدید و بدون مایکوریزا به‌دست آمد (۱).

فسفر برگ و دانه

بیشترین مقدار فسفر دانه (۰/۳۳درصد) از تیمار آبیاری کامل و گیاهان لوبیای تحت تیمار کودی تلفیقی (*F. mosseae* و ریزوبیوم) به‌دست آمد (جدول ۴) و کمترین مقدار آن (۰/۱۵ درصد) از تیمار کم‌آبیاری و شاهد حاصل شد. به عبارت دیگر تیمار کم‌آبیاری باعث کاهش ۵۴ در صدی فسفر دانه نسبت به آبیاری کامل شد (جدول ۴). قارچ مایکوریزا باعث افزایش فسفر در گیاه می‌شود. فسفر در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک گیاه درگیر بوده، به‌خصوص در مراحل گرده‌افشانی و پر شدن دانه ضروری است (۲). کاهش جذب عنصر فسفر را می‌توان به کاهش

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. مقایسه میانگین‌های درصد پتاسیم دانه لوبیا چیتی تحت تأثیر سطوح کود زیستی. حروف غیر مشابه‌شان از تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد است. شاهد (C)، ریزوبیوم (R)، قارچ‌های گونه *R. intraradices* (I)، *F. mosseae* (M)، تلفیقی ۱ (*R. interaradicse* و ریزوبیوم) (T۱)، تلفیقی ۲ (*F. mosseae* و ریزوبیوم) (T۲).

حلالیّت و قابل دسترس بودن آن، کاهش تعرق و رشد و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه تحت شرایط کمبود رطوبت خاک نسبت داد (۱۶). مشاهده شده که کاربرد دوگونه از قارچ مایکورایزا به نام‌های گلوموس اسکولنتوم وگلوموس کالدو نیوم سبب افز ایش چشمگیر غلظت فسفر و عملکرد گیاه شده است (۴۴).

پروتئین خام اندام هوایی علوفه

پروتئین خام یک شاخص مهم در محتوای پروتئین گیاه علوفه‌ای است. معمولاً پروتئین یکی از صفات مهمی است که ارزش غذایی علوفه را تعیین می‌کند (۲۹). بیشترین میزان پروتئین خام علوفه (۲۱/۴۵ درصد) در گیاهان تیمار شده با کود *R. intraradices* در شرایط کم‌آبیاری و کمترین میزان آن (۱۶/۷۲ درصد) از تیمار شاهد به‌همراه آبیاری کامل به‌دست آمد (جدول ۴). کم‌آبیاری موجب افزایش ۲۲/۰۴ درصدی پروتئین خام علوفه نسبت به شرایط آبیاری کامل شد، در آبیاری کامل شاهد بیشترین بود (جدول ۴). به لحاظ تأثیر بر میزان پروتئین خام علوفه تیمارهای کودی *F. mosseae* و تلفیقی *R. intraradices* و ریزوبیوم در یک گروه آماری واقع شدند. گزارش شده است که میزان پروتئین خام ذرت و گندم، هنگام تلقیح با PGPR به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است (۵۰). درصد پروتئین به تغذیهٔ گیاه بستگی دارد و تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار می‌گیرد و استفاده از کودهای کم‌مصرف باعث افزایش پروتئین می‌شود (۴۷).

ماده خشک قابل هضم

بیشترین (۷۱/۱۵ درصد) و کمترین (۵۸/۹۴ درصد) میزان ماده خشک قابل هضم در شرایط کم‌آبیاری به‌ترتیب از تیمار کودی *R. intraradices* و تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۴). مقدار ماده خشک قابل هضم در کم‌آبیاری ۱۷/۱۵ درصد در تیمار کودی گونه *R. intraradices* نسبت به شاهد کاهش نشان داد. در آبیاری کامل بیشترین ماده خشک قابل هضم (۷۰/۱۱ درصد) در تیمار کودی تلفیقی (*R. intraradices* و ریزوبیوم) و کمترین میزان آن (۶۰/۹۶ درصد) از تیمار کودی شاهد به‌دست آمد. گونه *R. intraradices* در شرایط آبیاری کامل و گونه *R. intraradices*، *F. mosseae*، ریزوبیوم، تلفیقی (*R. intraradices* و ریزوبیوم) و (*F. mosseae* و ریزوبیوم) در شرایط کم‌آبیاری با میانگین ۶۸/۲۶ درصد ماده خشک قابل هضم در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). گزارش شده که بیشترین میزان قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین گیاه جو، در تیمار تلقیح قارچ و باکتری سودوموناس به‌دست آمد (۳۱). باکتری‌ها به‌دلیل بالا بردن میزان پروتئین گیاه باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک می‌شوند (۱۲).

کربوهیدرات‌های محلول در آب

کمترین مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب (۱۸/۳۸ درصد) مربوط به تیمار کودی شاهد به همراه کم‌آبیاری بود و بیشترین میزان آن (۲۵/۲۰ درصد) نیز از گیاهان تیمار شده با

www.SID.ir

Archive of SID

R. intraradices تحت کم‌آبیاری حاصل شد (جدول ۴). در شرایط آبیاری کامل بیشترین مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب (۲۳/۱۲ درصد) از تیمار کودی تلفیقی (*F. mosseae* و ریزوبیوم) و کمترین آن (۱۹/۸۳ درصد) نیز از تیمار کودی شاهد به‌دست آمد (جدول ۴). پژوهشگران بیان داشته‌اند که تفاوت‌هایی از پارامترهای بیوشیمیایی بین گیاهان مایکوریزایی و غیرمایکوریزایی وجود دارد و مقاومت به خشکی بیشتر در گیاهان مایکوریزایی منعکس می‌شود. برای مثال، تجمع بالای قندهای محلول در گیاهان مایکوریزایی نشان می‌دهد که گیاهان با موفقیت بیشتری از خشکی اجتناب می‌کنند. بنابراین کمتر نیاز به تنظیم اسمزی سیمپلاسم یا آنزیم‌های حفاظت کننده اسمزی دارند و خسارت کمتری نشان می‌دهند (۱۷).

فیبر خام

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار فیبر خام (۲۳/۱۶ درصد) در گیاهان تحت تیمارهای کودی *F. mosseae* و ریزوبیوم در شرایط آبیاری کامل به‌دست آمد و کمترین مقدار آن (۱۹/۶۴ درصد) از تیمار کودی *F. mosseae* تحت کم‌آبیاری به‌دست آمد (جدول ۴). تیمار کم‌آبیاری ۱۵/۲۰ درصد نسبت به آبیاری کامل فیبر خام را کاهش داده است. کوچکی و همکاران (۲۲) دلیل بهبود خصوصیات رشدی گیاهان در شرایط همزیستی با مایکوریزا را به تولید انواع هورمون‌ها و مواد بیولوژیکی محرک رشد گیاه و همچنین بهبود توسعه سیستم ریشه‌ای و فراهمی رطوبت و دسترسی به عناصر غذایی به‌ویژه فسفر نسبت دادند. علت کاهش درصد الیاف خام علوفه را در گیاهان تحت شرایط کم‌آبیاری به‌دلیل کاهش ساخته شدن اجزای دیواره سلولی در این شرایط می‌داند (۲۳).

آب نسبی برگ‌ها

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارها بر صفات آب نسبی برگ، پرولین، کلروفیل b و کلونیزاسیون معنی‌دار بود (جدول ۵). حداکثر آب نسبی برگ‌ها (۷۷/۰۸ درصد) در گیاهان تحت آبیاری کامل و تیمار شده با کود تلفیقی (*R. intraradices* و ریزوبیوم) (T_1)، و حداقل میزان آن (۴۳/۹۴ درصد) در شرایط کم‌آبیاری و تیمار کودی شاهد به‌دست آمد. که کاهش ۴۲/۹۹ درصدی را نشان می‌دهد (شکل ۳). گیاهان تحت تیمارهای کودی *R. intraradices* (I)، *F. mosseae* (M)، تلفیقی (*R. intraradices* و ریزوبیوم) (T_1)، ریزوبیوم (R) از نظر میزان آب نسبی برگ با میانگین ۷۵/۳۹ درصد در یک گروه آماری قرار داشتند (شکل ۳). عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب در گیاه محتمل‌ترین دلیل کاهش محتوای نسبی آب برگ گیاه در شرایط کم‌آبیاری است که با نتایج ترکان و همکاران (۴۵) مطابقت دارد. کاهش محتوای نسبی آب برگ و بسته شدن روزنه‌ها اولین اثر خشکی بوده که از طریق اختلال در ساخت مواد فتوسنتزی، موجب کاهش میزان عملکرد می‌شود (۴۹). اثرات سودمند تلقیح باکتریایی اساساً ناشی از تغییرات فیزیولوژیک و مورفولوژیک ریشه مثل افزایش تعداد تارهای کشنده و ریشه‌های جانبی گیاهان تلقیح شده است که سبب افزایش کارایی جذب آب و مواد معدنی توسط ریشه می‌شود (۸).

پرولین

بیشترین میزان پرولین (۲۶/۷۴ میکرومول بر گرم وزن تر برگ) مربوط به تیمار کودی *F. mosseae* (M) در شرایط کم‌آبیاری بود و کمترین مقدار پرولین (۸/۰۶ میکرومول بر گرم وزن تر برگ) مربوط به گیاهان تحت تیمار کودی شاهد در شرایط آبیاری کامل بود که کاهش ۶۹/۸۶ درصدی پرولین در آبیاری کامل نسبت به کم‌آبیاری در پی داشت (شکل ۴). افزایش غلظت پرولین در گیاهانی که تحت کم‌آبیاری قرار گرفته‌اند، نوعی سازگاری برای غلبه بر شرایط کم‌آبیاری است (۲۸). در ارتباط با نقش مایکوریزا بر میزان پرولین در تنش خشکی، گزارش‌های متعددی وجود دارد. برخی از پژوهشگران بر این باورند که مایکوریزا باعث افزایش پرولین در برگ گیاهان میزبان می‌شود و دلیل این امر را اینگونه بیان می‌کنند که این ترکیبات با تجمع در سلول، باعث کاهش پتانسیل آبی برگ شده وگیاه را از صدمات تنش خشکی محافظت می‌کنند (۲۱).

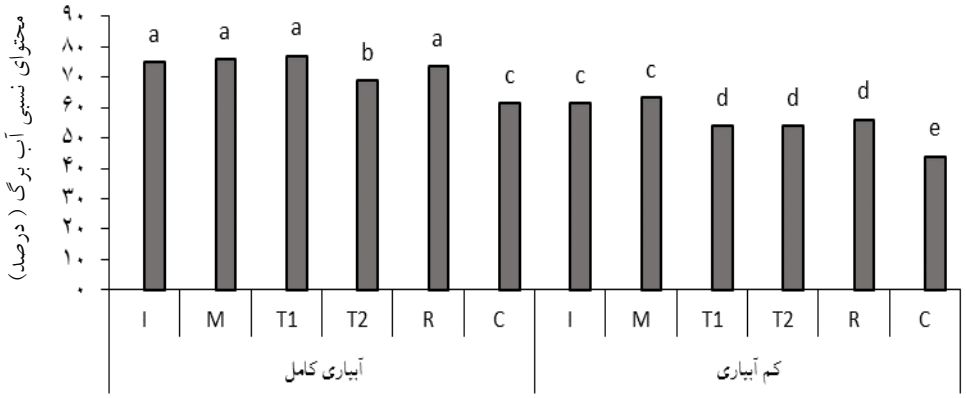
www.SID.ir

Archive of SID

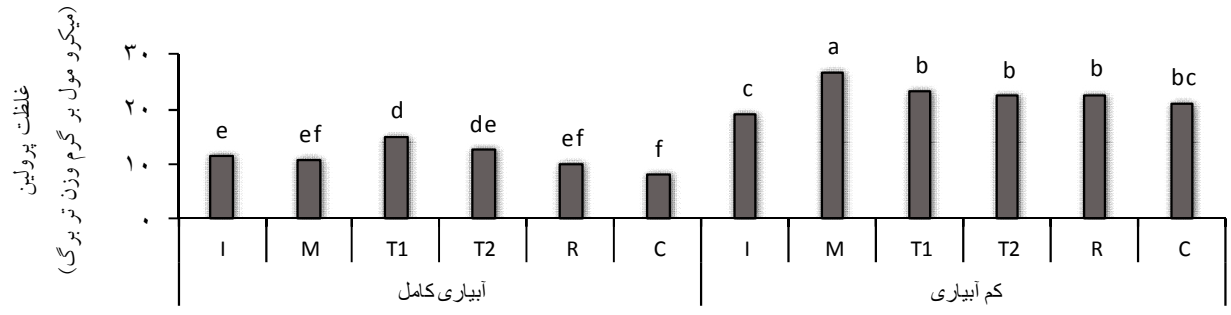
جدول ۵. نتایج حاصل از تجزیه واریانس اسمولیت‌ها و برخی صفات فیزیولوژیک تحت رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کودی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		آب نسبی برگ	میزان پرولین	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کلونیزاسیون ریشه
بلوک	۲	۱۰/۷۹۲	۰/۱۵۱	۰/۰۵۳	۰/۰۲	۰/۱۰	۱۶/۳۶۱
آبیاری	۱	۲۴۴۴/۸۰**	۱۱۳۸/۹۵۰**	۲/۵۵**	۰/۰۶	۳/۳۵**	۷۸۴**
خطای اصلی	۲	۱۱/۳۵	۲/۲۶۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲۶	۰/۵۸۳
کود	۵	۲۲۳/۶۵**	۲۰/۷۸**	۰/۷۵**	۰/۰۶۰**	۰/۹۵۴**	۵۸۳/۹۷۷**
آبیاری × کود	۵	۲۰/۳۰*	۱۵/۸۹**	۰/۱۹	۰/۰۶**	۰/۰۵۵	۳۷/۶۶۶*
اشتباه آزمایشی	۲۰	۷/۰۶۳	۲/۹۸	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۸۸	۹/۷۲
ضریب تغییرات (٪)		۴	۱۰	۱۶	۱۲	۱۱	۷

** و *: به‌ترتیب نشانگر معنی‌داری اثر عامل آزمایشی در سطح پنج و یک درصد است.



شکل ۳. مقایسه میانگین‌های محتوای نسبی آب برگ لوبیا چیتی تحت تأثیر سطوح کود زیستی و رژیم آبیاری. حروف غیر مشابه نشان ازتفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد است. شاهد (C)، ریزوبیوم (R)، قارچ‌های گونه *R. intraradices* (I)، *F. mosseae* (M)، تلفیقی ۱ (*R. intraradices* و ریزوبیوم) (T1)، تلفیقی ۲ (*F. mosseae* و ریزوبیوم) (T2).



شکل ۴. مقایسه میانگین‌های غلظت پرولین لوبیا چیتی تحت تأثیرتیمارهای مختلف کودی و رژیم آبیاری. حروف غیر مشابه نشان ازتفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد است. شاهد (C)، ریزوبیوم (R)، قارچ‌های گونه *R. intraradices* (I)، *F. mosseae* (M)، تلفیقی ۱(*R. intraradices* و ریزوبیوم) (T1)، تلفیقی (*F. mosseae* و ریزوبیوم) (T2).

www.SID.ir

Archive of SID

رنگیزه‌های فتوسنتزی

در شرایط آبیاری کامل بیشترین میزان کلروفیل a (۲/۰۰۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر) به‌دست آمد و کمترین میزان آن (۱/۴۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در گیاهان تحت کم‌آبیاری به‌دست آمد (شکل ۵- الف). نتایج مقایسه میانگین تیمار کودی نشان داد بیشترین مقدار کلروفیل a (۲/۰۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر) از تیمار کودی *R. intraradices* (I) و کمترین مقدار آن (۱/۱۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر) از تیمار کودی شاهد به‌دست آمد (شکل ۵ - ب). کمترین میزان کلروفیل b (۰/۶۲میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) مربوط به گیاهان لوبیا تحت تیمار کودی شاهد و بیشترین میزان آن (۱/۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) درتیمار کودی *F. mosseae* (M) در شرایط کم‌آبیاری به‌دست آمد. تیمار کودی *F. mosseae* (M) سبب افزایش۴۳/۶۴ درصدی کلروفیل b نسبت به تیمار کودی شاهد در شرایط کم‌آبیاری شد (شکل ۵-ج). در شرایط آبیاری کامل بیشترین میزان کلروفیل b (۱/۰۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر) از گیاهان تحت تیمار کودی *R. intraradices* (I) حاصل شد (شکل ۵- ج). بیشترین میزان کلروفیل کل با (۲/۹۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) در شرایط آبیاری کامل و کمترین میزان آن (۰/۳۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) در شرایط کم‌آبیاری به‌دست آمد (شکل ۵- ح). بیشترین مقدار کلروفیل کل (۲/۹۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) در گیاهان تحت تیمار کودی *R. intraradices* (I) و کمترین مقدار آن (۲/۰۳ درصد) شاهد به‌دست آمد (شکل ۵- خ). گزارش شده است که در شرایط تنش خشکی میزان کلروفیل و کارتنوئیدها در گیاه آفتابگردان کاهش می‌یابد (۲۸). مسلماً کاهش میزان کلروفیل در شرایط کم‌آبیاری به‌دلیل تخریب کلروپلاست در این شرایط و کاهش ساخت رنگیزه‌ها است.

میزان کلروفیل در گیاهان زنده یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است (۱۹). همچنین بیان شده که اعمال شرایط کمبود آب منجر به کاهش مقادیر کلروفیل برگ می‌شود (۲۹). افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی به افزایش تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌ها برمی‌گردد، ترکیبات نیتروژنه در گرهک‌های ریشه به شکل آلانتوئین و اسیدهای آلانتوئیک به برگ‌ها منتقل می‌شوند و در بیوسنتز کلروفیل و پروتئین‌های ضروری برای فتوسنتز استفاده می‌شوند (۶). با توجه به نقش نیتروژن و منیزیم در بیوسنتز کلروفیل، بنابراین مقدار کلروفیل برگ گیاهان تلقیح یافته افزایش می‌یابد و این هم سازوکاری برای افزایش فتوسنتز و در نتیجه رشد بهتر گیاه میزبان است (۴).

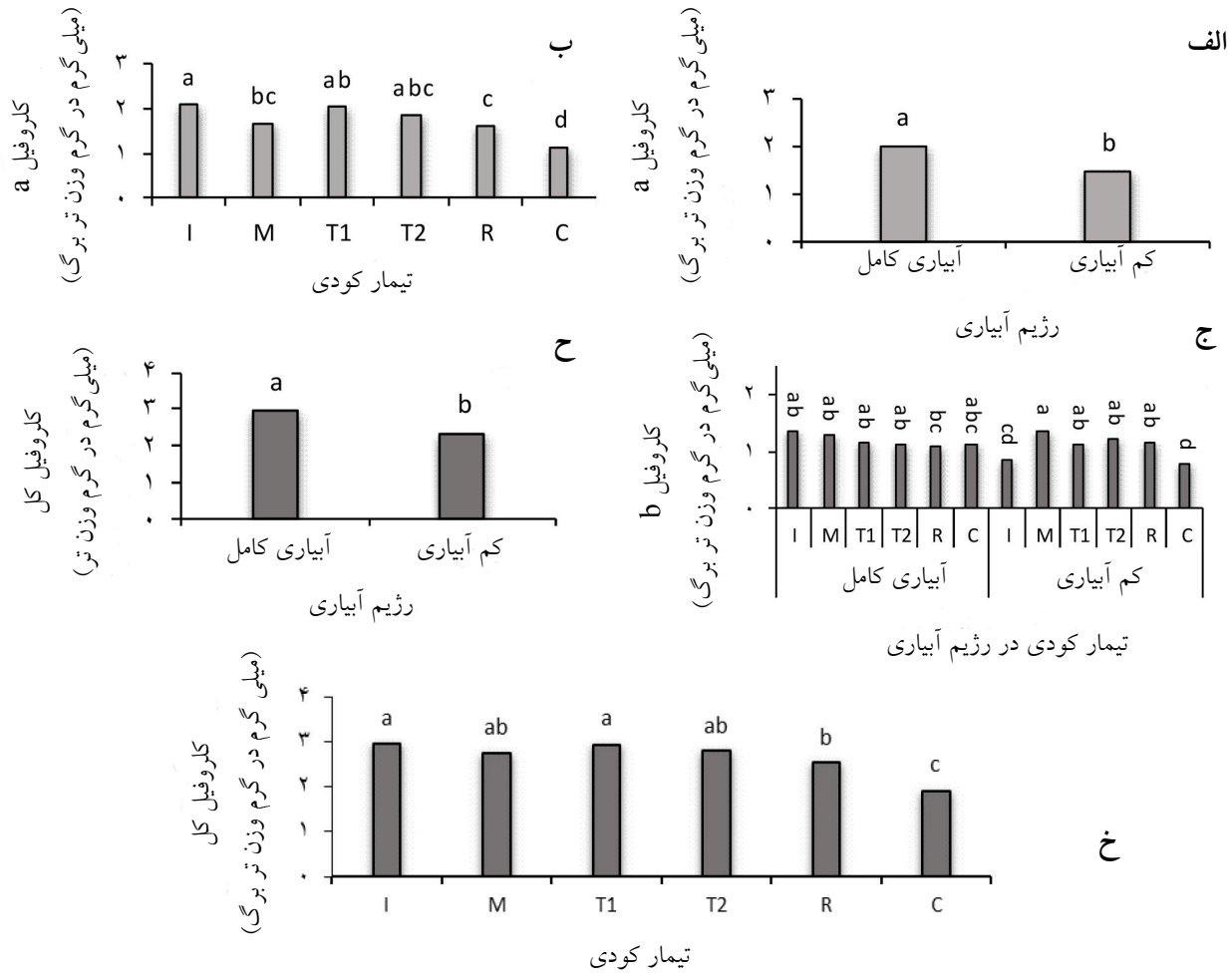
کلونیزاسیون ریشه

بیشترین میزان کلونیزاسیون ریشه (۶۲/۳۳ درصد) مربوط به گیاهان تحت تیمار کودی تلفیقی (*R. intraradices* و ریزوبیوم) (T1)، در شرایط آبیاری کامل بود و کمترین میزان آن (۲۵ درصد) متعلق به به تیمار شاهد در شرایط کم‌آبیاری بود (شکل ۶). شایان ذکر است که گیاهان تحت تیمارهای *R. intraradices* (I)، تلفیقی (*F. mosseae* و ریزوبیوم) (T_2) در شرایط آبیاری کامل و گیاهان تیمار شده با *R. intraradices* (I) تحت کم‌آبیاری با میانگین (۵۰/۸۷ درصد) از نظر کلونیزاسیون ریشه تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۶).

در مطالعه‌ای مشاهده شد که تلقیح همزمان گیاه ماش سبز (*Vigna radiate* L. Wilczek) با باکتری ریزوبیوم و قارچ‌های آربسکولار مایکوریزا سبب افزایش وزن خشک ریشه و تعداد گره در ریشه شد. این موضوع می‌تواند به‌دلیل اثرات هم‌افزایی باکتری ریزوبیوم و قارچ مایکوریزا روی رشد ریشه باشد (۷). پژوهشگران درباره گیاه جو به این نتیجه دست یافتند که درصد کلونیزاسیون ریشه در شرایط کم‌آبیاری بسیار بیشتر ازشرایط کنترل بود اما مایکوریزا سبب افزایش جذب آب و مقدار فسفر اندام هوایی در شرایط خشکی شد (۲۰). ساجدی و رجالی (۳۹) عنوان داشتند با افزایش کلونیزاسیون ریشه، سیستم ریشه‌ای گیاه میزبان توسعه یافته و باعث افزایش سطح جذب ریشه‌ها به‌علت نفوذ ریسه‌های قارچ در خاک می‌شود و در نتیجه ریشه به حجم بیشتری از خاک دسترسی پیدا کرده است و کارایی جذب آب و عناصر غذایی و تولید ماده خشک افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. مقایسه میانگین‌های غلظت کلروفیل a (الف و ب) و کلروفیل b (ج) و کلروفیل کل (ح و خ) لوبیا چیتی تحت تأثیر سطوح کود زیستی و رژیم آبیاری. حروف غیر مشابه شان از تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد است.
شاهد (C)، ریزوبیوم (R)، قارچ‌های گونه *R. intraradices* (I)، *F. mosseae* (M)، تلفیقی ۱ (*R. intraradices* و ریزوبیوم) (T1)، تلفیقی ۲ (*F. mosseae* و ریزوبیوم) (T2).

شکل ۶. مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل کود و آبیاری بر درصد کلونیزاسیون ریشه لوبیا چیتی. حروف غیر مشابه شان از تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد است. شاهد (C)، ریزوبیوم (R)، قارچ‌های گونه *R. intraradices* (I)، *F. mosseae* (M)، تلفیقی ۱ (*R. intraradices* و ریزوبیوم) (T1)، تلفیقی ۲ (*F. mosseae* و ریزوبیوم) (T2).

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که خصوصیات کمی و کیفی لوبیا، تحت تأثیر تیمارهای کودی و رژیم آبیاری قرار گرفتند. به‌طوری که کم‌آبیاری سبب کاهش میزان کلروفیل کل و در نتیجه کاهش عملکرد دانه به‌میزان ۴۶ درصد در مقایسه با شرایط آبیاری کامل شد. استفاده از گونه‌های قارچ مایکوریز در کنار ریزوبیوم در شرایط آبیاری کامل علاوه بر افزایش عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا منجر به افزایش عملکرد پروتئین، فسفر دانه، آب نسبی برگ‌ها و کلونیزاسیون نیز شد. همچنین کاربرد گونه‌های مایکوریزا در شرایط کم‌آبیاری منجر به افزایش میزان پروتئین خام علوفه، ماده خشک قابل هضم، کربوهیدرات‌های محلول در آب و میزان پرولین در لوبیا چیتی شد. بنابراین در شرایط کم‌آبیاری و آبیاری کامل استفاده از قارچ‌های مایکوریزا در زراعت لوبیا توصیه می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Alizadeh, A. and A. Alizadeh. 2007. The effect of Mycorrhizal in moisture different condition on uptake nutrition elements in Maize. *Iranian Journal of Agricultural Research* 3: 1.101-108. (In Farsi).
2. Babaei, M., M. R. Ardakani, F. Rejali, A. H. Rad Shirani, F. Golzardi and S. Mafakheri. 2012. Response of agronomical traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to co-inoculation with *Glomus intraradices* and *Pseudomonas fluorescens* under different phosphorus levels. *Annals of Biological Research* 3: 4195-4199.
3. Barary, M., S. kordi, L. A. Gerami, A. Hatami, A. A. Mehrabi and F. Ghanbari. 2014. Improving tolerance to water deficit using Zinc foliar spraying in two common bean cultivars under Ilam climatic conditions. *Journal of Crop Improvement (Journal of Agricultural)* 3: 641-652. (In Farsi).
4. Bashan, Y., J. J. Bustillos, L. A. Leyva, J. P. Hernandez and M. Bacilio. 2006. Increase in auxiliary photoprotective photosynthetic pigments in wheat seedlings induced by Azospirillum brasilense. *Biology and Fertility of Soils* 42: 279-285.
5. Bayat, A. A., A. Sepehri, G. Ahmadvand and H. R. Dorri. 2010. Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences* 12: 42-54. (In Farsi).
6. Bejandi, T. K., R. S. Sharifii, M. Sedghi and A. Namvar. 2012. Effects of plant density, Rhizobium inoculation and microelements on nodolation, chlorophyll cotent and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Annals of Biological Research* 3: 951-958.
7. Bhat, M. A., S. R. S. Yadav, A. Tahir and S. Bangroo. 2010. Combined effects of rhizobium and vesicular arbuscular fungi on green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek) under temperate conditions. *Research Journal of Agricultural Sciences* 2: 1. 17-20.
8. Dalla Santa, O. R., C. R. Soccol, P. Ronzelli, R. F. Hernández, G. L. M. Alvarez, H. S. Dalla Santa and A. Pandey. 2004. Effects of inoculation of *Azospirillum* sp. in maize seeds under field conditions. *Food, Agriculture* and *Environment* 2: 238-242.
9. Dimkpa, C., T. Weinand and F. Asch. 2009. Plant–rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions. *Plant, Cell and Environment* 32: 1682-1694.
10. Erman, M., S. Demir, E. Ocak, S. Tufenkci, F. Oguzand and A. Akkopru. 2011. Effects of rhizobium, arbuscular mycorrhiza and whey applications on some properties in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under irrigated and rainfed conditions 1-Yield, yield components, nodulation and AMF colonization. *Field Crops Research* 122: 14-24.
11. Garg, N. and S. Chandel. 2011. Effect of mycorrhizal inoculation on growth, nitrogen fixation and nutrient uptake in *Cicer arietinum* (L.) under salt stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 35: 205-214.
12. Gholami, A. 2000. Effect of Maycorrhizal fungi on the growth and yield of maize in the region shahrood. MSc.Thesis, Tarbiat Modarres University, Tehran. (In Farsi).
13. Gryndler, M., H. Hršelová and I. Chvátalová. 1996. Effect of free-soil-inhabiting or root-associated microfungi on the development of arbuscular mycorrhizae and on proliferation of intraradical mycorrhizae hyphae. *Folia Microbiologica* 41: 193-196.
14. Habib Porkashefi, E., M. H. Gharineh, A. R. Shafeinia and M. Roozrokh. 2016. The effect of zeolite levels on chlorophyll fluorescence of red bean (*Phasaeolus vulgaris* L.) under drought tension conditions. *Crop Physiology Journal* 28:19-32. (In Farsi).
15. Habibzadeh. Y., J. Jalilian, M. R. Zardashti, A. Pirzad and O. Eini. 2015. Some morpho-physiological characteristics of Mung Bean mycorrhizal plant under different irrigation regimes in field condition. *Journal of Plant Nutrition* 38: 1754-1767.

www.SID.ir

Archive of SID

16. Hopkins, W. G. and N. P. A. Huner. 2008. Introduction to Plant Physiology, Fourth Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
17. Huixing, S. 2005. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its mechanisms. *Electronic Journal of Biology* 1: 44-48.
18. Jafari, A. A. 2001. Response to a one cycle of divergent selection for digestibility and water-soluble carbohydrates in perennial ryegrass (*Lolium perenne*) under glasshouse conditions. *Iranian Journal of Agriculture Science* 32: 319-329. (In Farsi).
19. Jiang, Y. and B. Huang. 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. *Crop Science* 41: 436-442.
20. Khalvati, M. A., Y. HU, A. Mozafar and U. Schmidhalter. 2005. Quantification of water uptake by arbuscular mycorrhizal hyphae and its significance for leaf growth, water relations, and gas exchange of barley subjected to drought stress. *Plant Biology Stuttgart Journal* 7: 706-712.
21. Khalafallah, A. A. and H. H. Abo-ghalia, 2008. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the metabolic products and activity of antioxidant system in wheat plants subjected to short-term water stress, followed by recovery at different growth stages. *Journal of Applied Sciences Research* 4: 559-569.
22. Koocheki, A. R., J. Shabahng, S. Khorramdel and F. Nadjafi. 2015. Effects of mycorrhiza inoculation and different irrigation levels on yield, yield components and essential oil contents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and ajwain (*Trachyspermum ammi* L.). *Journal of Agroecology* 7: 20-37. (In Farsi).
23. Kramer, P. J. 1983. Water Relation of Plant. Academic Press, New York.
24. Lichtenthaler, H. K. and C. Buschmann. 2001. Chlorophyll and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. F4.3.1-F4.3.8.
25. Lithourgidis, A. S., I. B. Vasilakoglou, K. V. Dhima, C. A. Dordas and M. D. Yiakoulaki. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research* 99: 106-113.
26. Mahanta, D., R. K. Rai, S. D. Mishra, A. Raja, T. J. Purakayastha and E. Varghese. 2014. Influence of phosphorus and biofertilizers on soybean and wheat root growth and properties. *Field Crops Research* 166: 1-9.
27. Majnon-hosseini, N. 2014. Legumes Culture and Production. Jahad-e- Daneshgahi of Tehran. Tehran. (In Farsi).
28. Manivannan, P., C. A Jaleel, B. Sankar, A. Kishurekumar, R. Somasundaram, G. M. Lakshmanan and R Panneerselvam. 2007. Growth, biochemical modifications and proline metabolism in *Helianthus annuus* L. as induced by drought stress. *Colloids and Surfaces, Biointerfaces* 52: 141-149.
29. Mansouri-Far, C., S. A. M. Modarres Sanavy and S. F. Saberali. 2010. Maize yield response to deficit irrigation during low sensitive growth stages and nitrogen rate under semiarid climatic conditions. *Agricultural Water Management* 97: 12-22.
30. Martınez, J. P., H. Silva, J. F. Ledent and M. Pinto. 2007. Effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy* 26: 30- 38.
31. Mehrvarz, S. and M. R. Chaichi. 2008. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical microbial activity in soil: Effect of carbon sources. *Soil Biology and Biochemistry* 89: 995-1003.
32. Meng, L., A. Zhang, F. Wang, X. Han, D. Wang and S. Li. 2015. Arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobium facilitatenitrogen uptake and transferrin soybean/maizeintercropping system. Frontiers in Plant Science 6: 1-10.
33. Parsa, M. and. A. R Bagheri. 2009. Pulses. Jahad Daneshgahi Mashhad University Press. Mashhad. (In Farsi).
34. Pellegrino, E. and S. Bedini. 2014. Enhancing ecosystem services insustainable agriculture: biofertiliz ation and biofortification of chickpea (*Cicer arietinum* L.) byarbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry* 68: 429-439.
35. Rezaei-chiyaneh, E., M. Tajbakhsh, M. Ghiyasi and R. Amirnia. 2015. Effect of integrated organic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dry farming coditions. *Research in Field Crops* 3: 55-69. (In Farsi).
36. Ruiz-Sanchez, M., R. Aroca, Y. Munoz, R. Polon and J. M. Ruiz-Lozano. 2010. The arbuscular mycorrhizal symbiosis enhances the photosynthetic efficiency and the antioxidative response of rice plants subjected to drought stress. *Journal of Plant Physiology* 167: 862-869.
37. Rupak, K. S. and S. Ratul. 2014. Alleviation of drought stress in mung bean by strain Pseudomonas aeruginosa GGRJ21. *Plant and Soil* 377: 111-126.
38. Sadagipor, A. and N. Hashemi. 2015. Study the effect of brassinolide application on drought tolerance of cowpea (*Vigna unguiculata* L. *Walp.*). *Crop Physiology Journal* 26: 57-70. (In Farsi).
39. Sajedi, N. A., M. R. Ardakani, A. Sajedi and A. H. Bahrami. 2010. Uptake of some nutrient elements affected mycorrhizal symbiosis, zinc sulfate levels and drought stress on corn (*Zea mays* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 8: 784-791. (In Farsi).
40. Servani, M., H. R Mobasser and H. R. Ganjali. 2014. Effect of bacterium *Azospirillum*, phosphate fertil 2 on

www.SID.ir

soybean. *International Journal of Farming and Allied Sciences* 3: 324-327.
41. Singh, J. S. 2013. Plant growth promoting rhizobacteria. *Resonance* 18: 275-281.
42. Talaat, N. and M. A. Abdallah. 2008. Response of faba bean (*Vicia faba* L.) to dual inoculation with Rhizobium and VA mycorrhiza under different levels of N and P fertilization. *Journal of Applied Science Research* 4: 1092 -1102.
43. Temminghoff, E. J. M. and V. J. G. Houba. 2004. Plant Analysis Procedures (Second Edition). Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
44. Toussaint, J. P., F. A. Smith and S. E. Smith. 2007. Arbuscular mycorrhizal fungi can induce the production of Phytochemicals in sweet basil irrespective of phosphorus nutrition. *Mycorrhiza* 17: 291–297.
45. Turkan, I., M. Bor, F. Ozdemir and H. Koca. 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought tolerant P. Acutifolius Gray and drought sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. *Journal of Plant Science* 168: 223-231.
46. Veresoglou, S. D., B. Chen and M. C. Rillig. 2012. Arbuscular mycorrhiza and soil nitrogen cycling. *Soil Biology and Biochemistry* 46: 53-62.
47. Waling, I., W. V .Vark, V. J. G. Houba and J. J. Van der lee. 1989. Soil and Plant Analysis, a series of syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University, Netherland.
48. Whitty, E. N. and C. G. Chambliss. 2005. Fertilization of Field and Forage Crops. *Nevada State University Publication* 21-24.
49. Yang, J., J. W. Kloepper and C. M. Ryu. 2009. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Plant Science* 14: 1-4.
50. Yolcu, H., M. Comert and V. Aksakal. 2009. Morphologic, yield and quality parameters of some annual forage as sole crops and intercropping mixtures in dry conditions for livestock. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 7: 594-599.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 9, No. 1, Spring 2019, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Effect of Rhizobium and Mycorrhiza on Some Physiological Traits, Yield and Qualitative Characteristics of Pinto Beans in Deficit Irrigation Condition

N. Hazrati Gejlar[1], J. Jalilian[2*] and A. Pirzad[3]

(Received: November 30-2017; Accepted: June 11-2018)

Abstract

In order to evaluate the effect of biofertilizers (*Rhizobium* and mycorrhiza) on yield and qualitative characteristics of Pinto bean under deficit irrigation, an experiment was conducted as split plot based on a randomized complete block design with three replications in 2017. Experimental treatments included irrigation regime with two levels (normal and deficit irrigation) as main plotS and biological fertilizers with six levels {Control (C), *Rhizobium phaseoli* (R), fungus included *Rhizophagus intraradices* (I) and *Funneliformis mosseae (M),* Integrated 1 (*R. intraradices* and *Rhizobium*-T1), Integrated 2 *(F. mosseae and Rhizobium*-T2)} as sub-plots. Inoculation with *F. mosseae* led to increase in 1000-seed weight in deficit irrigation condition. Grain yield was enhanced by 28% due to application of *R. intraradices,* compared with control treatment. The highest grain protein content (19.86%) was observed in *Rhizobium* fertilizer application under normal irrigation condition and its lowest (13.77%) was obtained from control plants under deficit irrigation condition. The maximum amount of crude protein (21.45%) and digestible dry matter (71.15%) were found in the plants treated with *R. intraradices* under deficit irrigation condition, and the lowest amount of them (16.72 and 58.94%) were obtained from untreated plants under normal and deficit irrigation treatments, respectively. Plants treated with *F. mosseae* had the highest concentrations of proline and total chlorophyll under deficit irrigation condition. Generally, *F. mosseae* and *R. intraradices* species led to improving qualitative and qualitative characteristics of Pinto bean under deficit irrigation condition.

Keywords: Biological fertilizer, Digestible dry matter, Dual inoculation, Proline, Protein

1, 2, 3. MSc. Student, Associate Professor and Professor, Respectively, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
*: Corresponding Author, Email: j.jalilian@urmia.ac.ir

www.SID.ir