اثرات باکتری های ریزوبیومی و قارچ های میکوریز آربسکولار(AMF) درمقدار عناصر غذایی لوبیا چیتی در شرایط تنش خشکی

اکبر همتی [۱]، محمد فیضیان [۲]، هادی اسدی رحمانی [۳]

۱ استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان - تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران a.hemati@areeo.ac.ir

۲ استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران، - m_feizian@yahoo.com

۹ دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات،آموزش وترویج کشاورزی، کرج، ایران، asadi_1999@yahoo.com

چکیده

برای بررسی اثرات باکتری های ریزوبیوم و قارچ های میکوریز در مقدار عناصر غذایی دانه لوبیا در شرایط تنش خشکی، یک آزمایش کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی طی دو سال اجرا گردید. در سطوح اصلی، تنش خشکی شامل آبیاری در ۸۰،۶۰ و ۱۰۰ درصد آب قابل استفاده و در سطوح فرعی ۶ تیمار مجزا و ترکیبی باکتری ریزوبیوم سویه های ۱۶۰ و ۱۷۷ و قارچ میکوریز قرار داشت. نتایج نشان داد کاربرد باکتری های ریزوبیوم سویه های R160 و R177 در تنش خشکی مقدار عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه لوبیا را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. این افزایش جذب برای آهن ۲۱/۴ ، منگنز ۵/۷، روی ۳/۵ و مس ۳/۳ درصد بود. استفاده تلفیقی باکتری های ریزوبیوم و قارچ های میکوریز در مناطق خشک سبب افزایش جذب عناصر غذایی در لوبیا شده که این امر افزایش عملکرد و پایداری به خشکی را به دنبال دارد.

واژه های کلیدی: تنش خشکی، ریزوبیوم، عناصر غذایی، لوبیا، میکوریز

مقدمه

باکاهش رطوبت خاک سرعت عرضه عناصر غذایی به ریشه از راه پخشیدگی و جریان توده ای و در نتیجه فراهمی عناصر غذایی کاهش یافته و تغذیه گیاه دشوار می شود (Havlin, and et al., 2004). یکی از راهکارهای افزایش کارآیی جذب عناصر غذایی و عملکرد بیشتر در مناطق خشک بهره گیری از توان ریز جانداران خاک است. باکتری های ریزوبیوم چون در فیزیولوژی و ریخت شناسی ریشه گیاهان مایه زنی شده تاثیر گذار هستند موجب افزایش جذب عناصر غذایی می گردند. این اثرات عمدتاً به دلیل تولید فیتوهورمون های محدود کننده رشد قارچ های پاتوژن، تولید آنتی بیوتیک ها، سیدروفورها و یونوفورها است. گزارش شده مایه زنی لوبیا با سویه های ریزوبیوم منجر به افزایش ۷۰٪ جذب نیتروژن، ۲۶٪جذب آهن، ۳۸٪جذب منگنز و ۳۰٪جذب مس شده است(یحیی آبادی و اسدی رحمانی، ۱۳۸۴). گزارش شده قارچ میکوریز و سویه ی سودوموناس فراهمی روی خاک را در مقایسه با تیمارهایی که این ریزموجودات را دریافت نکردند، افزایش داده است (عباس زاده دهجی، ۱۳۹۱). مشاهده شده که بیشترین درصد نیتروژن برگ (۵/۷۳ ٪) در تیمار بذرمال+ تزریق پای بوته در مرحله گیاهچه و بیشترین درصد فسفر برگ(۰/۶۲ ٪) در تیمار بذرمال + تزریق پای بوته در مرحله شروع گلدهی حاصل شده است(دقیقیان و همکاران،۱۳۹۰). سیستم میسلیومی گسترده قارچ های میکوریز می‌تواند عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی، مس و آهن را از خاک جذب کرده و بخشی از آن را به گیاه همزیست خود منتقل نمایند (Gosling, and et al. 2006). افزایش غلظت آهن در اندام هوایی ذرت (Clark and Zeto, 1996) و سورگوم (Caris, and et al., 1998) توسط این قارچ ها گزارش شده است. در این تحقیق اثرات دو گونه باکتری ریزوبیوم و دو گونه قارچ میکوریز آربسکولار در جذب عناصر غذایی پر نیاز و کم نیاز در دانه لوبیا چیتی در شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت کرت های خرد شده با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی طی سال های ۹۳ و ۹۴ در مزرعه اجرا گردید. در سطوح اصلی تیمارهای تنش خشکی شامل آبیاری در ۸۰،۱۰۰ و ۶۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک و در کرتهای فرعی تیمارهای کود زیستی به شرح زیر قرار داشت.

T1- مایه زنی بذر با باکتری ریزوبیوم گونه لگومینوزاروم بیوار فازئولی سویه ی ۱۷۷

T2- مایه زنی بذر با باکتری ریزوبیوم گونه لگومینوزاروم بیوار فازئولی سویه ی ۱۶۰

T3- مایه زنی خاک با قارچ میکوریزآربسکولار T4 -تیمار اول + تیمار دوم (T1+T2)

T5- تیماراول+ تیمار دوم+ تیمار سوم (T1+T2+T3) T6- تیمار کنترل (عدم استفاده از باکتری و قارچ)

آزمایش دارای ۱۸ تیمار و چهار تکرار بود. هر کرت شامل چهار ردیف کشت به طول پنج متر و فاصله بین هر ردیف ۵۰ سانتی متر و فاصله بین دو بوته در هر ردیف ۱۰ سانتی متر بود. بذر مصرفی لوبیا چیتی رقم صدری بود. آزمایش در مزرعه ای که اندازه عناصر غذایی آن کمتر از حد مطلوب بود اجرا شد. عناصر غذایی شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم، آهن، روی، منگنز و مس در دانه لوبیا بر اساس روش های استاندارد اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

نیتروژن دانه: تجزیه واریانس مرکب نیتروژن دانه (جدول۱) نشان داد اثر سال در سطح یک درصد و اثر تیمار کود های زیستی در سطح پنج درصد در اندازه نیتروژن دانه اختلاف معنی داری داشتند. در گروه بندی دانکن بیشترین اندازه نیتروژن دانه به اندازه ۳/۲۷ درصد در تیمار تنش خشکی زیاد(S3) وجود داشت. در تیمار های کودی بیشترین مقدار نیتروژن دانه در تیمار T1 به اندازه ۳/۳۳ درصد و کمترین مقدار در تیمارT3 به اندازه ۳/۱۸ درصد بود. در مجموع دو سال تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد بین تیمارها وجود داشت به طوری که تیمار سیزدهم (S3T1) با ۳/۴۴ درصد بیشترین مقدار نیتروژن و تیمار نهم(S2T3) با ۳/۱۲ درصد کمترین اندازه نیتروژن دانه را داشتند(جدول۲). در این آزمایش مشاهده شد بیشترین مقدار نیتروژن دانه با کاربرد باکتری ریزوبیوم سویه ۱۷۷ در شرایط تنش خشکی حاصل شده است. گزارش شده مایه زنی با باکتری های ریزوبیوم منجر به افزایش ۷۰ درصدی جذب نیتروژن در لوبیا شده است(یحیی آبادی و اسدی رحمانی،۱۳۸۴).

جدول۱- تجزیه واریانس مرکب میانگین مربعات عناصر پر نیاز و کم نیاز در دانه لوبیا

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس	بر
سال	۱	۰/۹۱**	۱/۳۶۱**	۱/۳۶**	۵۸۵۶۴**	۳۵۲۰/۴۴**	۴۹ns	۲/۵۰ns	۲۴۲۵۵/۴۷**
خطای سال	۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۲۶۱/۷۷	۸۶/۲۴	۵۵/۰۱	۴/۳۵	۱۵۴/۲۴
تنش خشکی	۲	۰/۰۱ns	۰/۰۲*	۰/۰۲*	۲۷۷۱/۱۷**	۳۵۲/۱۱**	۱۶/۰۹*	۴/۰۰*	۱۱۵/۶۸*
سال×تنش خشکی	۲	۰/۰۳ns	۰/۰۰۸ns	۰/۰۰۸ns	۱۳۳۱۱/۴**	۲۱۱/۳۶*	۳۲/۷۷*	۰/۴۶ns	۶۸/۴۱ns
خطا	۱۲	۰/۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۳۵۶/۴۵	۳۸/۳۹	۱۱/۰۶	۰/۸۱	۴۴/۷۳
کود زیستی	۵	۰/۰۷*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۱۹۸۴۷۵**	۸۹/۶۷*	۱/۵۶ns	۰/۱۵ns	۱۴/۹۳ns
سال ×کود زیستی	۵	۰/۰۱ns	۰/۰۰۳ns	۰/۰۰۳ns	۱۸۶۸۱/۰۸**	۶۰/۱۴ns	۴/۸۳ns	۰/۱۲ns	۹/۸۸ns
تنش ×کود زیستی	۱۰	۰/۰۴ns	۰/۰۰۳ns	۰/۰۰۳ns	۱۲۶۴۳/۲**	۶۰/۳۵ns	۲/۹۸ns	۰/۴۲ns	۳۳/۱۰ns
سال× تنش×کود	۱۰	۰/۰۴ns	۰/۰۰۳ns	۰/۰۰۳ns	۱۴۵۹۲/۶۵**	۸۱/۵۳ns	۲/۹۷ns	۰/۰۸ns	۱۹/۵۰ns
خطا	۹۰	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۴۶۸/۵۶	۴۳/۳۳	۶۸/۷۵	۰/۶۷	۲۷/۵۱
ضریب تغییرات(٪)		۷/۵۲	۱۸/۳	۱۸/۳	۱۸/۳	۱۷/۸۵	۱۱/۶۳	۱۱/۲۲	۷/۹

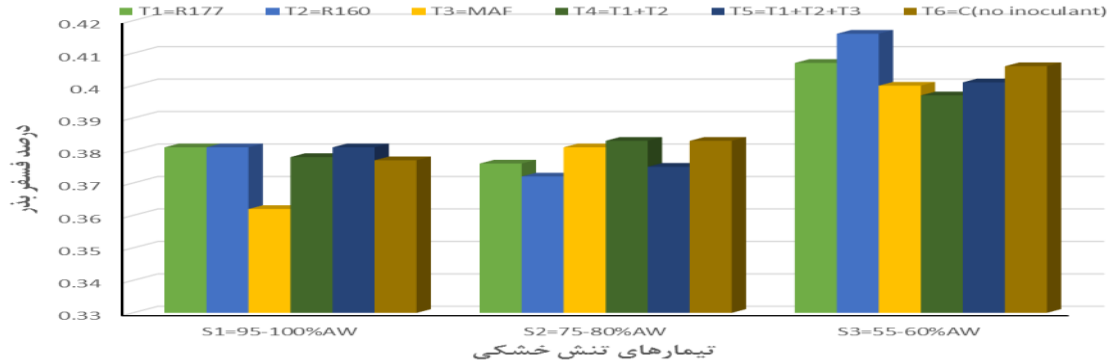
*معنی دار در سطح پنج درصد ** معنی دار در سطح یک درصد nsعدم معنی داری

جدول۲- مقایسه میانگین مقادیر عناصر غذایی پر نیاز و کم نیاز موجود دردانه لوبیا بر اساس آزمون دانکن در دو سال آزمایش

ردیف	تیمار	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	بر
		٪			ppm				
۱	S1T1	۳/۲۲ab	۰/۳۸۱bdec	۱/۹۸ ab	۱۰۷ed	۲۶a	۴۴/۲ab	۶/۷b	۲۳/۵bc
۲	S1T2	۳/۲۲ab	۰/۳۸۱ bdec	۱/۹۵ab	۱۳۵ cb	۲۵/۶a	۴۱/۳abc	۷/۱ab	۲۴/۳abc
۳	S1T3	۳/۲۱ab	۰/۳۶۲e	۱/۹۴ab	۱۱۵ed	۲۴/۳a	۴۱/۱abc	۶/۷b	۲۴/۶abc
۴	S1T4	۳/۲۵ab	۰/۳۷۸bdec	۱/۹۶ab	۱۳۶ed	۲۴/۶a	۴۳/۷a	۷ab	۲۳/۹bc
۵	S1T5	۳/۲۲ab	۰/۳۸۱bdec	۱/۹۵ab	۱۰۹ed	۲۵a	۳۵/۷abdc	۷/۲ab	۲۴/۴abc
۶	S1T6	۳/۳۱ab	۰/۳۷۷bdec	۱/۹۵ ab	۱۰۶ed	۲۵/۷a	۴۳/۲ab	۷ab	۲۴/۶abc
۷	S2T1	۳/۳۵ab	۰/۳۷۶dec	۱/۹۵ab	۸۷e	۲۶/۱a	۳۷/۷abdc	۷/۵ab	۲۵/۲abc
۸	S2T2	۳/۲۵ ab	۰/۳۷۲de	۱/۹۵ ab	۸۵e	۲۶/۳a	۳۶/۵abdc	۷/۵ab	۲۴bc
۹	S2T3	۳/۱۲b	۰/۳۸۱bdec	۱/۹۶ ab	۲۲۱a	۲۶a	۴۰/۳abc	۷/۲ab	۲۳/۹bc
۱۰	S2T4	۳/۳۴ab	۰/۳۸۳ bdec	۱/۹۶ ab	۱۲۳cb	۲۶/۱a	۳۸/۳abdc	۷/۱ab	۲۳/۴bc
۱۱	S2T5	۳/۳۲ab	۰/۳۷۵de	۱/۹۵ab	۱۳۵cb	۲۶/۶a	۴۰/۳abc	۷/۳ab	۲۲/۱bc
۱۲	S2T6	۳/۲۳ab	۰/۳۸۳ bdec	۱/۹۳ ab	۱۳۰cb	۲۵/۲a	۳۷/۶abdc	۷/۵ab	۲۰/۸c
۱۳	S3T1	۳/۴۴a	۰/۴۰۷ ab	۱/۹۹ab	۸۵c	۲۴/۸a	۳۳/۸dc	۷/۶ab	۲۳/۸bc
۱۴	S3T2	۳/۲۴ab	۰/۴۱۶a	۲/۰۳ a	۸۸c	۲۴/۱a	۳۱/۷d	۷/۱ab	۲۳/۴bc
۱۵	S3T3	۳/۲۲ab	۰/۴۱۱ abdc	۱/۹۹ ab	۱۱۲cd	۲۴/۶a	۳۵/۳bdc	۷/۷a	۲۷/۸b
۱۶	S3T4	۳/۲۰ab	۰/۳۹۷abdc	۱/۹۴ ab	۱۱۳cd	۲۵/۳a	۴۳ab	۷/۶ab	۳۰/۳a
۱۷	S3T5	۳/۳۸ ab	۰/۴۰۱ abdc	a۲	۱۵۱ b	۲۵/۵a	۳۳/۸dc	۷/۷a	۲۸/۲ab
۱۸	S3T6	۳/۱۶ab	۰/۴۰۶bac	۱/۹۸ ab	۸۳c	۲۵,۳a	۳۷/۱abdc	۶/۷b	۲۵abc

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح۵ ٪ اختلاف معنی داری ندارند.

فسفر دانه: بر اساس تجزیه واریانس مرکب (جدول۱) تیمارهای تنش خشکی در سطح یک درصد و تیمارهای کود زیستی در سطح پنج درصد اختلاف معنی داری در فسفر دانه داشتند. تیمار تنش خشکی زیاد(S3) با ۰/۴۰ درصد و تیمارکودی T2 با ۰/۳۹ درصد بیشترین مقدار فسفر را داشتند. در مجموع بیشترین اندازه فسفر در تیمار چهاردهم(S3T2) به اندازه ۰/۴۱ درصد و کمترین در تیمار سوم(S1T3) به اندازه ۰/۳۶ درصد بود(جدول۲). همان طور که در شکل ۱ مشاهده می شود مقدار فسفر دانه لوبیای تلقیح شده در شرایط تنش خشکی افزایش یافته است. گزارش شده که بیشترین درصد فسفر برگ(۰/۶۲ ٪) در تیمار بذرمال + تزریق پای بوته در مرحله شروع گلدهی لوبیا بدست آمده است (دقیقیان و همکاران،۱۳۹۰). استفاده توام ریزوبیوم و قارچ میکوریز آربوسکولار مقدار جذب عناصر نیتروژن و فسفر در باقلا را افزایش داده علت این افزایش، پیامد های سینرژیکی باکتری و قارچ گزارش شده است. (Jia,and et al., 2004).



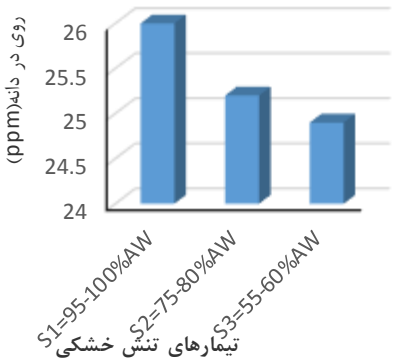
شکل۱- اثر تیمارهای کود زیستی و تنش خشکی دراندازه فسفر در دانه لوبیا

پتاسیم دانه: بیشترین اندازه پتاسیم دانه در تیمارهای آزمایش مربوط به تیمار کودی T2 و تیمار تنش خشکی S3 به اندازه ۲/۰۳ درصد بود. کمترین اندازه نیز در تیمار کودی T6 و تیمار تنش خشکی S2 به اندازه ۱/۹۳ درصد حاصل شده است. در مجموع تیمار سیزدهم (S3T2) با ۲/۰۳ درصد پتاسیم بیشترین و تیمار سوم (S2T6) با ۱/۹۳ درصد کمترین اندازه پتاسیم دانه لوبیا را داشتند(جدول ۲). نتایج نشان داد تجمع پتاسیم بر خلاف نیتروژن و فسفر، بیشتر در اندام هوایی بود تا در دانه لوبیا. در همین راستا گزارش شده که گیاه لوبیا از کل پتاسیم جذب کرده فقط ۲۰ تا ۲۵ درصد آن را در دانه ذخیره کرده و مابقی را در اندام هوایی خود تجمع نموده است(Mackenzie.and Sward, 1999).

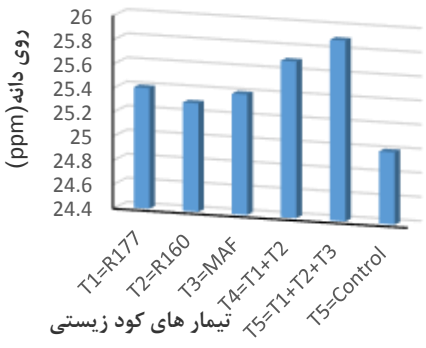
آهن دانه: بر اساس نتایج این پژوهش با افزایش شدت تنش خشکی مقدار آهن در دانه لوبیا کاهش یافته است. مقدار آهن در تیمار قارچ میکوریز آربسکولار و دو سویه ریزوبیوم ۱۶۰ و ۱۷۷ نسبت به تیمار شاهد ۲۱/۴ درصد افزایش داشت. افزایش اندازه آهن در دانه و یا اندام هوایی گیاه توسط قارچ های میکوریز آربسکولار و باکتری های ریزوبیوم تحت تنش های غیر زیستی گزارش شده است(مرادی و همکاران ۱۳۸۷). گزارش شده که قارچهای میکوریز به طوری معنی داری کاهش میزان آهن در گیاهان تحت تنش را برطرف کرده اند. این پدیده می تواند مربوط به سرعت گسترش هیف های خارج ریشه ای قارچهای میکوریز باشد که به طور متوسط ۸۰۰ برابر سرعت گسترش سیستم ریشه ای گیاه است (انتشاری و حاجی هاشمی، ۱۳۸۹). قارچهای میکوریز علاوه بر توسعه هیف ها، از طریق ترشح انواعی از سیدروفورها و کلاته کردن آهن توانسته اند جذب و انتقال آهن را افزایش دهند (Bellis and Ercolani, 2001).

منگنز دانه: کمترین و بیشترین اندازه منگنز در دانه به ترتیب برابر۳۱/۷ و ۴۳/۷میلی گرم در کیلوگرم بود که توسط تیمارهای S3T2 و S1T4 حاصل شده اند. نتایج این آزمایش نشان داد گرچه با افزایش شدت تنش خشکی از اندازه منگنز دانه لوبیا کاسته شده است در عین حال در شرایط تنش خشکی زیاد(S3) کاربرد باکتری های ریزوبیوم خصوصاً به صورت تلفیقی منجر به جذب بیشترین مقدار منگنز در دانه لوبیا شده است. پژوهشگران علت افزایش جذب عناصر کم نیاز مانند منگنز توسط قارچ های میکوریز آربسکولار را پتانسیل ریداکس پایین تر در ریزوسفر ، افزایش ترشحات کلات کننده ، و کاهش بیشتر واکنش خاک در ریزوسفر گیاهان دارای قارچ نسبت به گیاهان بدون قارچ دانستند(Wang and et al.,2007).

روی دانه: نتایج نشان داد اثر تیمارهای تنش خشکی در سطح پنج درصد در مقدار روی دانه معنی دار بود(جدول۱)، به طوری که با افزایش شدت تنش خشکی مقدار روی کاهش یافته است(شکل ۲). بیشترین مقدار روی در تیمار بدون تنش خشکی (S1) برابر ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم بود. در تیمارهای کود زیستی نیز بیشترین مقدار روی در تیمار کاربرد تلفیقی دو سویه باکتری ریزوبیوم R16 و R177 همراه با قارچ میکوریز آربسکولار (T5) برابر ۲۵/۹ میلی گرم در کیلوگرم بود(شکل۳). مقدار افزایش روی در این تیمار نسبت به تیمار کنترل برابر ۳/۵ درصد بود. این نتایج مبین کاهش مقدار روی با افزایش تنش خشکی و افزایش مقدار آن در صورت استفاده از باکتری های ریزوبیوم و قارچ میکوریز آربسکولار در تنش خشکی است.



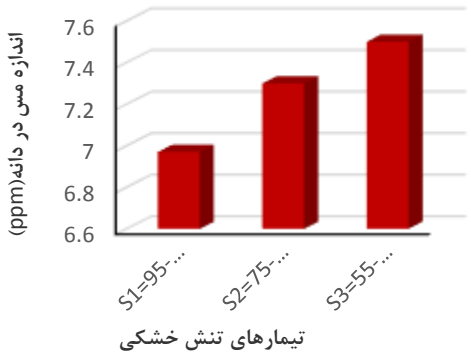
شکل۲- اثر تیمارهای تنش خشکی دراندازه روی در دانه لوبیا



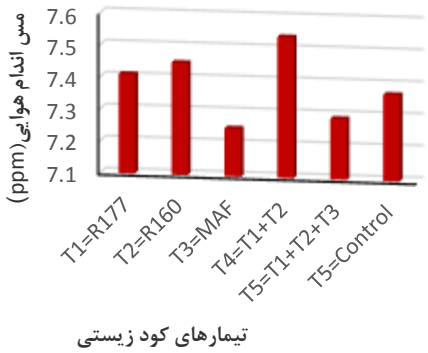
شکل۳- اثر تیمارهای کود های زیستی دراندازه روی در دانه لوبیا

گزارش شده کاربرد توام قارچ های میکوریز و باکتری مزوریزوبیوم سبب افزایش مقداررروی در دانه نخود شده است(خسروجردی و همکاران،۱۳۹۱). در لوبیاکاربرد باکتری های ریزوبیوم و باسیلوس اندازه روی در دانه و اندام هوایی را حدود ۲۳۷ درصد نسبت به تیمار کنترل(عدم مایه زنی) افزایش داده است(Elkoca, and et al., 2010).

مس دانه: نتایج این آزمایش نشان داد با افزایش تنش خشکی اندازه مس در دانه لوبیا بر خلاف آهن ، منگنز و روی افزایش یافته است(شکل۴). همان طور که در شکل ۵ مشاهده می شود تیمار T5 که در آن هر دو سویه ی باکتری ریزوبیوم همراه با قارچ میکوریز استفاده شده بیشترین تاثیر را در افزایش مقدار مس دانه داشته است. در مجموع تیمار هفدهم(S3T5) با ۷/۷ میلی گرم در کیلوگرم بیشترین اندازه مس را در دانه لوبیا داشت(جداول۲). نتایج این آزمایش نشان داد کاربرد دو سویه باکتری ریزوبیوم R160 و R177 همراه با قارچ میکوریزا آربسکولار منجر به افزایش ۳/۳ و ۲/۳ درصدی مس در دانه و اندام هوایی لوبیا نسبت به تیمار کنترل(عدم مایه زنی) شده است. در همین راستا گزارش شده کاربرد تلفیقی باکتری های ریزوبیوم و باسیلوس اندازه مس اندام هوایی لوبیا را حدود۳۶۵ درصد و اندازه مس دانه را حدود ۳۶۶ درصد نسبت به تیمار کنترل(عدم مایه زنی) افزایش داده است(Elkoca, and et al., 2010).



شکل۴- اثر تیمارهای تنش خشکی بر مقدار مس دانه لوبیا



شکل۵- اثر تیمارهای کود زیستی بر مقدار مس دانه لوبیا

منابع

- انتشاری ش. و حاجی هاشمی ف. ۱۳۸۹. تاثیر دو گونه قارچ میکوریزآربوسکولار بر گره زایی ریشه و میزان جذب برخی عناصردر گیاه سویا تحت شرایط تنش شوری. نشریه حفاظت گیاهان(علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره۳، ص. ۳۱۵-۳۲۳.

- خسروجردی م.، شاهسونی س.، قلی پور م. و اصغری ح.ر. ۱۳۹۱. بررسی بر هم کنش قارچ میکوریز، باکتری مزوریزوبیوم و سولفات آهن بر برخی ویژگی های خاک و عملکرد نخود. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شاهرود.

- دقیقیان ن.، حبیبی د.، مدنی ح. و ساجدی ن.ع. ۱۳۹۰. بررسی کاربرد بهترین روش و زمان کاربرد باکتریهای محرک رشد روی جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عملکرد دانه در لوبیا. فصلنامه علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، دوره ۳ ، شماره ۱، صفحات ۹۵ تا ۱۰۰ .

- یحیی آبادی م. و اسدی رحمانی ه. ۱۳۸۴. مطالعه اثر سویه های مختلف ریزوبیوم بر جذب عناصر ریز مغذی در گیاه لوبیا. نهمین کنگره علوم خاک ایران ، ص ۳۵- ۳۴.

-عباس زاده دهجی پ.، ثواقبی غ.ر. و رجالی ف.۱۳۹۱. کاربرد قارچهای میکوریزی آربوسکولار، باکتریهای ریزوبیومی و سودوموناسهای فلورسنت بر تغییرات شیمیایی روی (Zn) در ریزوسفر و غنی سازی زیستی دانه لوبیا. پایان نامه دکتری دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی گروه مهندسی علوم خاک. کرج. ایران.

- Bellis P. D. and Ercolani L. 2001. Growth interactions during bacterial colonization of seedling rootlets. Applied and Environmental Microbiology, 67(4): 1945-1948.
- Caris C., Hordet W., Hawkins H J., Romhel V. and George E. 1998. Studies of iron transport by arbuscular mycorrhizal hyphae from soil to peanut and sorghum plants Mycorrhiza 8: 35-39.
- Clark RB.and Zeto SK. 1996. Mineral acquisition by mycorrhizal maize grown on acid and alkaline soil. Soil Biol. Biochem. 28: 1495-1503.
- Elkoca E., Turan M., and Figen Donmez M. 2010. Effects of single, dual and triple inoculation with bacillus subtilis, basillus megaterom and rhizobium legominosarum bv. Phaseoli on nodulation, nutrition, nutrient uptake, yield yield parameters of common bean .Journal of Plant Nutrition, 33:2104–2119.
- Gosling P., Hodge PA., Goodlass G. and Bending GD. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi and organic farming. Agr. Ecosyst. Environ. 113: 17-35.
-Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. 2004. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management. Sixth Ed. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Jia Y., Myles V., and Straker C J.2004. The Influence of Rhizobium and Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Nitrogen and Phosphorus Accumulation by Vicia faba. Annals of Botany 94: 251–258.
- Mackenzie R.H. and Sward K.1999. Dry bean nutrition requirements in southern Alberta .Alberta Agriculture Food and Rural Development.
- Wang M. Y., Xia R.X., Hu L. M., Dong T. and Wu Q.S. 2007. Arbuscular mycorrhizal fungi alleviate iron deficient chlorosis in *Poncirus trifoliata L*. Raf under calcium bicarbonate stress. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 82(5):776-780.

The Effects of rhizobium bacteria(*Rhizobium leguminosarum bv. phaseoli*) and arbuscular mycorrhizal fungi(AMF) on nutrients uptake of common bean under drought stress condition

A.Hemmati[1], M. Feizian[2], H. Asadi Rahmani[3]

1-Ph.D Student Lorestan University and Assistant Professor of Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran. a.hemati@areeo.ac.ir
2- Assistant Professor of Soil Sciences Department, Lorestan University, Khorramabad, Iran. m_feizian@yahoo.com
3-Associate Professor of Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. **Asadi_1999@yahoo.com**

Abstract

In order to study the effects of rhizobium bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on nutrients uptake of common bean in drought stress conditions, two years field experiments conducted during 2014 and 2015 growing years. The experimental design was a split plot arranged in a RCBD with 4 replications. Three irrigation stress S1= 100% AW (Normal irrigation), S2= 80% AW(Moderate stress) and S3= 60 % AW(sever stress) were assigned to main plots and six bio fertilizer treatments including T1=177 rhizobium bacteria strain, T2=160 rhizobium bacteria strain used for seed inoculation, T3= arboscular mycorrhizal fungi used for soil inoculation, T4= T1+T2, T5= T1+T2+T3 and T6= control (no seed and soil inoculation) were randomized to subplots. Highest NPK content in seed bean, were in moderate (S2) and severe (S3) stress with T2, T4 and T5 biofertilizer treatments. The results showed that the inoculation or co-inoculation of R160 and R177 rihizobium bacteria strains, which increased N P K content of plant by 3%, 3%, and 4%, respectively, compared with control treatment. The highest seed Fe, Mn, Zn, Cu and B contents were obtained from co-inoculation of R160 and R177 rihizobium bacteria strains and mycorrhizal arbuscular fungi which increased Fe, Mn, Zn, Cu and B contents of plant by 21.4 %, 5.7%, 3.5%, 3.3% and 8% respectively in drought conditions. These results suggest that inoculation of seed bean in arid areas can improve yield and resistance to drought stress by increasing of nutrients uptake in bean plant.

Key Words: Bean, Drought Stress, Mycorrhizal, Nutrient Elements, Rhizobium