شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: بیولوژی خاک و کودهای زیستی

تاثیر کودهای زیستی در مقدار عناصر غذایی کم مصرف و عملکرد لوبیا چیتی در شرایط تنش خشکی

اکبر همتی[1*]، فرهاد رجالی[2]

[1] استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

[2] دانشیار بخش تحقیقات بیولوژی خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده

این آزمایش برای تعیین اثرات باکتری ریزوبیوم و قارچ مایکوریزا در عملکرد و مقدار عناصر غذایی کم مصرف در لوبیا در شرایط تنش خشکی، اجرا گردید. در سطوح اصلی تیمارهای آبیاری در دامنه‌های ۱۰۰-۹۵، ۸۰-۷۵ و ۶۰-۵۵ درصد آب قابل استفاده بود و در سطوح فرعی تیمارهای ۱-مایه زنی بذر با باکتری ریزوبیوم سویه‌ی ۱۷۷ به مقدار دو کیلوگرم در هکتار، ۲- مایه‌زنی بذر با باکتری ریزوبیوم سویه‌ی ۱۶۰ به مقدار دو کیلوگرم در هکتار، ۳-کاربرد خاکی قارچ مایکوریزا به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار۴-تیمار های اول و دوم ، ۵- تیمارهای اول، دوم و سوم و ۶- تیمار شاهد بود. اثرات تنش خشکی و کودهای زیستی بر عملکرد و جذب عناصر غذایی کم مصرف آهن، روی، منگنز و مس اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد داشتند. بیشترین عملکرد دانه (۲۳۷۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری ۸۰-۷۵ درصد و تلقیح با ریزوبیوم سویه‌ی ۱۶۰ بود. بیشترین مقدار عناصر کم مصرف در دانه واندام هوایی نیز در همین تیمار آبیاری و مصرف تلفیقی کودهای زیستی بود. افزایش جذب برای آهن ۲۱/۴ منگنز ۵/۷ ، روی ۳/۵ و مس ۳/۳ درصد بود. بیشترین مقدار پروتئین دانه برابر ۲۱/۵ درصد در تیمار تلقیح شده توسط باکتری در آبیاری ۶۰-۵۵ درصد به‌دست آمد. این نتایج نشان داد در شرایط تنش خشکی متوسط، تلقیح بذر لوبیا با دو کیلوگرم زادمایه‌ی باکتری ریزوبیوم بیشترین عملکرد را خواهد داشت.

کلمات کلیدی: رطوبت خاک، ریزوبیوم، عناصر غذایی، لوبیا، مایکوریزا

مقدمه

باکاهش رطوبت خاک سرعت عرضه عناصر غذایی به ریشه از راه پخشیدگی و جریان توده‌ای و در نتیجه فراهمی عناصر غذایی کاهش یافته و تغذیه گیاه دشوار می‌شود (هاولین و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش یکی از راهبردهای مهم در تولید محصولات کشاورزی بوده و گیاهی که خوب تغذیه شده باشد در برابر خشکی پایداری بیشتری خواهد داشت. در همین راستا یکی از راهکارهای افزایش کارآیی جذب عناصر غذایی و عملکرد بیشتر در گیاهان بهره‌گیری از توان ریز جانداران خاک است. در یک آزمایش کارآیی چهار سویه‌ی ریزوبیوم در سه سطح آبیاری ۸۰، ۶۰ و۴۰ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد بیشترین عملکرد دانه لوبیا به مقدار ۳۰۶۶ کیلوگرم در هکتار با آبیاری در ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای و مایه زنی با سویه‌ی باکتری ریزوبیوم گونه‌ی ۱۶۰بدست آمد (همتی و همکاران، ۱۳۹۳). تولید انواع متابولیت‌ها، هورمون‌ها ، اسیدهای آمینه و تولید ترکیبات آلی که میل ترکیبی بسیار شدیدی با عناصر فلزی دارند مانند سیدروفورها، و اثرات غیر مستقیم مانند محدود نمودن رشد قارچ‌های پاتوژن و تولید آنتی بیوتیک های ضد عوامل بیماریزا، روش‌های افزایش رشد و عملکرد گیاهان توسط باکتری‌های ریزوبیومی است(فیگوئرو و همکاران، ۲۰۰۸). گزارش شده مایه‌زنی لوبیا با سویه‌های باکتری ریزوبیوم منجر به افزایش جذب ۷۰، ۲۶، ۳۸، و ۳۰ درصدی نیتروژن، آهن، منگنز و مس شده است(یحیی آبادی و اسدی رحمانی، ۲۰۰۶).

مشاهده شده قارچ‌های میکوریز از طریق افزایش رشد و جذب بیشتر عناصر غذایی در شرایط تنش کم آبی پایداری گیاه به خشکی را افزایش داده‌اند. در شرایط تنش کم آبی در اثر افزایش سطح ریشه هدایت آبی ریشه‌های گیاهان میکوریزی ۲ تا ۳ برابر بیشتر از گیاهان غیرمیکوریزی است. در شرایط کم آبی هیف‌های قارچ میکوریز آربوسکولار علاوه بر افزایش جذب آب ، باعث کنترل تنظیم اسمزی و تغییرات روزنه ای و خاصیت ارتجاعی دیواره سلولی گیاه می‌شوند(اسمیت و همکاران، ۲۰۱۰). تنش کم آبی تعداد تارهای کشنده ریشه را کاهش می‌دهد و بر مورفولوژی ریشه و انشعابات ریشه صدمه وارد می‌نماید که در نتیجه آن جذب عناصر غذایی به‌وسیله سیستم ریشه‌ای کاهش می‌یابد. در این زمان، هیف‌های قارچ میکوریز آربوسکولار می‌تواند جانشین سیستم‌های ریشه شده و عناصر غذایی را جذب نمایند. نقش همزیستی میکوریزی در شرایط تنش کم آبی در جذب عناصرغذایی مهمتر از

* ایمیل نویسنده مسئول: a.hemati@areeo.ac.ir

نقش همزیستی میکوریزی در شرایط بدون تنش آبی است (وو و زو، ۲۰۰۹). تغییر در الاستیسیته برگ، بهبود در پتانسیل آب و آماس برگ، باز نگه داشتن روزنه‌ها و افزایش تعرق، افزایش در طول و عمق نفوذ ریشه‌ها، افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه، افزایش جذب آب در سطوح پایین رطوبت توسط هیف‌های برون ریشه‌ای، تغییر در انعطاف پذیری دیواره سلولی، افزایش فعالیت فتوسنتزی، تجمع پرولین و کربوهیدرات‌ها و افزایش فعالیت آنتی اکسیدان‌ها در گیاهان میکوریزی در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزی، باعث افزایش پایداری گیاه در برابر تنش های کم آبی می‌شود(اسمیت و همکاران، ۲۰۱۰). در سال‌های اخیر از قارچ‌های میکوریز آربوسکولار برای مقابله با کم آبی و تنش‌های کم آبی در بسیاری از گیاهان استفاده شده است. به‌این ترتیب که رابطه همزیستی میکوریزی از طریق اجتناب ازخشکی، افزایش جذب عناصر فسفر و سایرعناصر ضروری برای رشد و توسعه گیاه، آنها را در مقابل تنش حفظ می‌کند. در این تحقیق اثرات کاربرد دو نوع سویه‌ی باکتری ریزوبیوم ودو گونه‌ی قارچ میکوریز آربوسکولار در عملکرد و جذب عناصر غذایی کم نیاز توسط لوبیا چیتی و افزایش پایداری آن به خشکی مورد بررسی قرار گرفته است

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده با طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. در سطوح اصلی تیمارهای تنش خشکی شامل آبیاری در دامنه‌های ۱۰۰-۹۵=S1 (بدون تنش)، ۸۰-۷۵=S2 (تنش متوسط)و ۶۰-۵۵ =S3 (تنش زیاد) درصد آب قابل استفاده(AW) خاک بود و در سطوح فرعی تیمارهای کود زیستی به شرح زیر قرار داشت:

T1- مایه‌زنی بذر لوبیا به مقدار دو کیلو گرم در هکتار با زاد مایه‌ی باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم بیوار فازئولی سویه‌ی ۱۷۷

T2- مایه‌زنی بذر لوبیا به مقدار دو کیلو گرم در هکتار با زاد مایه‌ی باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم بیوار فازئولی سویه‌ی ۱۶۰

T3- مایه‌زنی خاک به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با زادمایه‌ی قارچ میکوریز آربوسکولار شامل مخلوط گونه‌های *Glomus mossea* و *Glomus intraradices*

T4-تیمار اول + تیمار دوم

T5- تیماراول+ تیمار دوم+ تیمار سوم T6

T6- تیمار کنترل (بدون مایه‌زنی)

آزمایش دارای ۱۸ تیمار و چهار تکرار بود که طی سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ اجرا گردید. هر کرت شامل چهار ردیف کشت به طول پنج متر و فاصله بین هر ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته در هر ردیف ۱۰ سانتی متر بود. به‌منظور حذف اثرات حاشیه‌ای، بین هرکرت یک متر و بین تیمارهای اصلی ۱/۵متر و بین تکرارها نیز سه متر فاصله نکاشت بود. بذر مصرفی لوبیا چیتی رقم صدری بود. برای شمارش کل باکتری‌ها از روش سری رقت در محیط YMA استفاده شد. جهت تعیین غلظت عناصر آهن، روی، مس و منگنز، نمونه‌ی گیاه با DTPA عصاره گیری و با دستگاه جذب اتمی Shimadzu مدل ۶۷۰ غلظت عناصراندازه‌گیری شد.

برای تعیین حجم آب مصرفی در هر دور آبیاری، با اندازه گیری رطوبت وزنی خاک و تبدیل آن به رطوبت حجمی، حجم آب مورد نیاز هر تیمار برای رسانیدن عمق توسعه ریشه به حد ظرفیت زراعی به روش زیر برآورد گردید.

رطوبت موجود خاک - رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه‌ای = کمبود رطوبت خاک

۱۰۰۰× عمق ریشه(mm)× وزن مخصوص ظاهری × کمبود رطوبت خاک = عمق خالص آبیاری(mm)

عرض کرت× عمق خالص آبیاری=عمق آب آبیاری(m^3m^{-2}).

عمق توسعه ریشه مطابق مرحله رشد گیاه متغییر بود. جهت اندازه گیری رطوبت در حد ظرفیت زراعی (FC) از صفحات تحت فشار (آزمایشگاهی) استفاده گردید.

شکل۱، نمایی از کرت های آزمایش

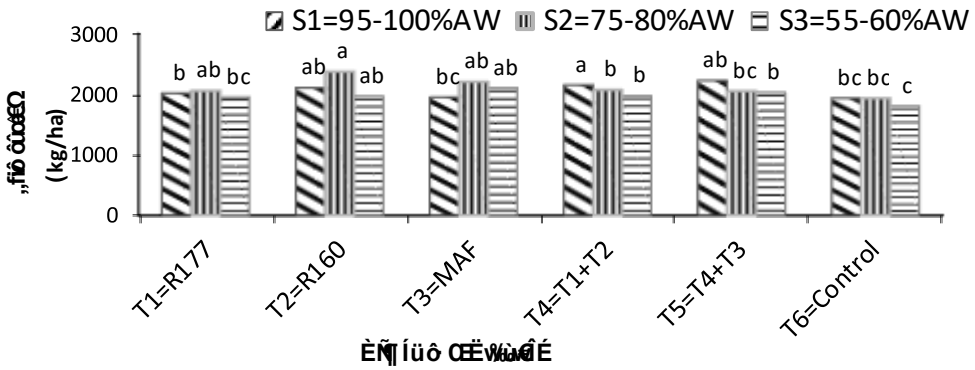
نتایج و بحث

عملکرد دانه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب آزمایش(جدول۱) اثرات تیمارهای تنش خشکی و باکتری ریزوبیوم در عملکرد دانه در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. بیشترین مقدار عملکرد دانه در مجموع دو سال در تیمار تنش خشکی متوسط(S2) و استفاده از باکتری ریزوبیوم سویه‌ی ۱۶۰(T2) به اندازه ۲۳۷۱ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد(شکل۱). حصول بیشترین عملکرد دانه در دامنه تنش خشکی متوسط(۸۰-۷۵ درصد آب قابل استفاده) مبین توانایی کارکرد سویه‌های باکتری ریزوبیوم استفاده شده در شرایط رطوبی کم خاک است. از آنجا که بقولات در دامنه‌های وسیع رطوبتی خاک قادر به تثبیت نیتروژن می‌باشند می‌توان سویه‌هایی با حساسیت متنوع انتخاب و استفاده نمود. چرا که حساسیت به تنش رطوبتی از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت است. وجود توده‌های ریزوبیوم در خاک‌های صحرایی و تشکیل غده‌های موثر در این زمین‌ها مبین توانایی کارکرد این باکتری‌ها در خاک‌های با رطوبت کم است. افزایش عملکرد لوبیا توسط باکتری‌های ریزوبیومی در شرایط تنش خشکی توسط پژوهش گران متعددی گزارش شده است(همتی و فیضیان، ۲۰۱۴، و والورد و همکاران، ۲۰۰۶).

جدول ۱- میانگین مربعات عملکرد و مقدارعناصر کم نیاز در دانه لوبیا تحت تاثیر تیمارهای کود زیستی و تنش خشکی

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	آهن	منگنز	روی	مس
سال Year(Y)	۱	۳۰۴۳۳۶^{ns}	۵۸۵۶۴**	۳۵۲۰/۴۴ **	۴۹^{ns}	۲/۵^{ns}
خطای سال Year Erorr	۶	۲۹۹۶۱۲	۲۶۱/۷۷	۶۸/۲۴	۵۵/۰۱	۴/۳۵
تنش خشکی(A)	۲	۳۴۸۳۲۷*	۲۷۷۱/۱۷**	۳۵۲/۱۱**	۱۶/۰۹*	۴*
سال×تنش خشکی A×Y	۲	۲۷۰۹۸۵۵**	۱۳۳۱۱**	۲۱۱/۳۶*	۳۲/۷۷*	۰/۴۶^{ns}
خطاError	۱۲	۳۴۷۸۱۹	۳۵۶/۴۵	۳۸/۳۹	۱۱/۰۶	۰/۸۱
کودزیستی(B)	۵	۲۷۸۵۵۱*	۱۹۸۴۷۵**	۸۹/۶۷*	۱/۵۶^{ns}	۰/۱۵^{ns}
سال ×کود زیستی B×Y	۵	۶۰۹۶^{ns}	۱۸۶۸۱/۰۸**	۶۰/۱۴^{ns}	۴/۸۳^{ns}	۰/۱۲^{ns}
تنش خشکی ×کود زیستی A×B	۱۰	۱۶۰۹۷۱^{ns}	۱۲۶۴۳/۲**	۶۰/۳۵^{ns}	۲/۹۸^{ns}	۰/۴۲^{ns}
سال× تنش×کود A×B×Y	۱۰	۲۳۷۳۸۲^{ns}	۱۴۵۹۲/۶**	۸۱/۵۳^{ns}	۲/۹۷^{ns}	۰/۰۸^{ns}
خطا Erorr	۹۰	۲۱۰۹۵۵	۴۶۸/۵۶	۴۳/۳۳	۶۸/۷۵	۰/۶۷
ضریب تغییرات(%) C.V		۲۱/۹	۱۸/۳	۱۷/۸	۱۱/۶	۱۱/۲

**و* و ns به ترتیب معنی دار در سطح یک درصد و پنج درصد وغیر معنی دار.

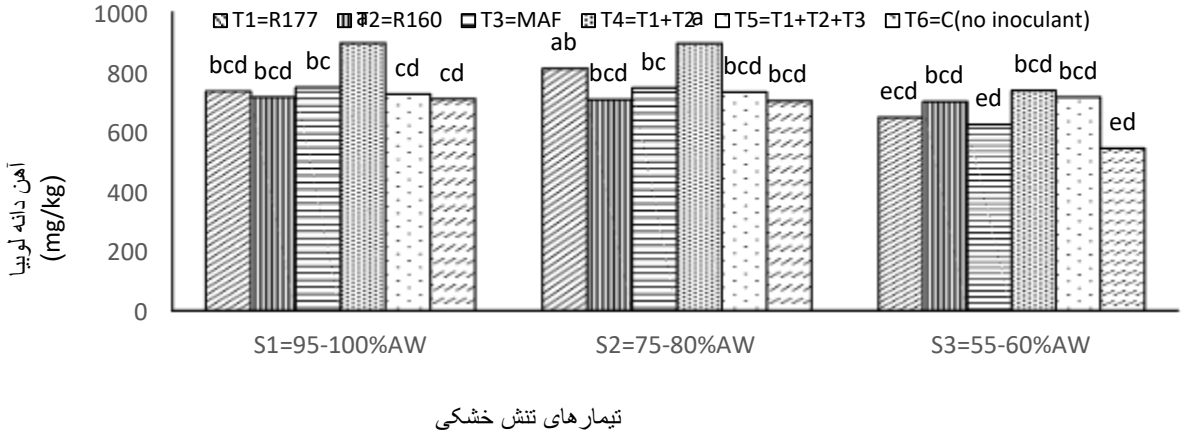


شکل ۱- اثرات متقابل تیمارهای کود زیستی و تنش خشکی در عملکرد دانه لوبیا

(ریزوبیوم گونه‌ی۱۷۷=R177، ریزوبیوم گونه‌ی۱۶۰=R160، قارچ میکوریز آربوسکولار=AMF، تیمارشاهد =T6، آبیاری در دامنه ۱۰۰ تا۹۵ درصد آب قابل استفاده=S1، آبیاری در دامنه ۸۰ تا۷۵ درصد آب قابل استفاده=S2، آبیاری در دامنه ۶۰تا۵۵ درصد آب قابل استفاده=S3).

کاربرد تیمارها در جذب عناصر غذایی کم نیاز توسط گیاه لوبیا

غلظت آهن، بر اساس نتایج این پژوهش، گرچه بیشترین مقدار آهن در دانه و اندام هوایی لوبیا در تیمار تنش خشکی متوسط(S2) بود ولی با افزایش شدت تنش، مقدارآهن در دانه لوبیا کاهش یافت(شکل۲). میانگین مقدار آهن در اندام هوایی لوبیا بیش از چهار برابر دانه بود. افزایش آهن در دانه و اندام هوایی لوبیا به واسطه کاربرد قارچ میکوریز آربوسکولار و باکتری‌های ریزوبیوم به‌ترتیب برابر ۲۱/۴ و ۱۵/۸ درصد بود. افزایش اندازه آهن در دانه و اندام هوایی گیاه توسط قارچ‌های میکوریز آربوسکولار و باکتری‌های ریزوبیوم تحت تنش های غیر زیستی گزارش شده است(مرادی و همکاران ۱۳۸۷).



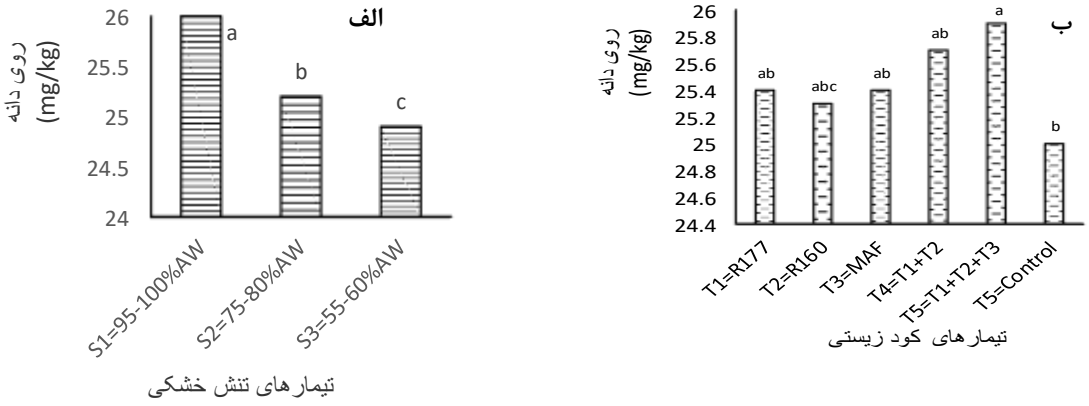
شکل ۲-اثرات متقابل تیمارهای کود زیستی و تنش خشکی در مقدار آهن دانه لوبیا

(ریزوبیوم گونه‌ی۱۷۷=R177، ریزوبیوم گونه‌ی۱۶۰=R160، قارچ میکوریز آربوسکولار=AMF، تیمارشاهد =T6، آبیاری در دامنه ۱۰۰ تا۹۵ درصد آب قابل استفاده=S1، آبیاری در دامنه ۸۰ تا۷۵ درصد آب قابل استفاده=S2، آبیاری در دامنه ۶۰تا۵۵ درصد آب قابل استفاده=S3).

غلظت منگنز، کمترین و بیشترین مقدار منگنز در دانه به‌ترتیب برابر۳۱/۷ و ۴۳/۷ میلی گرم در کیلوگرم بود که توسط تیمارهای S3T2 و S1T4 حاصل شده‌اند. نتایج این آزمایش نشان داد گرچه با افزایش شدت تنش خشکی از مقدار منگنز دانه لوبیا کاسته شده، در عین حال در شرایط تنش

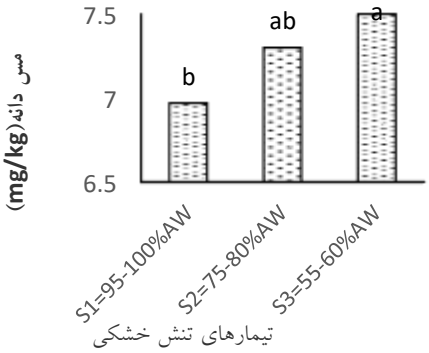
خشکی کاربرد باکتری‌های ریزوبیوم خصوصاً به صورت تلفیقی منجر به جذب بیشترین منگنز در دانه لوبیا شده است. به‌طوری که اندازه افزایش منگنز دانه نسبت به تیمار شاهد (T6) ۶میلی گرم در کیلوگرم بود. افزایش جذب عناصر کم نیاز مانند منگنز توسط قارچ‌های میکوریز آربوسکولار را به پتانسیل ریداکس پایین‌تر در ریزوسفر، افزایش ترشحات کلات کننده، و کاهش بیشتر واکنش خاک در ریزوسفر گیاهان دارای قارچ نسبت به گیاهان بدون قارچ مرتبط دانسته‌اند(ونگ و همکاران ۲۰۰۷).

غلظت روی: بیشترین مقدار روی در دانه برابر ۲۶/۲ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار مصرف تلفیقی باکتری‌های ریزوبیوم و قارچ میکوریز در شرایط تنش خشکی متوسط (S2T5) بود. کمترین مقدار روی نیز برابر ۲۴/۱ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار تلقیح سویه‌ی ریزوبیوم ۱۶۰ در شرایط تنش خشکی زیاد(S3T2) بود. این نتایج مبین کاهش مقدار روی با افزایش تنش خشکی و افزایش مقدار آن در صورت استفاده از باکتری‌های ریزوبیوم و قارچ میکوریز آربوسکولار در شرایط بدون تنش خشکی و یا تنش متوسط است(شکل های ۳ الف و ب).

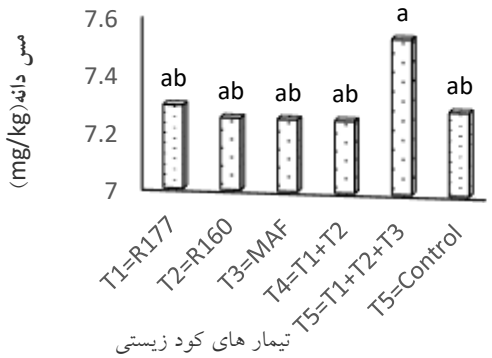


شکل۳- اثر تیمارهای تنش خشکی(الف) و کودهای زیستی(ب) در مقدار روی دانه لوبیا

غلظت مس: نتایج این آزمایش نشان داد با افزایش تنش خشکی مقدار مس در لوبیا بر خلاف آهن، منگنز و روی افزایش یافته است(شکل۴). استفاده تلفیقی باکتری‌های ریزوبیوم و قارچ میکوریز (تیمار T5) مقدار مس در دانه لوبیا را افزایش داده است(شکل۵). نتایج این آزمایش نشان داد کاربرد باکتری ریزوبیوم سویه‌های R160 و R177 همراه با قارچ میکوریز آربوسکولار 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 باکتری‌های ریزوبیوم و باسیلوس، مقدار مس اندام هوایی لوبیا را حدود۳۶۵/۴ درصد و مس دانه را حدود ۳۶۶/۷ درصد نسبت به تیمار کنترل(عدم مایه‌زنی) افزایش داده است(الکوکا و همکاران ۲۰۱۰).



شکل۴- اثر تیمارهای تنش خشکی در مقدار مس دانه لوبیا



شکل۵- اثر تیمارهای کود زیستی در مقدار مس دانه لوبیا

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد اگر چه تنش خشکی شدید سبب کاهش جذب عناصر غذایی و عملکرد در لوبیا می‌گردد ولی در تنش‌های متوسط با تلقیح بذر لوبیا چیتی با زادمایه‌ی باکتری ریزوبیوم به مقدار دو کیلوگرم در هکتار و یا تلقیح خاکی قارچ میکوریزا آربوسکولار به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم زادمایه در هکتار، سبب افزایش جذب عناصر غذایی، آب و به تبع آن افزایش عملکرد می‌شود.

منابع

مرادی، ص.، بشارتی،ح.، نادیان، ح. و فیضی اصل، و. ۱۳۸۷. تاثیر قارچهای میکوریز آربسکولار و باکتری ریزوبیوم بر جذب عناصر غذایی در نخود تحت شرایط تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد، خاکشناسی، دانشگاه زنجان.

همتی، ا.، حسینی، س. م.، اسدی رحمانی، ه.، امینی، ز. و میرطالبی، س. ح. ۱۳۹۳. بررسی کارآیی سویه های ریزوبیوم در شرایط تنش آبی درلوبیا چیتی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، نشریه شماره۱۸۴۹، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج. ۱۸ صفحه.

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.

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.

Figueiredo, M., Burity, H. A., Martinez, C. R., and Chanway, C. 2008. Alleviation of drought stress in the common bean *Phaseolus vulgaris L.*) by co-inoculation with Paenibacillus polymyxa and Rhizobium tropic. Appliedsoil ecology, 40, 18 2 – 188.

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.

Hemmati, A., and Feizian, M. 2014. Improvement of drought tolerance and grain yield in common bean by Rhizobium strains. 9" International Soil Science Congress on "The Soul of Soil and Civilization", 14-16 October, 2014, Side, Antalya Turkey.

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

Valverde, A., Burgos, A., Fiscella, T., Rivas, R., Vela, E., Rodri, C., Emilio Cervantes, B., Chamber, M., and Mariano, J. 2006. Differential effects of co-inoculations with Pseudomonas jessenii PS06 (a phosphate-solubilizing bacterium) and Mesorhizobium ciceri C-2/2 strains on the growth and seed yield of chickpea under greenhouse and field conditions. Journal of Plant and Soil, 28, 43-50.

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, 82,776-780.

Wu, Q.S., and Zou, Y.N. 2009. Mycorrhizal Influence on nutrient uptake of citrus exposed to drought stress. The Philippine Agricultural Scientist, 92, 33-38.

Topic for submission: Soil Biology and Biofertilizers

Effect of Biofertilizers on Micronutrients Content and Yield of Common Bean Under Drought Stress Condition.

Hemmati[1]*, A., Rejali [2], F.

[1] Assistant Prof., Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran

[2] Associate Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

Abstract

This research was conducted to determine the effects of rhizobium bacteria strains and arboscular mycorrhiza fungi on yield and micro nutrients content in bean under drought stress condition. Two years' field experiments were conducted during 2015, 2016 years. Three irrigation, S1=95-100, S2=75-80 and S3=55-60 % available water were assigned to main plots and six bio-fertilizer treatments including, T1= 177rhizobium strain and T2= 160 rhizobium strain used for seed inoculation, T3= Soil application of arboscular mycorrhiza fungi, T4= T1+T2, T5= T1+T2+T3 and T6= control was randomized to subplots in a split plot experimental design. There were significant differences ($p<0.05$) in yield and nutrients uptake between drought stress and bio-fertilizer treatments. Highest grain yield (2371 $kgha^{-1}$) was obtained in S2T2 treatment. The highest Fe, Mn, Zn, and Cu seed plant were obtained from co-inoculation of 160 and 177 Rhizobium strains which increased Fe, Mn, Zn and Cu contents of plant by 21.4 %, 5.7%, 3.5%, 3.3% and 8% respectively in drought stress treatment (S2). The results showed that the highest of seed protein (21.5%) was obtained in drought stress (S3) with Rhizobium strain 177 inoculated treatment. Base of this results, the highest yield can obtain by $2kgha^{-1}$ of seed bean rhizobium inoculation in moderate drought stress condition.

Keywords: Bean, Mycorrhiza, Nutrient Elements, Rhizobium, Soil Moisture

* Corresponding author, Email: a.hemati@areeo.ac.ir