اثرات باکتری های ریزوبیومی و قارچ های میکوریز آربسکولار در کارآیی مصرف آب و عملکرد 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 تعیین اثرات باکتری ریزوبیوم و قارچ میکوریز آربسکولار در کارآیی مصرف آب و عملکرد لوبیا در شرایط تنش خشکی، اقدام به اجرای آزمایش مزرعه ای کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در سال های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ گردید. در سطوح اصلی، تیمارهای تنش خشکی شامل آبیاری در ۸۰،۶۰ و ۱۰۰ درصد آب قابل استفاده و در سطوح فرعی تیمارهای مجزا و ترکیبی باکتری ریزوبیوم سویه های ۱۶۰ و ۱۷۷ و قارچ میکوریز آربسکولار قرار داشت. نتایج نشان داد که اثرات تیمارهای تنش خشکی و کود های زیستی بر عملکرد، اجزای عملکرد، کارآیی مصرف آب اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد داشتند. بیشترین مقدار عملکرد دانه برابر ۲۳۷۱ کیلوگرم در هکتار همراه با بیشترین ، کارآیی مصرف آب، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، و درصد پروتئین دانه در شرایط تنش خشکی با مصرف سویه های باکتری ریزوبیوم ۱۶۰ و ۱۷۷ و قارچ میکوریز آربسکولار به دست آمد نتایج این آزمایش نشان داد کاربرد زاد مایه باکتری های ریزوبیوم و قارچ میکوریز در شرایط تنش خشکی از طریق توسعه اندام هوایی و ریشه، باعث افزایش عملکرد و درصد پروتئین لوبیا شده اند.

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

مقدمه

با توجه به کاهش شدید منابع آبی کشور از ۱۳۰ میلیارد متر مکعب به ۹۰ میلیارد متر مکعب (کشاورز و صادق زاده،۱۳۷۹)، و کشت سالانه حدود ۱۱۰ الی ۱۲۰ هزار هکتار لوبیا در کشور (احمدی،۱۳۹۴)، در سال های اخیر عملکرد و تثبت نیتروژن در زراعت لوبیا شدیداً تحت تاثیر قرار گرفته است. در طی تنش خشکی کاهش مقدار نسبی آب گیاه باعث کاهش آماس سلول، کاهش رشد آن وکاهش طول ساقه و در نهایت کاهش عملکرد می شود. بهره گیری از توان باکتری های ریزوبیوم تثبیت کننده نیتروژن مقاوم به خشکی جهت جلوگیری از افت عملکرد لوبیا در مناطق خشک حائز اهمیت است. این باکتری ها از طرق مختلف بر رشد و عملکرد گیاهان موثر می باشند. تولید انواع متابولیت ها، هورمون ها ویتامین ها خصوصاً ویتامین های گروه B، اسید های آمینه و تولید ترکیبات آلی که میل ترکیبی بسیار شدیدی با عناصر فلزی دارند مانند سیدروفورها، و اثرات غیر مستقیم مانند محدود نمودن رشد قارچ های پاتوژن و تولید آنتی بیوتیک های ضد عوامل بیماریزا، روش های افزایش رشد و عملکرد گیاهان توسط باکتری های ریزوبیومی است.

در یک آزمایش کارآیی چهار سویه ی باکتری ریزوبیوم در تنش های متفاوت خشکی مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد بیشترین عملکرد دانه لوبیا به میزان ۳۰۶۶ کیلوگرم در هکتار با آبیاری در ۶۰ درصد آب قابل استفاده خاک و مایه زنی بذر با باکتری ریزوبیوم سویه ی ۱۶۰ بدست آمد (همتی و همکاران، ۱۳۹۳).

در شرایط کم آبی هیف های قارچ میکوریز آربوسکولار با عث افزایش جذب آب و هدایت هیدرولیکی ریشه ها شده و تنظیم اسمزی و تغییرات در کنترل روزنه ای و خاصیت ارتجاعی دیواره سلولی را کنترل می نمایند. محققین تغییر در الاستیسیته برگ، بهبود در پتانسیل آب و آماس برگ، باز نگه داشتن روزنه ها و افزایش تعرق، افزایش در طول و عمق نفوذ

ریشه ها، افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه، افزایش جذب آب در سطوح پایین رطوبت توسط هیف های برون ریشه ای، تغییر در انعطاف پذیری دیواره سلولی، افزایش فعالیت فتوسنتزی، تجمع پرولین و کربوهیدرات ها و افزایش فعالیت آنتی اکسیدان ها در گیاهان میکوریزی در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزی، در شرایط تنش کم آبی را گزارش نموده اند که باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش های کم آبی می شود.

در این تحقیق اثرات دو گونه باکتری ریزوبیوم و قارچ میکوریز آربسکولار در کارآیی مصرف آب آبیاری، عملکرد و برخی فاکتور های رویشی لوبیا در شرایط رطوبتی متفاوت خاک بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت کرت های خرد شده با طرح پایه ی بلوک های کامل تصادفی طی سال های ۹۳ و ۹۴ در مزرعه اجرا گردید. در سطوح اصلی تیمارهای تنش خشکی شامل آبیاری در دامنه های۱۰۰-۹۵=S1، ۸۰-۷۵ =S2و ۶۰-۵۵ =S3 درصد آب 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 میکوریز آربسکولار 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 که طی سالهای ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ اجرا گردید. 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. به منظور حذف اثرات حاشیه ای بین هرکرت یک متر و بین تیمارهای اصلی ۱/۵ متر و بین تکرارها نیز سه متر فاصله بود. بذر مصرفی لوبیا چیتی رقم صدری بود قبل از کاشت، در نمونه خاک محل آزمایش ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و جمعیت باکتری بومی خاک اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می شود خاک محل آزمایش غیر شور بوده و از نظر اسیدیته در محدوده خنثی و کمی قلیایی است. درصد مواد آلی آن کم و آهکی است. بافت خاک نیز لوم است.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

هدایت الکتریکی	واکنش گل اشباع	اشباع رطوبتی	مواد خنثی شونده	کربن آلی	لای	رس	شن	جمعیت باکتری ریزوبیوم بومی
dsm^{-1}		٪						cfu/g)
۰/۸	۷/۷	۴۱	۳۴	۰/۴۷	۳۲/۸	۲۵/۶	۴۱/۶	۷/۴×۱۰۲

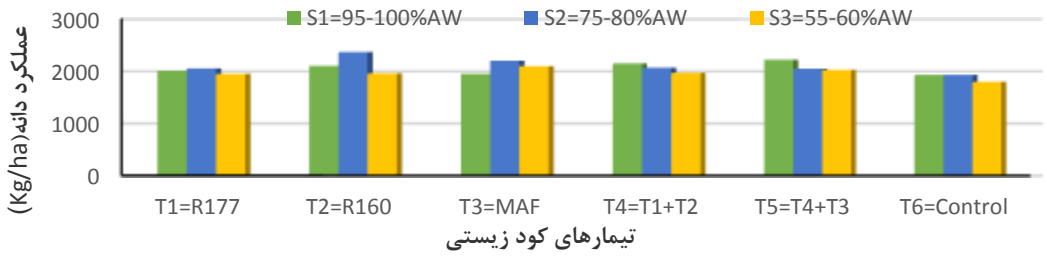
جمعیت باکتری ریزوبیوم همزیست لوبیا در نمونه خاک محل آزمایش برابر ۷/۴×۱۰۲ باکتری در یک گرم خاک بود. جمعیت باکتری ها در خاک به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بستگی دارد لذا عدد استاندارد بین المللی برای آن ارایه نشده است. به عنوان مثال این عدد در استرالیا ۱۰۹ ، در آفریقای جنوبی و نیوزلند ۱۰۸×۱و در آمریکا و کانادا ۱۰۶ ×۹/۴ سلول زنده در گرم خاک است(Athar,1998). با توجه به معیار های فوق جمعیت ریزوبیوم بومی در خاک منطقه زیاد نبوده لذا به نظر می رسد برای داشتن یک همزیستی مناسب ، مایه زنی بذر لوبیا با این باکتری در زمان کاشت ضروری است.

عملکرد دانه

تجزیه واریانس مرکب تیمارهای آزمایش (جدول۲) نشان داد اثرات اصلی تیمارهای تنش خشکی و کود زیستی در عملکرد دانه اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد دارند. در مجموع دو سال تیمار هشتم(S2T2) که درآن از باکتری ریزوبیوم سویه ی ۱۶۰ استفاده شده بود توام با تنش خشکی متوسط (AW=75-80%) با تولید ۲۳۷۱ کیلوگرم دانه در هکتار بیشترین مقدار عملکرد را داشت. (شکل۱). حصول بیشترین عملکرد دانه در دامنه تنش خشکی متوسط(۸۰-۷۵ درصد آب قابل استفاده) مبین توانایی کارکرد سویه های باکتری ریزوبیوم در شرایط رطوبی کم خاک است. از آنجا که بقولات در دامنه های وسیع رطوبتی خاک قادر به تثبیت نیتروژن می باشند می توان سویه هایی با حساسیت متنوع انتخاب و مصرف نمود. چرا که حساسیت به تنش رطوبتی از گونه ای به گونه دیگر متفاوت است(Venkateswarlu and et al., 1999). وجود توده های ریزوبیوم در خاکهای مناطق خشک و تشکیل غده های موثر در این اراضی مبین توانایی کارکرد این باکتری ها در خاک های با رطوبت کم است (Jenkins and et al., 1999). گزارش شده مایه زنی لوبیا بانوعی باکتری ریزوبیوم باعث افزایش ۵۰ درصدی عملکرد در شرایط تنش آبی نسبت به شاهد شده است(Suarez and et al., 2008). مایه زنی بذر نخود در شرایط تنش خشکی باعث افزایش ۷۵ درصدی عملکرد شده در حالی که در شرایط عدم تنش خشکی این افزایش فقط ۵۰ درصد بوده است. توسعه رشد ریشه و به تبع آن دسترسی بیشتر به آب و عناصر غذایی از جمله علت های افزایش عملکرد در شرایط تنش خشکی گزارش شده است (Sabaghpour and et al., 2006).

جدول ۲- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) عملکرد دانه، کارآیی مصرف آب، وزن صد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته و پروتئین دانه

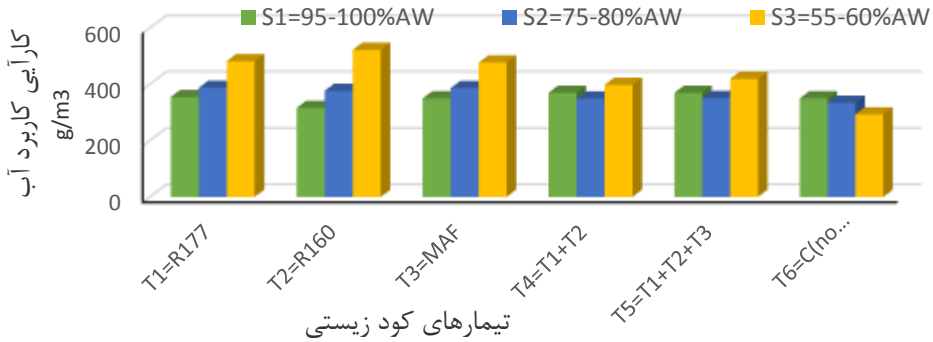
منابع تغییرات	درجه	عملکرد دانه	کارآیی مصرف	وزن صد	شاخص	ارتفاع	پروتئین دانه
سال	۱	۳۰۴۳۳۶ ns	۵۲۹۶۷**	۶۵/۴*	۲۱۷۰**	۴۴/۴ns	۳۵/۷۹**
خطای سال	۶	۲۹۹۶۱۲	۵۱/۶	۷/۳	۱۱۵	۶۲/۹	۲/۴۸
تنش خشکی	۲	۳۴۸۳۲۷*	۲۸۹۷**	۵/۶ **	۴۷/۳ns	۵۲۳/۷**	۰/۵۹ns
سال×تنش خشکی	۲	۲۷۰۹۸۵۵**	۹۷ns	۱۰/۷*	۳۲۳ns	۲۹۹/۹*	۱/۲ns
خطا	۱۲	۳۴۷۸۱۹	۶۱/۵	۲/۴	۱۰۸	۷۰/۸	۲/۱۰
کود زیستی	۵	۲۷۸۵۵۱*	۱۱۶ns	۵/۲ns	۱۸/۹ns	۴۹/۱ns	۲/۸۴*
سال ×کود زیستی	۵	۶۰۹۶ns	۳۷ns	۲ns	۲۰/۱ns	۱۶/۲ns	۰/۶۶ns
تنش ×کود زیستی	۱۰	۱۶۰۹۷۱ns	۶۳*	۳/۹ns	۲۷/۱ns	۳۴/۸ns	۱/۸۹ns
سال× تنش × کود	۱۰	۲۳۷۳۸۲ns	۵۸*	۲/۴ns	۳۷/۸ns	۴۰/۷ns	۱/۸۲**
خطا	۹۰	۲۱۰۹۵۵	۶۸	۲/۸	۴۵/۶	۶۹/۵	۲/۳۳
ضریب تغییرات(٪)		۲۱/۹	۷/۵	۲۲/۲	۱۶/۲	۱۶/۱	۷/۴۹



شکل۱- اثرات متقابل کود های زیستی و تنش خشکی در عملکرد دانه لوبیا

کارآیی کاربرد آب

بر اساس تجزیه واریانس مرکب(جدول۲) ، بیشترین کارآیی کاربرد آب در تیمارهای تنش خشکی به اندازه ۴۵۵ گرم بر متر مکعب مربوط به تیمار تنش خشکی زیاد (S3) بود. در تیمارهای کود زیستی، بیشترین کارآیی کاربرد آب به اندازه ۴۰۵ گرم بر متر مکعب مربوط به تیمار مایه زنی با باکتری ریزوبیوم سویه ی ۱۶۰ بود(شکل ۲). در مجموع بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن، بیشترین کارآیی کاربرد آب به اندازه ۵۲۲ گرم بر متر مکعب آب کاربردی در تیمار چهاردم (S3T2) بود که در این تیمار از باکتری ریزوبیوم سویه ی ۱۶۰ در شرایط تنش خشکی زیاد استفاده شده بود. افزایش کارآیی کاربرد آب در شرایط تنش خشکی زیاد(S3) به دلیل کاهش مصرف آب آبیاری و عدم افت عملکرد دانه بواسط استفاده از باکتری های ریزوبیوم بوده است. کاربرد آب کمتر در شرایطی که کاهش عملکرد دانه نداشته باشیم منجر به افزایش کارآیی کاربرد آب آبیاری می گردد. در راستای این نتایج، گزارش شده، باکتری هادر شرایط تنش خشکی با افزایش مقدار ماده خشک برگ و ساکاروز و کاهش تعرق سبب افزایش کارآیی مصرف آب و پایداری گیاه لوبیا به خشکی می شوند.



شکل ۲-اثر تیمارهای کود زیستی و تنش خشکی بر کارآیی کاربرد آب در لوبیا

وزن صد دانه

بیشترین وزن صد دانه به اندازه ۴۳/۱ گرم در تیمار مایه زنی شده با باکتری ریزوبیوم سویه ی 177 و در شرایط بدون تنش خشکی(95-100%AW) بدست آمد و کمترین مقدار وزن صد دانه نیز در تیمار عدم مایه زنی با باکتری های ریزیوبیوم و قارچ میکوریز (T6) در شرایط تنش زیاد خشکی(55-60%AW) به اندازه۳۹/۹گرم بود. هرچه شدت تنش خشکی بیشتر شده وزن صد دانه بیشتر کاهش یافته است. در واقع در شرایط آبیاری کامل، گیاه با رشد رویشی مناسبی وارد مرحله زایشی می شود که این امر موجب حمایت مناسب اندام های زایشی، خصوصاً غلاف های در حال پر شدن می شود و به دنبال آن وزن دانه افزایش می یابد. نتایج این آزمایش نشان داد در شرایط تنش خشکی نقش قارچ های میکوریز در افزایش وزن صد دانه خیلی بیشتر از باکتری های ریزوبیوم بود. افزایش وزن دانه توسط کود های زیستی در شرایط عدم تنش خشکی توسط پژوهش گران متعددی گزارش شده است(همتی۱۳۹۱، صابری و همکاران، ۱۳۹۴).

شاخص برداشت

اثر سال در شاخص برداشت اختلاف معنی داری در سطح یک درصد داشت(جدول ۲۹). سایر اثرات تیمارها معنی دار نبود. مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون دانکن در دو سال نشان داد، بیشترین اندازه شاخص برداشت برابر ۴۴/۷ درصد در تیمار هشتم(S2T2) و کمترین اندازه شاخص برداشت برابر ۳۹/۲درصد در تیمار شانزدهم (S3T4) بود. در تنش های زیاد توسعه کندتر سطح برگ باعث جذب کمتر تابش شده و در نتیجه کاهش سرعت رشد محصول و شاخص برداشت را به دنبال دارد. کاهش شاخص برداشت در اثر تأخیر در آبیاری می تواند به دلیل کاهش سطح فتوسنتزکننده و کاهش انتقال مجدد مواد فتوسنتز شده در مرحله پر شدن دانه ها باشد .علاوه بر تجمع ماده خشک، تسهیم مواد پرورده بین اندام های مختلف گیاه نیز

مهم است .تنش خشکی در مراحل مختلف رشد باعثمی شود که بخش بیشتری از مواد فتوسنتز شده صرف ریشه ها شده تا آب بیشتری برای گیاه تامین نماید، بنابراین در چنین شرایطی شاخص برداشت کاهش خواهد یافت.

ارتفاع بوته

نتایج این آزمایش نشان داد اثر تیمارهای تنش خشکی در بلندی بوته اختلاف معنی داری در سطح یک درصد داشت(جدول۲). بر اساس آزمون گروه بندی دانکن در تیمارهای تنش خشکی بیشترین بلندی بوته در تیمار تنش زیاد(S3)به اندازه ۶۱ سانتی متر بود و کمترین اندازه بلندی در تیمار تنش کم (S1) به اندازه ۵۴/۶ سانتی متر بود که با تیمار تنش متوسط تفاوت معنی داری نداشت. بیشترین اندازه بلندی در تیمارهای کودی مربوبط به تیمار(T1) باکتری ریزوبیوم سویه ی R177 برابر۵۹/۳ سانتی متر و کمترین اندازه بلندی در تیمار شاهد(T6) برابر۵۵/۲ سانتی متر بود. نتایج این آزمایش در بلندی بوته حاکی از پیامد های متقابل تیمارهای کود زیستی و تیمارهای تنش خشکی است. بلندی گیاه در تیمار کودی شاهد(T6) که از هیچ نوع کود زیستی استفاده نشده بود در هر سه تیمار تنش خشکی(S2,S1و S3) کمتر از سایر تیمارهای کودی دیگر بود. این بدین معنی است که کاربرد کودهای زیستی به فرم مجزا و یا ترکیبی باعث افزایش ارتفاع گیاه شده اند. درتیمارهای کودزیستی به علت فراهمی و جذب بیشتر عناصر غذایی و به دنبال آن افزایش سطح برگ و ماده خشک، سرعت رشد لوبیا نسبت به سایر تیمارها افزایش یافته است. مایه زنی میکروبی باعث تغییر سطوح داخل ژنی هورمون گیاهی اتیلن شده که این امر منجر به تغییرات رشد و نمو گیاهان و افزایش بلندی گیاهان مایه زنی شده می شود(Glick, 2005).

پروتئین دانه

نتایج این آزمایش نشان داد با افزایش شدت تنش خشکی درصد پروتئین دانه و اندام هوایی لوبیا افزایش یافته است. تاثیرکاربرد تیمارهای کودی در پروتئین دانه نسبت به تیمار کنترل(عدم مایه زنی) مثبت بود. به طوری که بیشترین درصد پرو تئین توسط تیمارT1 و T4 بدست آمد. مایه زنی بذر لوبیا با باکتری ریزوبیوم سویه ی R177 افزایش دو درصدی پروتئین دانه را بدنبال داشت. افزایش پروتئین دانه لوبیا در شرایط تنش خشکی بواسطه کاهش نسبت نشاسته به پروتئین گزارش شده تا افزایش مطلق پروتئین دانه، در حقیقت در شرایط تنش خشکی افت سنتز نشاسته بیشتر از سنتز پروتئین است(عمادی و همکاران، ۱۳۹۲). گزارش شده که کاربرد توام باکتری های ریزوبیوم و باسیلوس اندازه پروتئین دانه لوبیا را بیش از ۳۰ درصد نسبت به عدم کاربرد آنها افزایش داده است (Elkoca et al., 2010).

منابع

-احمدی ک. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۲. جلد اول محصولات زراعی، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری و اطلاعات و ارتباطات، تهران، ایران. ۱۳۹ص.

- -صابری ح.، محسن آبادی غ.ر.، مجیدیان م. و احتشامی س. م.ر. ۱۳۹۴. کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris*)در شرایط آب و هوایی شهرستان رشت. نشریهٔ پژوهش های حبوبات ایران، جلد ۶ شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۳۱-۲۱.

-عمادی ن.، جهانبین ش. و بلوچی ح.ر. ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و برخی ویژگی های فیزیولوژیک لوبیا چیتی(*Phaseolus vulgaris L.*) در منطقه یاسوج. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، سال سوم، شماره هشتم، صفحات ۳۵-۲۵.

-کشاورز ع. و صادق زاده ک. ۱۳۷۹. برآورد و تقاضای آب برای آینده، بحرانهای خشکسالی، وضعیت موجود، چشم اندازهای آینده و راهکارهایی جهت بهینه سازی کاربرد آب. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ۲۹ صفحه.

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

-همتی ا.۱۳۹۱. مدیریت کاربرد کودهای شیمیایی در حبوبات (چاپ اول). انتشارات نصوح اصفهان، ۱۹۲ صفحه.

- Athar M. 1998. Drought tolerance by lentil rhizobia (Rhizobium Leguminosarum) for arid and semiarid areas in Pakistan. Microbiology, 26, 38-42.
- 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.
- Glick,B.R. 2005. Modalation of plant ethylene levels by the bacterial enzyme ACC de aminase.FEMS Microbiology Letters, 251:1-7.
- Jenkins, M.B., Virginia, R.A., and Jarrel, W.M. 1999. Ecology of fast-growing and slow-growing mesquite-nodulating rhizobia in Chihuahua and Sonoran desert ecosystems. Soil Science Society of American Journal 53:543-549.
- Sabaghpour H., Mahmoudi A. A., Saeed A., Kamel M., and Malthora R.S. 2006. Study on chickpea drouhht tolerance lines under dry land condition of Iran. Indian Journal of Crop Sciences.1:70-73.
- Suarez, R., Wong, A., Ramirez, M., Barraza, A., Orozco, M., Cevallos, M., .Lara, M., Hernandez, .G and Iturriaga, G. 2008. Improvement of drought tolerance and grain yield in common bean by overexpressing trehalose-6- phosphate synthase in rhizobia. Molecular Plant Microb Interactions 21:958-966.
- Venkateswarlu, B., Maheswari, M., and Karan, N.S. 1999. Effects of water deficits on N2 (C2H2) fixation in cowpea and groundnut. Plant and Soil 114:69-7.

The effects of rhizobium bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on water use efficiency and yield of common bean in 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 water use efficiency, grain yield and yield components of common bean in drought stress conditions, two years field experiments conducted during 2014,2015 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. Based on combined analysis of variances for two years, there were significant differences ($p<0.05$) in grain yield, yield components and water use efficiency between irrigation stress and bio fertilizer treatments. Highest grain yield (2371 $kgha^{-1}$) was obtained in S2T2 treatment. Highest amount of biologic yield, water use efficiency, harvest index, plant height, wet and dry plant weight, pod per plant and seed per pod were in severe stress (S3) and T1, T2 and T4 treatments. These results suggest that inoculation of seed bean in arid and semi-arid areas can improve yield, water use efficiency and resistance to drought stress by increasing of growth in root and shoot of bean plant.

Keywords: Bean, Drought Stress, Mycorrhizal, Nutrient Elements, Rhizobium