بررسی تأثیر قارچ اندوفیت Piriformospora indica بر تنفس میکروبی خاک، میزان کلروفیل و عملکرد ارزن معمولی (Panicum miliaceum L.) تحت شرایط تنش رطوبتی

سمیه حاجی‌نیا [۱]، گودرز احمدوند [۲]
۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان ۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان

چکیده
به منظور بررسی توانایی قارچ Panicum miliaceum L بر تنفس خاک، غلظت کلروفیل برگ و عملکرد ارزن تحت تنش کم آبی، آزمایشی به صورت کرت‌های خرده شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا اجرا گردید. نتایج نشان داد کاربرد قارچ P. indica میزان تنفس خاک را در مقایسه با شاهد افزایش داد. تنش کم آبی موجب کاهش میزان تنفس خاک گردید. همچنین کاربرد قارچ P. indica موجب افزایش غلظت کلروفیل برگ تحت شرایط عدم تنش کم آبی گردید. عملکرد دانه و بیولوژیک ارزن تحت تنش کم آبی کاهش یافت، اما کاربرد قارچ P. indica منجر به کاهش اثرات تنش کم آبی و افزایش عملکرد ارزن گردید. نتیجه کلی این آزمایش نشان دهنده اثر مطلوب کاربرد قارچ P. indica تحت شرایط تنش و عدم تنش کم آبی بر عملکرد ارزن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش کم آبی، قارچ اندوفیت، عملکرد

مقدمه
آب به عنوان یکی از محدودکننده‌ترین عؤامل تولید محصولات کشاورزی در جهان و به ویژه ایران که در منطقه خشک و نیمه‌خشک واقع است، محسوب می‌گردد. لذا حفظ منابع آب از طریق استفاده بهینه، بخصوص تحت این شرایط، از اولویت‌های اصلی بخش کشاورزی است.

ارزن یکی از غلات سنتی در نواحی خشک و نیمه‌خشک مناطق گرمسیری محسوب می‌شود که از تحمل بالایی نسبت به تنش خشکی و شوری برخودار است. از نظر اهمیت، ارزن‌ها در بین غلات پس از گندم، برنج، ذرت، جو و سورگوم در رتبه ششم قرار دارند. علی‌رغم اهمیت زراعی ارزن‌ها در زمان‌های گذشته و نیز جایگاه ویژه آن‌ها در کشاورزی سنتی، در رابطه با اثرات تنش خشکی بر عملکرد و اجزاء عملکرد این گیاه، تحقیقات کمی صورت گرفته است (Kusaka et al., ۲۰۰۵).

کاربرد فناوری‌های زیستی مبتنی بر استفاده از پتانسیل میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی در برقراری روابط همزیستی با گیاهان، نقش مؤثری در افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی دارند. اندوفیت‌های محیطی که از مهمترین میکروارگانیسم‌های مفید خاک محسوب می‌شوند، با ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و بوم‌شناختی در گیاهان میزبان خود، عملکرد آن‌ها را در واحد سطح افزایش می‌دهند و امکان توسعه کشت آن‌ها را در مناطق خشک یا اقلیم‌هایی با تنش‌های زیستی و غیرزیستی فراهم می‌آورند (سپهری و همکاران، ۱۳۸۸).

قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا (Piriformospora indica) از قارچ‌های اندوفیت است که در سال ۱۹۹۸ از خاک ریزوسفری گیاهان خشکی‌پسند کهور (Prosopis juliflora) و کنار (Zizyphus nummularia) در هندوستان جداسازی شد (Verma et al., ۱۹۹۸). این قارچ جزء قارچ‌های شبه‌میکوریز بوده اما برخلاف آن‌ها به آسانی بر روی محیط‌های مصنوعی قابل کشت می‌باشد (Verma et al., ۱۹۹۸). قارچ P. indica دارای دامنه وسیعی از گیاهان میزبان است. تأثیر تلقیح قارچ P. indica در افزایش زیست توده گیاهانی مانند ذرت، توتون، جعفری، نخود و سویا نیز گزارش شده است (Rai and Varma, ۲۰۰۵; Oelmuller et al., ۲۰۰۹). همچنین، این قارچ موجب افزایش تحمل گیاهان به تنش‌هایی مانند خشکی (Sun et al., ۲۰۱۰)، شوری (Baltruschat et al., ۲۰۰۸) و بیماری‌ها (Kumar et al., ۲۰۰۹) می‌شود. قبولی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش دادند که قارچ P. indica موجب افزایش زیست‌توده گیاه جو تحت شرایط تنش خشکی گردید.

با توجه به مشکلات کم آبی و ضرورت به کارگیري روش‌های مناسب جهت کاهش اثرات تنش کم آبی، هدف از انجام این تحقیق، بررسي تأثیر قارچ *P. indica* در بهبود عملکرد گیاه ارزن تحت شرایط تنش کم آبی بود. که می‌تواند نقش مؤثری در رسیدن به کشاورزی پایدار در مناطق خشک ایفا کند.

مواد و روش‌ها
به منظور بررسي تأثیر قارچ اندوفیت *Piriformospora indica* بر فعالیت میکروبی خاک، کلروفیل و عملکرد ارزن معمولی تح ت شرایط تنش کم آبی، آزمایشی در بهار سال ۱۳۹۳ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزي دانشگاه بوعلي‌سینا همدان اجرا شد. این آزمایش به صورت اسپلیت- پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفي با سه تکرار انجام گرفت. کرت‌های اصلی شامل تنش کم آبی در سه

سطح (۶۰ (آبیاری مطلوب)، ۹۰ (تنش ملایم کم آبی) و ۱۲۰ (تنش شدید کم آبی) میلی‌متر تبخیر آب از تشت تبخیر کلاس A) و عامل قارچ *P. indica* در دو سطح (تلقیح با قارچ و عدم تلقیح) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

بافت خاک محل آزمایش لومي و سال قبل از اجراي آزمايش به صورت آيش بود. عمليات كاشت ارزن در ۴ خرداد ماه بر روي چهار رديف با طول ۴ متر و فاصله بين رديف ۵۰ سانتي‌متر انجام شد. فاصله بوته‌ها روي خطوط كاشت ۵ سانتي‌متر بود. تلقيح با قارچ *P. indica* در زمان كاشت صورت گرفت. واحدهاي آزمايشي تا مرحلهٔ شش برگي به طور كامل آبياري شدند و بعد از اين مرحله، اعمال تيمارهاي تنش كم آبي آغاز شد. آبياري به صورت جوي و پشته‌اي انجام گرفت.

در مرحله گلدهي ميزان كلروفيل برگ اندازه‌گيري شد. براي تعيين غلظت كلروفيل از روش آرنون (Arnon, ۱۹۴۹) و استون ۸۰ درصد استفاده شد. ميزان تنفس پايه خاک به روش اندرسون (Anderson, ۱۹۸۲) در مرحله رسيدگي ارزن اندازه‌گيري شد. براي اندازه‌گيري تنفس برانگيخته (ميكروبي) نمونه‌هاي خاک با گلوكز مخلوط شده و به مدت حداقل ۲۴ ساعت انكوبه و سپس همانند تنفس پايه ميزان دي‌اكسيدكربن آزاد شده (ميلي‌گرم) در يک روز از يک گرم وزن خشک خاک اندازه‌گيري شد (Alef and Nannipieri, ۲۰۰۳). براي اندازه‌گيري عملكرد بيولوژيک و دانه با حذف اثرات حاشيه‌اي سطحي معادل ۲ مترمربع برداشت شد.

تجزيه واريانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهاي SAS و MSTATC و آزمون مقايسه ميانگين‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معني‌دار (LSD, P ۰.۰۵) انجام شد. براي رسم نمودارها نيز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتايج حاصل از تجزيه واريانس داده‌ها نشان داد كه تأثير كاربرد قارچ *P. indica* بر تنفس پايه و ميكروبي خاک، عملكرد بيولوژيک و دانه در سطح ۱ درصد و بر غلظت كلروفيل برگ در سطح ۵ درصد معني‌دار بود (جدول ۱). اثر تنش كم آبي بر تنفس پايه و ميكروبي خاک، عملكرد بيولوژيک و دانه در سطح ۱ درصد معني‌دار گرديد (جدول ۱). همچنين، اثر متقابل تيمارها بر عملكرد دانه در سطح ۱ درصد و بر غلظت كلروفيل و عملكرد بيولوژيک در سطح ۵ درصد معني‌دار بود (جدول ۱).

افزايش سطوح تنش كم آبي، باعث كاهش تنفس پايه خاک گرديد. ميزان كاهش مقدار تنفس پايه خاک تحت شرايط تنش شديد كم آبي نسبت به عدم تنش (آبياري مطلوب) معادل ۱۸/۲۸ درصد بود (جدول ۲). مقدار دي‌اكسيدكربن آزاد شده با كاربرد قارچ *P. indica* افزايش يافته است. قارچ *P. indica* موجب افزايش تنفس پايه خاک به ميزان ۱۰/۴۹ درصد نسبت به تيمار شاهد (عدم تلقيح) گرديد (جدول ۲).

افزايش سطوح تنش كم آبي تأثير منفي بر ميزان تنفس ميكروبي خاک داشت. ميزان كاهش مقدار تنفس ميكروبي تحت تنش كم آبي ملايم و شديد نسبت به آبياري مطلوب به ترتيب ۹۸/۲۵ و ۵۷/۴۰ درصد بود (جدول ۲). قارچ *P. indica* مقدار تنفس ميكروبي خاک به ميزان ۳۴/۲۶ درصد در مقايسه با تيمار شاهد (عدم تلقيح) افزايش داد (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تنفس خاک، غلظت کلروفیل و عملکرد ارزن تحت تأثیر قارچ *P. indica* و تنش کم آبی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تنفس پایه	تنفس برانگیخته	غلظت کلروفیل	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
بلوک	۲	۰۰۰۶۶۵/۰**	۰۵۳۵/۰۰	۰۰۸۵۷/۰^{ns}	۷۱۲/۱۷۳^{ns}	۷۷/۶۴۸^{ns}
تنش کم آبی	۲	۰۰۰۵۱۴/۰**	۳۷۷۶/۰**	۰۴۱۱۷/۰^{ns}	۹۲/۱۴۰۰۷**	۶/۴۴۱۴۸**
خطای a	۴	۰۰۰۰۱۸۷/۰	۰۰۵۸۷/۰	۰۰۹۰۴/۰	۴۷۷/۳۶	۶۵۴/۱۱۱
قارچ	۱	۰۰۲۱۵۶/۰**	۲۱۹۳/۰**	۰۰۷۳۲/۰۰	۷۲/۲۵۹۲**	۳۲/۴۳۲۲**
تنش کم آبی× قارچ	۲	۰۰۰۰۴۶/۰^{ns}	۰۰۰۷۷/۰^{ns}	۰۰۴۰۹۸/۰۰	۶۵۴/۱۹**	۷۵۶/۷۲۴*
خطای b	۶	۰۰۰۰۱۰۵/۰	۰۰۳۶۶/۰	۰۰۰۶۹۰/۰	۶۷۰۴/۱	۴۲۲/۸۴
ضریب تغییرات (درصد)	-	۸۳/۵	۳۷/۶	۶۱/۳	۹۴/۳	۸۹/۱

*** و **: به ترتیب معني‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ ns: غیر معني‌دار**

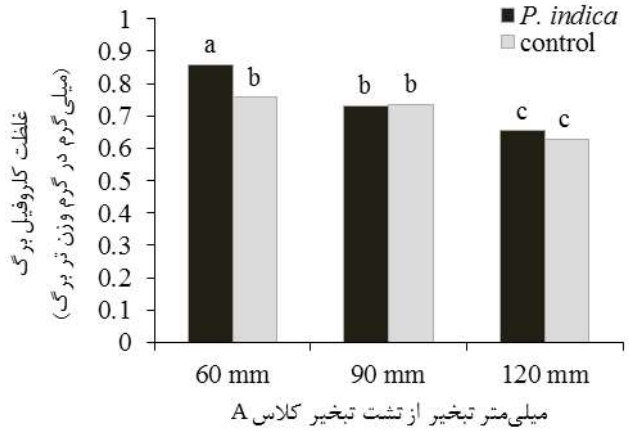
جدول ۲- مقایسه میانگین تنفس پایه و میکروبی خاک کشت ارزن تحت تأثیر قارچ *P. indica* و تنش کم آبی		
تیمارها	تنفس پایه	تنفس برانگیخته
	(میلی‌گرم دی‌اکسیدکربن در گرم خاک خشک در روز)	
تنش کم آبی		
۶۰	۰۶۲۸/۰ [a]	۲۲۰/۱ [a]
۹۰	۰۵۸۸/۰ [a]	۹۰۳/۰ [b]
۱۲۰	۰۴۵۱/۰ [b]	۷۲۵/۰ [c]
قارچ *P. indica*		
تلقیح با قارچ	۰۶۶۵/۰ [a]	۰۶۰/۱ [a]
عدم تلقیح	۰۴۴۶/۰ [b]	۸۳۹/۰ [b]
میانگین‌های داراي حروف مشترک بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معني‌داري با هم ندارند.		

یکی از مهمترین و مؤثرترین عؤامل تأثیرگذار بر فعالیت‌های میکروبی خاک رطوبت خاک است که فعالیت‌های میکروبی خاک را در اکوسیستم‌های خشک با محدود کردن دسترسی عناصر غذایی و یا افزایش مرگ و میر از طریق کاهش پتانسیل آب کاهش می‌دهد. با اعمال تنش کم آبی میزان آزادسازی دی‌اکسیدکربن از خاک کاهش یافت. کاهش تنفس خاک احتمالاً به دلیل کاهش دسترسی ریزجانداران خاک به رطوبت خاک و در نتیجه کاهش تعداد و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک در تنش خشکی ایجاد شده به علت عدم آبیاری می‌باشد.

کاربرد قارچ P. indica تأثیر مثبتی در افزایش تنفس میکروبی خاک داشت. این افزایش در میزان تنفس خاک با کاربرد قارچ P. indica را می‌توان به علت افزایش رطوبت خاک با کاربرد این قارچ دانست. ریزجاندارن خاک مانند باکتری‌ها و پرتوزوآ، اکثر جلبک‌ها و قارچ‌ها به محیطی مناسب از لحاظ تهویه برای زندگی نیازمند هستند و به میزان زیادی به میزان آب قابل دسترس وابسته هستند. بهترین میزان آب خاک برای ریزجانداران هوازی رطوبتی بین ۵۰ تا ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه می‌باشد. در رطوبتی پایین‌تر از این مقدار، میزان پائین آب و در دسترس بودن عناصر باعث محدود کردن فعالیت‌های میکروبی خاک می‌شود، در حالی که در رطوبت‌های بالاتر از این نقطه فعالیت‌های میکروبی به واسطه کاهش تهویه و میزان اکسیژن در خاک محدود می‌شود (Uhlirova et al., ۲۰۰۵). پیتوسکا و همکاران (۲۰۱۲) بیان داشتند کود بیولوژیک موجب افزایش تجمع دی‌اکسیدکربن در خاک طی ۴۸ ساعت گردید.

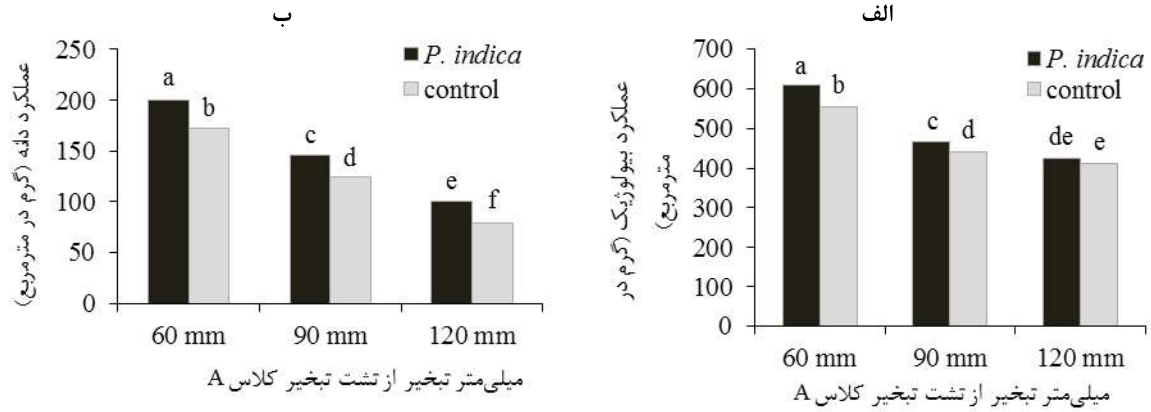
از آنجایی که تصاعد دی‌اکسیدکربن خاک نمایانگر فعالیت تنفسی ریزجانداران خاک می‌باشد. بنابراین کاربرد کودهای بیولوژیک موجب افزایش حاصلخیزی بیولوژیک و بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌گردند.

بیشترین غلظت کلروفیل از تیمار آبیاری مطلوب و با کاربرد قارچ P. indica حاصل گردید (شکل ۱). تحت عدم تنش کم آبی تلقیح با قارچ P. indica موجب افزایش غلظت کلروفیل برگ به میزان ۸۴/۱۲ درصد نسبت به گیاهان شاهد گردید (شکل ۱). با اعمال تنش کم‌آبی ملایم و شدید غلظت کلروفیل برگ نسبت به تیمار آبیاری مطلوب به ترتیب معادل ۴۲/۹ و ۴۱/۲۰ کاهش یافت. قارچ P. indica تأثیری بر غلظت کلروفیل تحت شرایط تنش ملایم و شدید کم‌آبی نداشت (شکل ۱).



شکل ۱- تأثیر قارچ *P. indica* بر غلظت کلروفیل برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) ارزن تحت شرایط تنش کم آبی
میانگین‌های داراي حروف مشترک بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معني‌داري با هم ندارند.

افزایش مقدار کلروفیل می‌تواند یکی از مکانیسم‌های بهبود رشد گیاه باشد که می‌تواند به وسیله قارچ *P. indica* اعمال شود. افزایش تنش خشکی تأثیر منفی بر محتوای کلروفیل داشت. کاهش کلروفیل در شرایط تنش خشکی را می‌توان به افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز نسبت داد (Sangtarash et al., ۲۰۰۹). نتایج تعدادی از محققین نشان داده است که تنش خشکی باعث تخریب کلروپلاست و کاهش میزان کلروفیل گردیده است (Subramanian and Charest, ۲۰۰۵).
از دلایل افزایش میزان کلروفیل در گیاهان تلقیح شده با قارچ، جذب بیشتر عناصر معدنی می‌باشد (Jentschke et al., ۲۰۰۰). کاربرد قارچ در این آزمایش نتوانست باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری در مقدار کلروفیل تحت شرایط تنش کم آبی شود.
با اعمال تنش کم آبی میزان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه ارزن کاهش یافت. میزان کاهش عملکرد بیولوژیک و دانه ارزن تحت شرایط تنش شدید کم آبی نسبت به آبیاری مطلوب به ترتیب معادل ۹۲/۲۷ و ۹۴/۵۱ درصد بود (شکل ۲ الف و ب).
کاربرد قارچ *P. indica* موجب افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گیاه ارزن گردید (شکل ۲ الف و ب). تحت شرایط آبیاری مطلوب میزان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در گیاهان تلقیح شده با قارچ *P. indica* به طور متوسط حدود ۹۷/۹ و ۳۴/۱۶ درصد بیشتر از گیاهان تلقیح نشده بود (شکل ۲ الف و ب). تحت شرایط تنش شدید کم آبی قارچ *P. indica* موجب افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به میزان ۱۷/۳ و ۹۷/۲۶ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید (شکل ۲ الف و ب). این نتایج بیانگر اثر مثبت قارچ *P. indica* بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گیاه ارزن تحت شرایط تنش کم آبی و آبیاری مطلوب بود (شکل ۲ الف و ب).



شکل ۲- تأثیر قارچ *P. indica* بر عملکرد بیولوژیک (الف) و عملکرد دانه (ب) (گرم در مترمربع) ارزن تحت شرایط تنش کم آبی
میانگین‌های داراي حروف مشترک بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معني‌داري با هم ندارند.

کاهش عملکرد ارزن به دلیل تنش کم آبی توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (خزائی و همکاران، ۱۳۸۴؛ Nouri Maman et al., ۲۰۰۳). نتایج اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک و دانه بیانگر اهمیت ارتباط همزیستی قارچ *P. indica* با گیاه ارزن تحت شرایط تنش

کم آبی و آبیاری مطلوب است. به نظر می‌رسد که میسیلوم‌های قارچ *P. indica* با گسترش در اطراف ریشه گیاه میزبان سطح جذب آب بالاتری را فراهم آورده و باعث می‌شوند تا در شرایط یکسان گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان شاهد آب بیشتری را در اختیار داشته باشند. مطالعات مختلف نشان می‌دهد که قارچ *P. indica* بر متابولیسم فسفر، گوگرد و نیتروژن تأثیر مستقیم داشته و همچنین فراهمی فسفر موجود در خاک را افزایش می‌دهد (Oelmuier et al., ۲۰۰۹). والر و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش دادند که تلقیح گیاه جو با قارچ *P. indica* موجب افزایش عملکرد و تحمل به تنش شوری در گیاه جو گردید.

منابع

خزاعی، ح.ر.، محمدآبادی، ع.ص. و برزوئی، ا. ۱۳۸۴. بررسی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک انواع ارزن در رژیم‌های مختلف آبیاری. مجله‌ی پژوهش‌های زراعی ایران، جلد سوم، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۳۵ تا ۴۴.

سپهري، م.، صالح‌راستين، ن.، حسيني‌سالكده، ق. و خيام‌نكويي، م. ۱۳۸۸. بررسي تأثير قارچ اندوفيت *Piriformospora indica* بر بهبود رشد و افزايش مقاومت گياه جو *Hordeum vulgare* به تنش شوري. مجله‌ی علمی پژوهشی مرتع، جلد سوم، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۵۰۸ تا ۵۱۸.

قبولی، م.، شهریاری، ف.، سپهری، م.، مرعشی، ح. و حسینی‌سالکده، ق. ۱۳۹۰. تأثیر قارچ اندوفیت *Piriformospora indica* بر برخی خصوصیات جو (*Hordeum vulgare* L.) در شرایط تنش خشکی. مجله‌ی بوم شناسی کشاورزی، جلد سوم، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۳۲۸ تا ۳۳۶.

Alef K. and Nannipieri P. ۲۰۰۳. Methods in applied soil microbiology and biochemistry Harcourt brace and company.

Anderson J.P.E. ۱۹۸۲. Soil respiration. In A.L. Page and R.H. Miller (eds.). Methods of Soil Analysis Part ۲. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy. Madison. p. ۸۳۱-۸۷۱.

Arnon D.I. ۱۹۴۹. Copper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenoloxide in *Beta vulgaris*. Journal of Plant Physiology, ۲۴: ۱-۱۵.

Baltruschat H., Fodor J.B.D., Harrach E., Niemczyk B., Barna G., Gullner A., Janeczko K., Kogel H., Sch fer P., Schwarczinger I., Zuccaro A. and Skoczowski A. ۲۰۰۸. Salt tolerance of barley induced by the root endophyte *Piriformospora indica* is associated with a strong increase in antioxidants. New Phytologist, ۱۸۰: ۵۰۱-۵۱۰.

Kusaka M., Lalusin A.G. and Fujimura T. ۲۰۰۵. The maintenance of growth and turgor in pearl millet (*Pennisetum glaucum*[L]Leeke) cultivars with different root structures and osmo-regulation under drought stress. Plant Scince, ۱۶۸: ۱-۱۴.

Kumar M., Yadav V., Tuteja N. and Johri A.K. ۲۰۰۹. Antioxidant enzyme activities in mays plants colonized with *Piriformospora indica*. Microbiology, ۱۵۵: ۷۸۰-۷۹۰.

Jenschke G., Brandes B., Kuhn A.J., Schoder W.H., Becker J.S. and Godlbdd D.L. ۲۰۰۰. The mycorrhizal fungus Paxillus in Volutes magnesium to Norway Spruce seedlings. Evidence from stable isotope labeling. Plant and Soil, ۲۲۰: ۲۴۳-۲۴۶.

Nouri Maman D., Lyon J., Mason S.C., Galusha T.D. and Higgins R. ۲۰۰۳. Pearl millet and grain sorghum yield response to water supply in Nebraska. Agronomy Journal, ۹۵: ۱۶۱۸-۱۶۲۴.

Piotrowska A., Dlugosz J., Zamorski R. and Bogdanowicz P. ۲۰۱۲. Changes in Soil and Biological Chemical Properties of an Arable Soil Treated with the Microbial Biofertilizer. Journal of Environmental Studies, ۲۱(۲): ۴۵۵-۴۶۳.

Oelmuller R., Sherameti I., Tripathi S. and Varma A. ۲۰۰۹. *Piriformospora indica*, a cultivable root endophyte with multiple biotechnological applications. Symbiosis, ۴۹: ۱-۲.

Rai M. and Varma A. ۲۰۰۵. Arbuscular mycorrhiza-like biotechnological potential of Piriformospora indica, which promotes the growth of *Adhatoda vasica*. Electronic Journal of Biotechnology, ۸: ۱۰۷-۱۱۱.

Sangtarash M.H., Qaderi M.M., Chinnappa C.C. and Reid D.M. ۲۰۰۹. Differential responses of two Stellaria Longipes ecotypes to ultraviolet-B radiation and drought stress. Flora, ۲۰۴: ۵۹۳-۶۰۳.

Subramanian K.S. and Charest C. ۲۰۰۵. Influence of Arbuscular mycorrhizae on the metabolism of maize under drought Stress. Mycorrhiza, ۵: ۲۷۳-۲۷۸.

Waller F., Achatz B. and Baltruschat H. ۲۰۰۵. The endophytic fungus *Piriformospora indica* reprograms Barley to salt-stress tolerance, disease resistance and higher yield, PNAS ۱۰۲: ۱۳۳۸۶-۱۳۳۹۱.

Uhlirova E., Elhottova D., Triska J. and Santruckova H. ۲۰۰۵. Physiology and microbial community structure in soil at extreme water content. Folia microbiology, ۵۰: ۱۶۱-۱۶۶.

Verma S.A., Varma A., Rexer K.H., Hassel A., Kost G., Sarbhoy A., Bisen P., Butehorn B. and Franken P. ۱۹۹۸. *Piriformospora indica*, gen. et sp. Nov., a new root colonizing fungus. Mycologia, ۹۰ : ۸۹۸-۹۰۵.

Abstract

In order to study the effects of the ability fungus *Panicum miliaceum* L on soil respiration rate, chlorophyll concentration and yield millet, under water stress, the experimental was carried out as a split-plot experimental randomized complete block design with three replications at the Research Station of Agricultural Faculty, of Bu-Ali Sina University, in ۲۰۱۴ was conducted. The results showed the use of *P. indica* soil respiration rate increased compared to control. Water stress decreased concentration of soil respiration. *P. indica* fungi increase the concentration of chlorophyll under conditions of water stress was not. Yield biologic and yield grain of millet under water stress was reduced. But the application of the fungus *P. indica* leads to mitigate the negative effects of water stress and yield were increased. It can be outline from the results of the current experiment that the fungus *P. indica* can to mitigate the negative effects of stress water.

Keywords : Stress water, Endophytic fungus, yield