

## تأثیر قارچ *Glomus hoi*، سطوح مختلف فسفر و تنش خشکی بر تعدادی از صفات فیزیولوژیکی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

حسین علی‌آبادی فراهانی<sup>۱\*</sup>، محمدحسین لباسچی<sup>۲</sup>، امیرحسین شیرانی‌راد<sup>۳</sup>، سیدعلیرضا ولدآبادی<sup>۴</sup>،  
آیدین حمیدی<sup>۵</sup> و علی‌علیزاده سهزایی<sup>۱</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، پست الکترونیک: farahani\_1362@yahoo.com

۲- عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۳- مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

۴- عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال

\* نویسنده مسئول مقاله

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۸۶

تاریخ اصلاح نهایی: تیر ۱۳۸۶

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸۶

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر قارچ *Glomus hoi*، سطوح مختلف فسفر و تنش خشکی بر تعدادی از صفات فیزیولوژیکی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)؛ این تحقیق در سال ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات البرز کرج، وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انجام گرفت. آزمایش مزرعه‌ای به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل دو سطح تنش خشکی که آبیاری بعد از ۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر (شرایط بدون تنش) و آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر (شرایط تنش خشکی) و همچنین کاربرد و عدم کاربرد قارچ میکوریزا، مقادیر صفر، ۳۵ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر بودند. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی بر بازده مصرف آب، میزان آب نسبی و میزان تجمع پرولین در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین بازده مصرف آب با ۰/۴۴۹ کیلوگرم بر متر مکعب و میزان تجمع پرولین با ۶/۷۶۷ میکرومول بر میلی‌لیتر در شرایط تنش و بیشترین میزان آب نسبی با ۹۰/۶ درصد در شرایط بدون تنش بدست آمدند. همچنین نتایج نشان داد که اثر میکوریزا و فسفر بر بازده مصرف آب در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگینها نشان داد که بیشترین بازده مصرف آب به ترتیب با ۰/۳۹۷ و ۰/۴ کیلوگرم بر متر مکعب از کاربرد میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار بدست آمد. تأثیر میکوریزا و فسفر بر میزان آب نسبی و میزان تجمع پرولین معنی‌دار نبود. نتایج این آزمایش نشان داد که بازده مصرف آب و میزان پرولین در شرایط تنش خشکی افزایش یافتند، اما میزان آب نسبی در این چنین شرایطی کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: گشنیز، *Glomus hoi*، فسفر، تنش خشکی، پرولین.

### مقدمه

دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. همچنین استفاده از کودهای بیولوژیک به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد

امروزه استفاده از سیستمهای زراعی کم‌نهاد و ابداع شیوه‌های نوین مدیریت بهره‌برداری از منابع به منظور

فسفر سبب افزایش بازده مصرف آب در گیاه دارویی گشنیز می‌گردد که این چنین نتیجه‌ای نیز در آزمایش‌های Pinior و همکاران (۲۰۰۵) بر روی گشنیز بدست آمد. نتایج آزمایشی نشان داد که تنش خشکی سبب افزایش بازده مصرف آب در گشنیز می‌گردد (Luayza et al, 1996). Kapoor و همکاران (۲۰۰۱) در تحقیقات خود بر روی گیاه گشنیز نشان دادند که قارچ میکوریزا سبب افزایش بازده مصرف آب در این گیاه گردید. بنابراین قارچ میکوریزا با تشکیل یک رابطه همزیستی با ریشه گیاهان، قادر می‌باشد که فسفر و آب را از بافت خاک جذب نموده و آن را در اختیار گیاه قرار دهد. این امر سبب کاهش مصرف کودهای فسفوره در مزارع گردیده بدون آنکه عملکرد کمی و کیفی گیاه کاهش پیدا کند.

### مواد و روشها

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر کاربرد قارچ *Glomus hoi*، سطوح مختلف فسفر و تنش خشکی بر تعدادی از صفات فیزیولوژیکی گیاه دارویی گشنیز، در ایستگاه تحقیقات البرز کرج، وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور اجرا گردید. آزمایش مزرعه‌ای به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل دو سطح تنش خشکی که آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشک تبخیر (شرایط بدون تنش (S<sub>1</sub>)) و آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر (شرایط تنش خشکی (S<sub>2</sub>)) به صورت اسپلیت (در کرت‌های اصلی)، عدم کاربرد قارچ میکوریزا (M<sub>1</sub>) و کاربرد (M<sub>2</sub>) و مقادیر صفر، ۳۵ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل به ترتیب (P<sub>1</sub>، P<sub>2</sub> و P<sub>3</sub>) به صورت فاکتوریل (در کرت‌های فرعی) بودند.

گیاهان یک مسئله مهم در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار است (عباس‌زاده، ۱۳۸۴). این در حالی است که استفاده از کودهای شیمیایی در اکوسیستمهای زراعی نه تنها باعث تخریب ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک می‌شود، بلکه کیفیت محصولات تولید شده را نیز به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این رابطه، گیاه دارویی گشنیز به دلیل داشتن اسانس و ترکیب لینالول، دارای اهمیت بسزایی در صنایع داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی می‌باشد. گشنیز گیاهی است یکساله با ارتفاع بین ۲۰ تا ۱۴۰ سانتیمتر و در طبقه‌بندی گیاهان متعلق به تیره چتریان (Apiaceae)، می‌باشد (Volatil, 2000). از طرفی، گیاهی که به منبع آب پایین دسترسی دارد دارای پرولین آزاد بسیار کمتری می‌باشد به همین دلیل پرولین در گیاهانی که تحت تنشهای سخت قرار می‌گیرند تجمع می‌یابد (Bayer, 2007). Simon- Sarkadi و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیق خود بر روی گیاه دارویی گشنیز دریافتند که تنش خشکی موجب افزایش پرولین در این گیاه دارویی گردیده است. همچنین گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند، فضای بین سلولی و میزان آب در پیکره آنها کاهش یافته تا آب از بافت خاک با نیروی بیشتری وارد گیاه گردد که این امر موجب کاهش میزان آب نسبی در شرایط تنش می‌گردد (خورشیدی و همکاران، ۱۳۸۱). Soriano و همکاران (۲۰۰۱) در بررسیهای خود بر روی گیاه دارویی گشنیز نشان دادند که تنش خشکی سبب کاهش میزان آب نسبی می‌گردد. بیشتر تحقیقاتی که بر روی بازده مصرف آب صورت گرفته است در این جهت می‌باشد که هم بازده مصرف و هم تولید ماده خشک را در سطح بالایی نگه دارند. Ademar و همکاران (۲۰۰۳) دریافتند که کود

فاصله پشته‌ها ۵۰ سانتیمتر و فاصله بوته روی ردیف ۱۱ سانتیمتر و کشت دو ردیفه بکار گرفته شده بود. فاصله بلوکها از هم دیگر ۳/۵ و فاصله کرتها از هم دیگر ۳ متر بود. پس از آماده سازی زمین، ابتدا بذرها توسط مایه تلقیح آغشته به قارچ میکوریزا شدند و سپس در عمق ۱ سانتیمتری کشت گردیدند. در هنگام کاشت، کود سوپر فسفات تریپل به صورت نواری به زمین داده شد و پس از کاشت بذرها، اقدام به آبیاری از طریق لوله‌کشی گردید. برای تعیین میزان آب نسبی از ۱۰ برگ رسیده و جوان استفاده شد. بعد از جدا نمودن برگها از گیاه بلافاصله نمونه‌ها در محیط آزمایشگاهی توسط ترازو (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) توزین شدند (وزن تر) و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار گرفته و در این مدت در محیط آزمایشگاهی با دمای تقریبی ۲۲ درجه سانتیگراد نگهداری شده و دوباره توزین شدند (وزن اشباع)؛ در نهایت برگها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد نگهداری و سپس توزین شد (وزن خشک) و از رابطه زیر مقدار آب نسبی برگ محاسبه گردید (Diaz-Perez et al., 2006):

$$\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن تر برگ} \\ \text{وزن خشک برگ} - \text{وزن آماس شده برگ} = \text{میزان آب نسبی (RWC)}$$

جهت تعیین میزان پرولین ۰/۵ گرم از بافت تازه برگی از هر کدام از تیمارها برداشت گردید. سپس برگها کاملاً در هاون چینی کوبیده و له گشته تا به حالت خمیری درآمد. بر روی خمیر بدست آمده، به میزان ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد افزوده و محلول حاصل را در لوله آزمایش ریخته و حداقل ۲ دقیقه تکان داده شد. جداسازی دو فاز در لوله آزمایش کاملاً مشهود بود. سپس دو فاز

حاصل را از هم جدا نموده و بر تفاله برگ موجود مجدداً ۲ بار دیگر اتانول به میزان ۵ میلی‌لیتر با غلظت ۷۰٪ افزوده گردید. دوباره محلولهای حاصل را تکان داده و دو فاز از هم جدا شد. لوله‌های آزمایشی فوق را در دستگاه سانتریفوژ قرار داده و آن را بر روی ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه تنظیم گردید. بعد از سانتریفوژ نمونه‌ها، بر روی ۱ میلی‌لیتر از محلول بدست آمده ۱۰ سی‌سی آب مقطر اضافه و به هم زده شد. سپس ۵ میلی‌لیتر نین‌هیدرین به نمونه‌ها اضافه گردید. به ازاء هر نمونه گیاهی ۰/۱۲۵ گرم نین‌هیدرین را در ۲ میلی‌لیتر اسید فسفریک ۶ مولار و ۳ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال حل شد. محلول حاصل را به مدت ۱۶ ساعت به کمک مگنت به هم زده و پس از اضافه نمودن نین‌هیدرین، دوباره ۵ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال اضافه گردید. لوله‌های حاصل را در داخل بن‌ماری در ۱۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۵ دقیقه قرار گرفت. بعد از خشک شدن نمونه‌ها، ۱۰ میلی‌لیتر بنزن اضافه و با شیکر به مدت ۰/۵ ساعت تکان داده شد. بعد از آن نمونه‌ها را ۳۰ دقیقه آرام رها کرده تا پرولین در بنزن حل شود. استانداردهای پرولین را در مقادیر ۰، ۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۰۳ و ۰/۰۴ میکرومول بر میلی‌لیتر تهیه و نمونه‌های حاصل و استانداردها در طول موج ۵۱۵ نانومتر با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد و بعد از آن از طریق فرمول درجه اول غلظت پرولین به دست آمد (Balbach & Schmid., 2000). جهت تعیین بازده مصرف آب، آبیاری به طریقه لوله‌کشی صورت گرفت و در هر دوره آبیاری، میزان آب مصرف شده در هر کرت بر حسب متر مکعب اندازه‌گیری شد و از طرفی، در پایان دوره رشد عملکرد ماده خشک تعیین گردید. روشی که به عنوان متداول‌ترین روش اندازه‌گیری بازده مصرف آب

فاصله پشته‌ها ۵۰ سانتیمتر و فاصله بوته روی ردیف ۱۱ سانتیمتر و کشت دو ردیفه بکار گرفته شده بود. فاصله بلوکها از هم دیگر ۳/۵ و فاصله کرتها از هم دیگر ۳ متر بود. پس از آماده سازی زمین، ابتدا بذرها توسط مایه تلقیح آغشته به قارچ میکوریزا شدند و سپس در عمق ۱ سانتیمتری کشت گردیدند. در هنگام کاشت، کود سوپر فسفات تریپل به صورت نواری به زمین داده شد و پس از کاشت بذرها، اقدام به آبیاری از طریق لوله‌کشی گردید. برای تعیین میزان آب نسبی از ۱۰ برگ رسیده و جوان استفاده شد. بعد از جدا نمودن برگها از گیاه بلافاصله نمونه‌ها در محیط آزمایشگاهی توسط ترازو (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) توزین شدند (وزن تر) و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار گرفته و در این مدت در محیط آزمایشگاهی با دمای تقریبی ۲۲ درجه سانتیگراد نگهداری شده و دوباره توزین شدند (وزن اشباع)؛ در نهایت برگها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد نگهداری و سپس توزین شد (وزن خشک) و از رابطه زیر مقدار آب نسبی برگ محاسبه گردید (Diaz-Perez et al., 2006):

وزن خشک برگ - وزن تر برگ

$$\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن آماس شده برگ} = \text{میزان آب نسبی (RWC)}$$

جهت تعیین میزان پرولین ۰/۵ گرم از بافت تازه برگی از هر کدام از تیمارها برداشت گردید. سپس برگها کاملاً در هاون چینی کوبیده و له گشته تا به حالت خمیری درآمد. بر روی خمیر بدست آمده، به میزان ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد افزوده و محلول حاصل را در لوله آزمایش ریخته و حداقل ۲ دقیقه تکان داده شد. جداسازی دو فاز در لوله آزمایش کاملاً مشهود بود. سپس دو فاز

بیشترین میانگین بازده مصرف آب از کاربرد قارچ میکوریزا به میزان ۰/۳۹۷ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد که نسبت به عدم کاربرد به میزان ۰/۳۷۴ کیلوگرم بر متر مکعب برتری داشت (شکل ۳). اثر متقابل کلیه سطوح بر بازده مصرف آب معنی دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگینها نشان داد که بیشترین میانگین بازده مصرف آب از کاربرد قارچ میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به دست آمد که مقدار آن ۰/۴۱۴ کیلوگرم بر متر مکعب بود (شکل ۴). همچنین بیشترین میانگین بازده مصرف آب از کاربرد قارچ میکوریزا در شرایط تنش به میزان ۰/۴۵۸ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد که با تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا و شرایط تنش به میزان ۰/۴۴۱ کیلوگرم بر متر مکعب در یک گروه آماری قرار داشت (شکل ۵). بیشترین میانگین بازده مصرف آب به میزان ۰/۴۶۱ کیلوگرم بر متر مکعب از کاربرد ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش بدست آمد که با تیمارهای کاربرد ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش و تیمارهای عدم کاربرد فسفر در شرایط تنش به ترتیب با مقادیر ۰/۴۵۴ و ۰/۴۳۲ کیلوگرم بر متر مکعب در یک گروه آماری قرار داشت (شکل ۶). همچنین مقایسه میانگینها نشان داد که بیشترین میانگین بازده مصرف آب از کاربرد قارچ میکوریزا، ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش به مقدار ۰/۴۸۴ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد (شکل ۷).

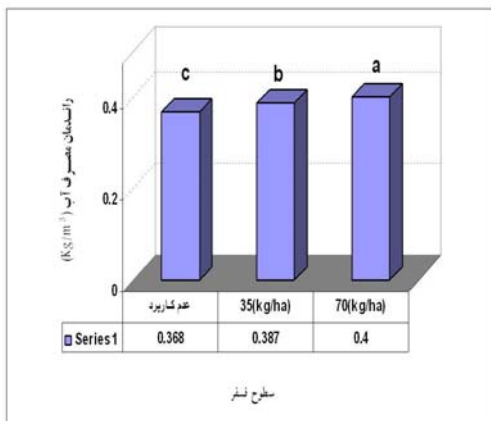
است، از تقسیم عملکرد ماده خشک (بر حسب کیلوگرم) به آب از دست رفته از طریق تبخیر و تعرق (بر حسب مترمکعب) بدست می آید (Cline, 2007).

$$\text{WUE} = \frac{\text{ماده خشک تولیدی}}{\text{میزان آب مصرفی}}$$

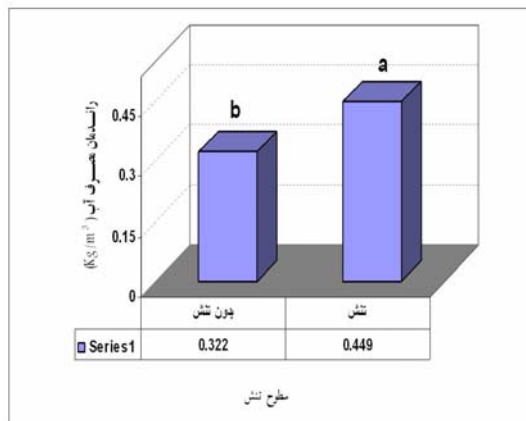
اطلاعات حاصل از طریق برنامه آماری Mstac مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و میانگینها از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند. رسم نمودارها نیز بوسیله نرم افزار Excel صورت گرفت.

## نتایج

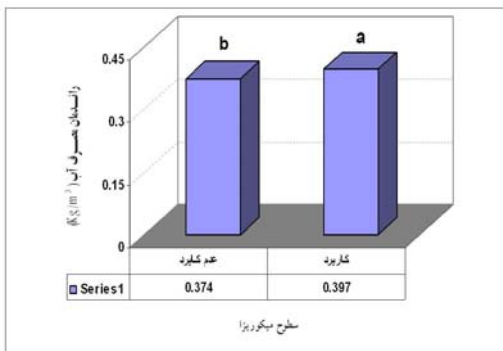
اثر سطوح تنش بر بازده مصرف آب در سطح ۱ درصد معنی دار گردید (جدول ۱). میانگین این صفت در شرایط تنش به میزان ۰/۴۴۹ کیلوگرم بر متر مکعب نسبت به شرایط بدون تنش با میانگین ۰/۳۲۲ کیلوگرم بر متر مکعب برتری داشت (شکل ۱). اثر فسفر بر بازده مصرف آب در سطح ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگینها نشان داد که سطوح مختلف فسفر از لحاظ این صفت در سه گروه آماری واقع شدند، به طوری که کاربرد ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۰/۴ کیلوگرم بر متر مکعب، بالاترین بازده مصرف آب را به خود اختصاص داد (شکل ۲). همچنین اثر قارچ میکوریزا بر بازده مصرف آب در سطح ۵ درصد معنی دار گردید (جدول ۱).



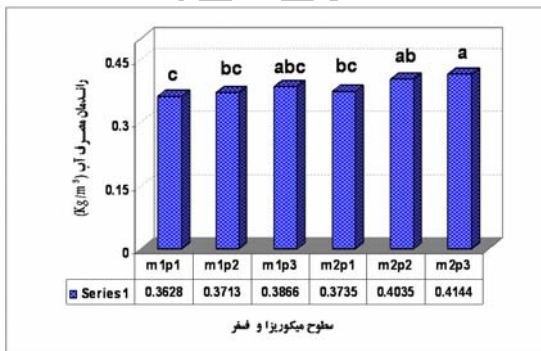
شکل ۲- تأثیر سطوح فسفر بر راندمان مصرف آب



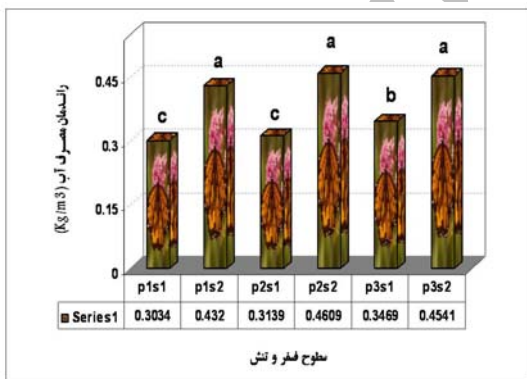
شکل ۱- تأثیر سطوح تنش بر راندمان مصرف آب



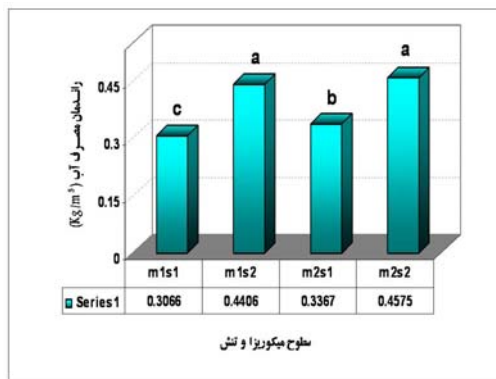
شکل ۳- تأثیر سطوح میکوریزا بر راندمان مصرف آب



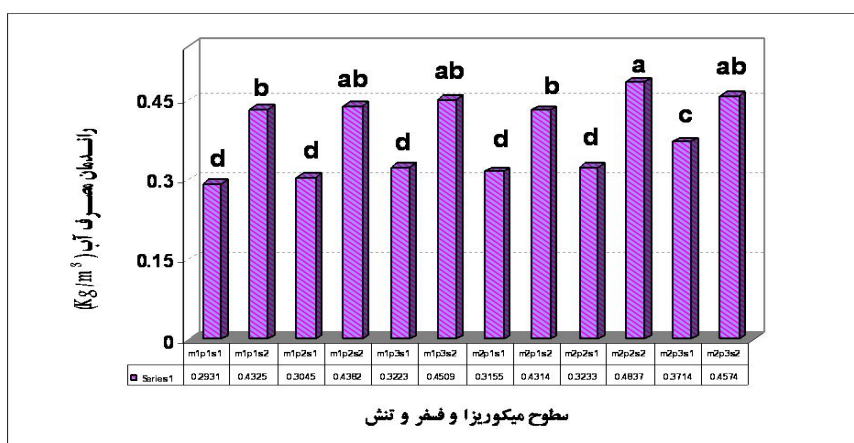
شکل ۴- اثر متقابل سطوح میکوریزا و فسفر بر راندمان مصرف آب



شکل ۵- اثر متقابل سطوح فسفر و تنش بر راندمان مصرف آب



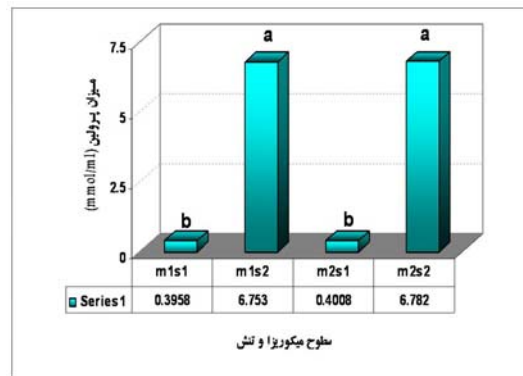
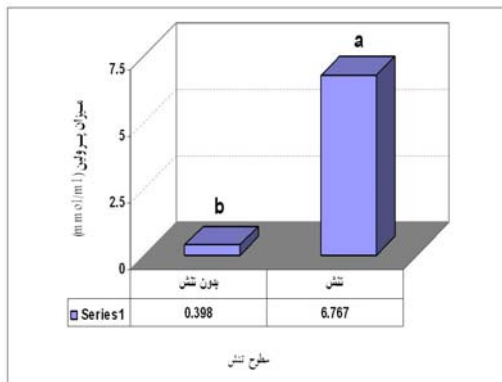
شکل ۶- اثر متقابل سطوح میکوریزا و تنش بر راندمان مصرف آب



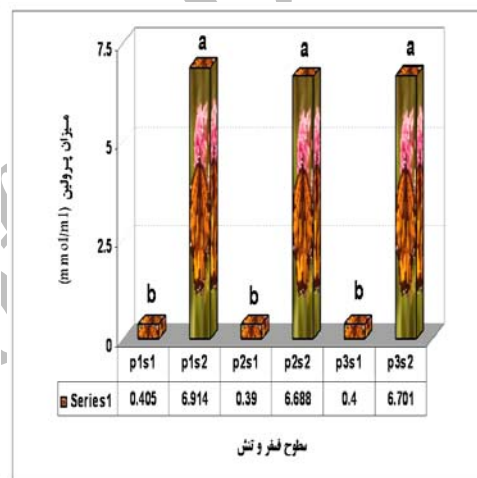
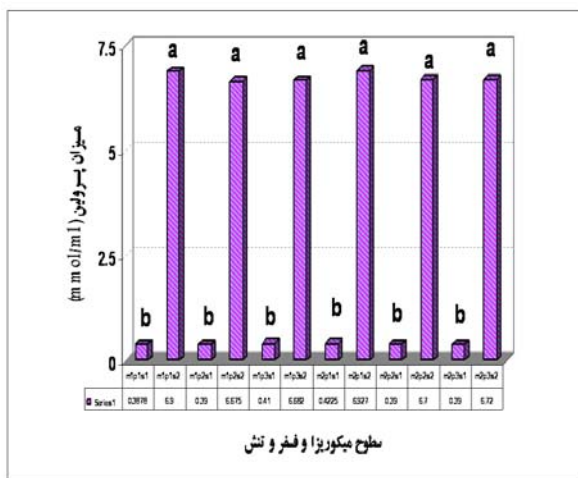
شکل ۷- اثر متقابل سطوح میکوریزا، فسفر و دورآبیاری بر راندمان مصرف آب

تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و عدم کاربرد فسفر در شرایط تنش و تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا و ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش و تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش و تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش و تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش و تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا، فسفر و شرایط بدون تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا، فسفر و شرایط بدون تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا، عدم کاربرد قارچ میکوریزا و ۳۵ کیلوگرم فسفر و شرایط بدون تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا، ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش و شرایط بدون تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش به ترتیب با میانگینهای ۶/۹، ۶/۹۲۷، ۶/۷، ۶/۶۷۵، ۶/۷۸۲ و ۶/۷۲ میکرومول بر میلی‌لیتر در یک گروه آماری، بیشترین تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا، فسفر و شرایط بدون تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا، عدم کاربرد قارچ میکوریزا و ۳۵ کیلوگرم فسفر و شرایط بدون تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش، تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا، ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش و شرایط بدون تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا، ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش و شرایط بدون تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش به ترتیب با میانگینهای ۰/۳۸۷، ۰/۴۲۲، ۰/۳۹، ۰/۳۹، ۰/۴۱ و ۰/۳۹ میکرومول بر میلی‌لیتر در یک گروه آماری، کمترین میزان تجمع پرولین را به خود اختصاص دادند (شکل ۱۱).

اثر سطوح تنش بر میزان پرولین در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میانگین پرولین، از شرایط تنش به میزان ۶/۷۶۷ میکرومول بر میلی‌لیتر بدست آمد که نسبت به آبیاری معمول با میانگین ۰/۳۹۸ میکرومول بر میلی‌لیتر برتری داشت (شکل ۸). نتایج نشان داد که تأثیر فسفر، قارچ میکوریزا و کلیه سطوح اثر متقابل بر میزان پرولین معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگینها نشان داد که بیشترین میانگین تجمع پرولین از کاربرد قارچ میکوریزا و تنش به میزان ۶/۷۸۲ میکرومول بر میلی‌لیتر بدست آمد که با تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا و تنش به میزان ۶/۷۵۳ میکرومول بر میلی‌لیتر در یک گروه آماری قرار داشت (شکل ۹). همچنین بیشترین میانگین تجمع پرولین به میزان ۶/۹۱۴ میکرومول بر میلی‌لیتر از عدم کاربرد فسفر در شرایط تنش بدست آمد که با تیمارهای کاربرد ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش و تیمارهای کاربرد ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار فسفر در شرایط تنش به میزان ۶/۷۰۱ و ۶/۶۸۸ میکرومول بر میلی‌لیتر در یک گروه آماری قرار داشت (شکل ۱۰). مقایسه میانگینها نشان داد که اثر متقابل قارچ میکوریزا، فسفر و دور آبیاری بر میزان پرولین در ۲ گروه آماری جداگانه قرار گرفتند، به طوری که تیمارهای عدم کاربرد میکوریزا و فسفر در شرایط تنش و



شکل ۹- اثر متقابل سطوح میکوریزا و تنش بر میزان تجمع پرولین شکل ۸- تأثیر سطوح تنش بر میزان تجمع پرولین



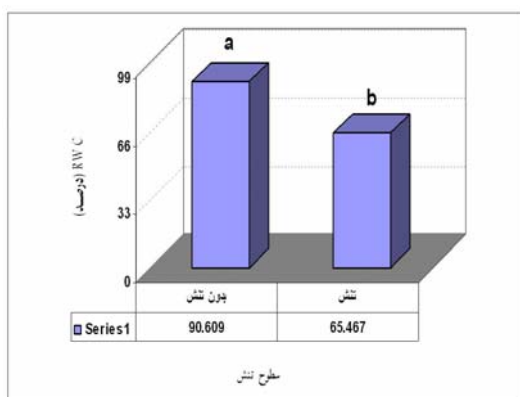
شکل ۱۰- اثر متقابل سطوح فسفر و تنش بر میزان تجمع پرولین شکل ۱۱- اثر متقابل سطوح میکوریزا، فسفر و تنش بر میزان تجمع پرولین

کاربرد فسفر و شرایط بدون تنش بدست آمد که با تیمارهای کاربرد ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش و تیمارهای کاربرد ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش در یک گروه آماری قرار داشت (شکل ۱۴). مقایسه میانگینها نشان داد که اثر متقابل قارچ میکوریزا، فسفر و دور آبیاری بر RWC در ۲ گروه آماری جداگانه قرار گرفتند، به طوری که تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا، فسفر و شرایط بدون تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا، عدم کاربرد فسفر و شرایط بدون تنش، تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا، ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش،

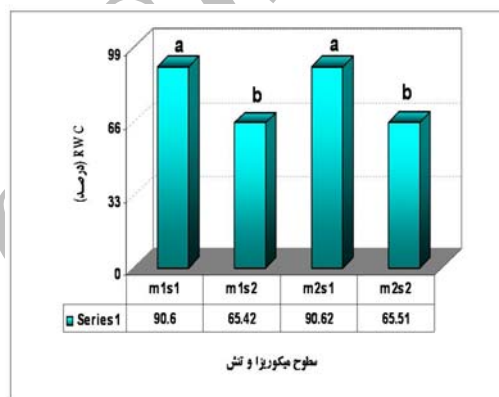
اثر سطوح تنش بر RWC در سطح ۱ درصد معنی دار گردید (جدول ۱). شرایط بدون تنش با میانگین ۹۰/۶ درصد نسبت به شرایط تنش با میانگین ۶۵/۴۸ درصد برتری داشت (شکل ۱۲). نتایج نشان داد که تأثیر قارچ میکوریزا، فسفر و کلیه سطوح اثر متقابل بر RWC معنی دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگینها نشان داد که بیشترین میزان RWC از عدم کاربرد قارچ میکوریزا و شرایط بدون تنش به میزان ۹۰/۶ درصد بدست آمد که با تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و شرایط بدون تنش در یک گروه آماری قرار داشت (شکل ۱۳). همچنین بیشترین میانگین RWC به میزان ۹۰/۶۱ درصد از عدم

عدم کاربرد قارچ میکوریزا و ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش و تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش به ترتیب با میانگینهای ۶۵/۵۵، ۶۵/۵۴، ۶۵/۵۳، ۶۵/۳۷، ۶۵/۲ و ۶۵/۶۱ درصد در یک گروه آماری، کمترین میزان RWC را به خود اختصاص دادند (شکل ۱۵).

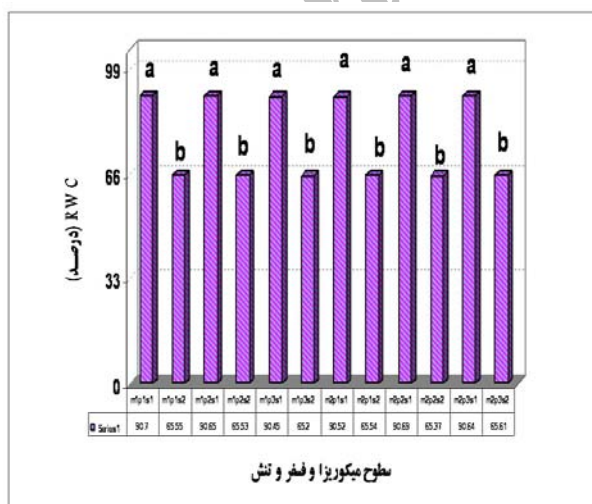
تیمارهای کاربرد میکوریزا، ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش، تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا، ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش و تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و شرایط بدون تنش به ترتیب با میانگینهای ۹۰/۷، ۹۰/۵۲، ۹۰/۶۵، ۹۰/۶۹، ۹۰/۴۵ و ۹۰/۶۴ درصد در یک گروه آماری، بیشترین و تیمارهای عدم کاربرد قارچ میکوریزا و فسفر در شرایط تنش، تیمارهای کاربرد قارچ میکوریزا و عدم کاربرد فسفر در شرایط تنش، تیمارهای



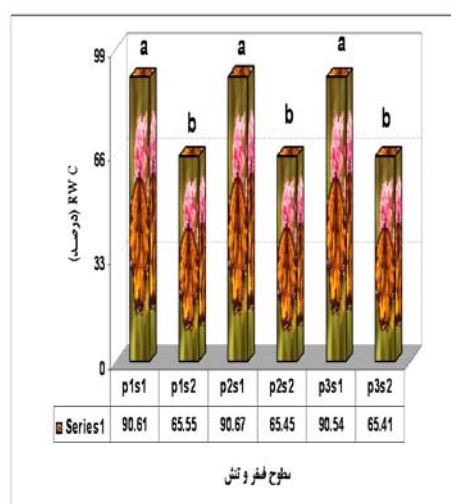
شکل ۱۲- تأثیر سطوح تنش بر RWC



شکل ۱۳- اثر متقابل سطوح میکوریزا و تنش بر RWC



شکل ۱۵- اثر متقابل سطوح میکوریزا، فسفر و تنش بر RWC



شکل ۱۴- اثر متقابل سطوح فسفر و تنش بر RWC



## بحث

همان طور که نتایج بررسی نشان داد قارچ میکوریزا سبب افزایش بازده مصرف آب گردید. دلیل این امر مکانیزم عمل قارچ میکوریزا در جذب فسفر می باشد. ریشه های میکوریزا به دو دسته تقسیم می شوند، تعدادی از آنها وارد سیستم ریشه گیاه شده و سبب کاهش غلظت ABA گردیده و میزان سیتوکینین را افزایش می دهند. این عمل سبب افزایش جذب آب و گسترش سیستم ریشه ای گیاه می گردد. دسته دوم از ریشه ها خارج از سیستم ریشه بوده، این ریشه ها از خود اسیدهای آلی محلول کننده فسفر نظیر اسید مالیک ترشح کرده که جذب فسفر توسط گیاه را افزایش می دهد. این عوامل سبب افزایش عملکرد می شود. هر عاملی که عملکرد را افزایش دهد سبب افزایش بازده مصرف آب می گردد. زیرا بازده، نسبت عملکرد بر میزان آب مصرفی می باشد. این نتیجه با نتایج Kapoor و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت داشت. در نتایج فوق کود فسفر سبب افزایش بازده مصرف آب گردید. زیرا فسفر نقش مهمی را در افزایش عملکرد ماده خشک دارا می باشد و با افزایش عملکرد، می تواند بازده مصرف آب را افزایش دهد. این نتیجه با نتایج Ademar و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت داشت. همچنین، نتایج بیانگر افزایش بازده مصرف آب در شرایط تنش خشکی بود، زیرا وقتی آب برای گیاه کم باشد گیاه با کاهش اندامهای تعرق کننده و افزایش طول ریشه، میزان جذب و تولید مواد را بالا برده و از هدر رفتن آب جلوگیری نموده و از آب به طور بهینه استفاده می نماید که در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری ساخته و بازده مصرف آب افزایش

می یابد. این نتیجه مطابق با نتایج Luayza و همکاران (۱۹۹۶) بود. در رابطه با اثرات متقابل، دیده شد که بیشترین میانگین بازده مصرف آب از کاربرد میکوریزا و ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش بدست آمد، زیرا در این شرایط گیاه برای رشد نیاز به فسفر کافی دارد و فعالیت میکوریزا سبب جذب فسفر گشت. از طرفی کاربرد ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در همین شرایط به دلیل کمبود آب جهت شستشوی فسفر سبب شوری خاک گردیده و گیاه را با تنش املاح مواجه می سازد و در نهایت جذب آب نیز کمتر صورت می پذیرد. این دلایل سبب برتری کاربرد میکوریزا و ۳۵ کیلوگرم فسفر در هکتار در شرایط تنش نسبت به کاربرد ۷۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در همین شرایط بود. نتیجه این آزمایش با نتایج Ekanayake و همکاران (۲۰۰۴) در یک راستا قرار داشت. نتایج نشان داد که تنش خشکی سبب افزایش میزان پرولین گردید. نقش مشخص پرولین تنظیم فشار اسمزی می باشد و از اکسیداسیون درونی سلولها در شرایط تنش جلوگیری می نماید به همین دلیل پرولین در گیاهانی که تحت تنشهای سخت قرار می گیرند تجمع می یابد. این نتیجه با نتایج Bayer (۲۰۰۷) در یک راستا قرار داشت. تنش خشکی همچنین باعث کاهش میزان آب نسبی گردید. با کاهش آب در خاک، گیاه میزان آب پیکره خود را از طریق افزایش مواد اسمزی در درون بافتها به حداقل می رساند تا آب با نیروی بیشتری وارد گیاه شود. همین امر سبب کاهش آب در درون بافتها در شرایط خشکی نسبت به شرایط بدون تنش خشکی می گردد. این نتیجه نیز با نتایج Soriano و همکاران (۲۰۰۱) همخوانی داشت.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس راندمان مصرف آب، میزان تجمع پرولین و RWC در گیاه دارویی گشنیز

میانگین مربعات				
راندمان مصرف آب	میزان تجمع پرولین	RWC	درجه آزادی	منابع تغییرات
۰/۰۱۳*	۰/۰۴۹	۰/۱۳۷	۳	تکرار
۰/۰۰۷*	۰/۰۰۴	۰/۰۳۲	۱	میکوریزا
۰/۰۰۱	۰/۰۶۴	۰/۰۹۷	۳	خطای a
۰/۰۰۴*	۰/۰۷۱	۰/۰۴۸	۲	فسفر
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۸۸	۲	میکوریزا × فسفر
۰/۱۹۵**	۴۸۶/۷۹۵**	۷۵۸۵/۷۴۵**	۱	دور آبیاری
۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۱۵	۱	میکوریزا × دور آبیاری
۰/۰۰۲	۰/۰۵۸	۰/۰۲۴	۲	فسفر × دور آبیاری
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۵۴	۲	میکوریزا × فسفر × دور آبیاری
۰/۰۰۱	۰/۰۴۷	۰/۰۹	۳۰	خطای bc
۸/۱۴	۶/۰۷	۰/۳۹		ضریب تغییرات (%)

\*\* معنی دار در سطح ۱ درصد، \* معنی دار در سطح ۵ درصد

### منابع مورد استفاده

- fungi and water stress on leaf chlorophyll production of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Journal of Food, Agriculture and Environment, 2(2): 190-196.
- Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, G., 2001. Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum* L) to enhance the concentration and quality of essential oil. Journal of the Science of Foot and Agriculture, 82(4): 339-342.
  - Luayza, G., Brevedan, R. and Palomo, R., 1996. Coriander under irrigation in Argentina. Crop Science, 38(5): 1386-1390.
  - Pinior, A., Grunewaldt-Stacker, G., Alten, H. and Strasser, R.J., 2005. Mycorrhizal impact on drought stress tolerance of rose plants probed by chlorophyll a fluorescence, proline content and visual scoring. Mycorrhiza Berlin, 15(8): 596-605.
  - Soriano, M.A., Villalobos, F.J., Fereres, E., Orgaz, F. and Saltin, M., 2001. Response of coriander grain yield to water stress applied during different phenological stages. Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources, 164(3): 515-525.
  - Simon-Sarkadi, L., Kocsy, G., Varhegyi, A., Galiba, G. and Deronde, J.A., 2006. Effect of drought stress at supraoptimal temperature on polyamine concentrations in transgenic coriander with increased proline levels. Indian Journal of Medical Research, 61(11): 833-839.
  - Volatil, O., 2000. Coriander (*Coriandrum sativum* L). Plant Foods for Human Nutrition, 51(2): 167-172.
  - خورشیدی، م.، رحیمزاده، ب.، میرهادی، م. و نورمحمدی، ق.، ۱۳۸۱. بررسی اثرات تنش خشکی در مراحل رشد ارقام سیب زمینی. مجله علوم زراعی ایران، ۴(۱): ۵۹-۴۸.
  - عباسزاده، ب.، ۱۳۸۴. تأثیر سطوح مختلف و روشهای مصرف کود نیتروژن بر میزان اسانس بادرنجبویه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج.
  - Ademar, P., Oliveira, D., Luciana, R., Araujo, D., Jussara, E.M., Mendes, F., Ovidio, R., Dantas, J., Marcelo, S. and DaSilva, M., 2003. Effect of phosphorus fertilization on the yield of coriander in soil with low levels of phosphorus. Horticulture Brasileira, 60(7): 453-456.
  - Balbach, J. and Schmid, F.X., 2000. Proline isomerization and its catalysis in protein folding. Soil Science and Plant Nutrition, 40(2): 339-343.
  - Bayer, C., 2007. Proper proline management needed for effective results. Journal of Medicinal Chemistry, 18 (3): 10-25.
  - Cline, H., 2007. Higher water use efficiency needed for profitable cotton production. Journal of Ornamental Horticulture- New Series, 3(2): 87-90.
  - Diaz-Perez, J.C., Shackel, K.A. and Sutter, E.G., 2006. Relative water content. Annals of Botany, 97(1): 85-96.
  - Ekanayake, I.J., Lyasse, O., Osonubi, O. and Oyetunji, O.J., 2004. The effects of arbuscular mycorrhizal

## The effects of *Glomus hoi* fungi, different levels of phosphorus and drought stress on some physiological characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.)

H. Aliabadi Farahani<sup>1</sup>, M.H. Lebaschi<sup>2</sup>, A.H. Shiranirad<sup>1</sup>, S.A.R. Valadabadi<sup>1</sup>, A. Hamidi<sup>3</sup> and A. Alizadeh Sahzabi<sup>1</sup>

1- Islamic Azad University, Takestan Branch

2- Research Institute of Forest and Rangelands

3- Seed and Plant Certification and Registration Research Institute

### Abstract

In order to study the effects of *Glomus hoi* fungi, different levels of phosphorus and drought stress on some physiological characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.), was conducted at Karaj Research Institute of Forest and Rangelands in 2006. Field experiment was carried out by a split factorial design with 4 replications. The factors were two level drought stress with irrigation after 30 mm water evaporation from evaporation pan (without stress conditions) and irrigation after 60 mm water evaporation (drought stress conditions) and also application and non-application of mycorrhiza, 0, 35 and 70 kg ha<sup>-1</sup> phosphorus fertilizer. The results showed drought stress has significant effect on water use efficiency, relative water content and proline accumulation rate ( $\alpha=1\%$ ). Highest water use efficiency with 0.449 kg m<sup>-3</sup> and proline accumulation rate with 6.767 mmol/ml were achieved under stress conditions and highest relative water content with %90.6 was achieved without stress conditions. Also, the results showed mycorrhiza and phosphorus had significant effects on water use efficiency ( $\alpha=5\%$ ). Comparison of means showed that highest water use efficiency with 0.395 kg m<sup>-3</sup> and 0.4 kg m<sup>-3</sup> was achieved under application of mycorrhiza and application of 70 kg ha<sup>-1</sup> phosphorus, respectively. Relative water content and proline accumulation rate were not significantly affected due to phosphorus and mycorrhiza. The results showed that water use efficiency and proline accumulation rate were increased under drought stress conditions but relative water content decreased.

**Key words:** *Coriandrum sativum*, *Glomus hoi*, phosphorus, drought stress, proline.