کارایی قارچ میکوریز آربسکولار بر تبادلات گازی نهال استبرق (*Calotropis procera* Ait)

بابک پیله‌ور [۱]، محمد بهمنی [۲]، سونیا یوسفی [۳]، احمد اصغرزاده [۴] ، داوود کرتولی‌نژاد [۵]
۱- عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، ۲- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان، ۴- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، ۵- عضو هیات علمی دانشگاه سمنان، دانشکده کویر شناسی

چکیده
تحقیق حاضر با هدف ارتقاء صفات تبادلات گازی نهال استبرق (*Calotropis procera* Ait) با استفاده از میکروارگانیسم مایکوریزی در شرایط گلخانه به مدت پنج ماه بوده است. این آزمایش با دو سطح اینوکلوم (شاهد یا عدم تلقیح، قارچ میکوریز آربسکولار) در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار شکل گرفته است. نتایج نشان داد که بیشترین همزیستی در نهال تلقیح شده میکوریز با ۳۸/۳۱ درصد مشاهده شد. هم چنین بالاترین نرخ فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در تیمار قارچ میکوریز به ترتیب با میزان ۴۳/۵ و ۱۰۰ دیده شد. نرخ تعرق در نهال های تلقیح نشده با میزان ۷۲/۱ و نیز کارایی مصرف آبی در تیمار تلقیح میکوریز با ۴۲۶/۴ بالاترین مقدار را نشان دادند. در کل از تلقیح قارچ‌های میکوریز می‌توان به عنوان رهیافتی نو در بهبود تبادلات گازی نهال‌های استبرق با اهداف چند منظوره در احیای رویشگاه‌های تخریب‌یافته درختچه استبرق مورد پژوهش بیشتری قرار داد.
واژه های کلیدی: میکوریز، تبادلات گازی، کلنیزاسیون و استبرق

مقدمه
گیاه استبرق (*Calotropis procera* Ait.) از تیره استبرقیان (*Asclepiadaceae*) درختچه‌ای دائمی و چندساله است که در بسیاری از نواحی گرم بیابانی جنوب غربی آسیا و ناحیه مدیترانه تا سواحل آفریقا و هم‌چنین در جنوب ایران (خوزستان تا بلوچستان) پراکنش دارد (خائف و همکاران، ۱۳۹۰). در سال‌های اخیر رویکرد در به‌کارگیری میکروارگانیسم‌های ریزوسفری گیاهان از جمله قارچ‌های میکوریزی جهت تحریک و تسریع رشد و نمو گیاهان سوق پیدا کرده است. قارچ‌های میکوریز با اهمیت‌ترین میکروارگانیسم‌های موجود در اغلب خاک‌ها هستند. بر اساس تخمین‌های انجام شده حدود ۷۰درصد توده‌های زنده جامعه میکروبی خاک را، میسلیوم این قارچ‌ها تشکیل می‌دهند. قارچ میکوریز آربسکولار (AMF[۱۳۹]) رایج‌ترین همزیستی میکوریزی است که تقریبا در تمامی جوامع گیاهی از عرصه منابع طبیعی تا اراضی کشاورزی حضوری چشمگیر دارد. میکوریز آربسکولار نوعی بیوتروف‌های اجباری هستند که تاثیر زیادی بر نحوه تکامل سیستم ریشه‌ای گیاهان دارند. تمامی این قارچ‌ها اندام خاصی را به نام آربسکول در پوست ریشه گیاه میزبان به وجود می‌آورند که محل تبادل عناصرغذایی بین دو همزیست می‌باشد. اندام خاص دیگری به نام وزیکول که در واقع محتوی مواد غذایی بوده نقش ذخیره‌ای و کلنیزه کردن گیاه میزبان را بر عهده دارد (Sharma and Johri, ۲۰۰۲).. در پژوهشی گزارش شده است که گیاه *Strophostyles helvala* تلقیح شده با *Glomus mosseae* به طور معنی‌داری وزن‌خشک اندام هوایی و ریشه بیشتری را نسبت به گیاه غیرمیکوریزی دارد (Tasang and Maum, ۱۹۹۹). تحقیقات نشان می‌دهد که بین گیاهان شاهد و تلقیح شده به قارچ میکوریز آربسکولار از نظر رشد و فیزیولوژی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (Krikum and ۱۹۸۰). از آنجا که تاکنون پژوهش خاصی مرتبط با اثرات تلقیح میکروارگانیسمی بر بهبود رشد و فیزیولوژی نهال استبرق در داخل و خارج کشور گزارش نشده است؛ لذا پژوهش حاضر برای اولین بار با به‌کارگیری تلقیح قارچ میکوریز آربسکولار در صدد نیل به اهداف فوق است.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۹۲-۱۳۹۱ به عمل آمد. بدین مقصود، کپسول‌های تازه استبرق در مرداد ماه سال ۹۱ از رویشگاه طبیعی آن در شهرستان تنگستان از توابع استان بوشهر با عرض جغرافیایی (UTM[۱۴۰]) N۳۲۱۳۲۰۶ m و طول جغرافیایی (UTM)۵۲۳۷۰۳ m E و ارتفاع از سطح دریا ۵۸ m جمع‌آوری شد سپس بذور همسان و یکنواخت استبرق را انتخاب و به مدت دو دقیقه در محلول قارچ‌کش Tiram Carboxin (۲ گرم در لیتر) ضدعفونی شد (بذور در شرایط انکوباتور با دمای C۵/۲۲، رطوبت نسبی ۶۵ درصد، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی با ۱۰۰۰Lux نوری در پتردیش‌های سترون جوانه‌دار شدند. طبق دستورالعمل موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، تلقیح بذور با قارچ میکوریز بر اساس نوع تیمار مایه تلقیح میکوریز *Intraradices Glomus* با جمعیت ۲۵۰ propagol/gr انجام شد. بلافاصله بعد از تلقیح، تعداد ۱۰ عدد بذور تلقیح یافته در عمق ۱-۰/۵ سانتی‌متری بستر کشت گلدان قرار گرفت و نیز بستر کشت با ۱۰ گرم پروپاگول قارچ میکوریز آلوده گشت. بذور تلقیح یافته کشت شده در طول مدت زمان ۵ ماهه رشد (آبان - اسفند سال ۹۱) با شرایط گلخانه حداقل و حداکثر

[۱۳۹] Arbuscular Mycorrhizal Fungi
[۱۴۰] Universal Transverse Mercator

پارامترهای دما و رطوبت نسبی گلخانه به ترتیب ۱۸ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد و ۳۲ و ۵۰ درصد، بر اساس ظرفیت زراعی مرجع خاک آبیاری شدند.

اندازه‌گیری و آنالیز داده‌ها

در پایان دوره پنج ماهه رشد (آبان- اسفند سال ۹۱) اقدام به اندازه‌گیری و سنجش پارامترهای فیزیولوژی نهال استبرق گردید. جهت اندازه‌گیری تبادلات گازی، در روز بدون ابر از ساعت نه تا ۱۱ صبح، از هر نهال سه برگ سالم و کاملا توسعه یافته انتخاب و با دستگاه ADC Bio Scientific Ltd, UK اندازه‌گیری شد. درصد کلنیزاسیون ریشه با روش Grind line Intersect تعیین شد (Giovannetti and Mosse, ۱۹۸۰).

تجزیه و تحلیل آماری این پژوهش در قالب طرح پایه آزمایشی کاملاً تصادفی (CRD[۱۴۱]) بود، داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ تجزیه تحلیل، مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری پنج و یک درصد و رسم جداول نیز با نرم افزار Excel ۲۰۰۷ استفاده شد.

نتایج وبحث

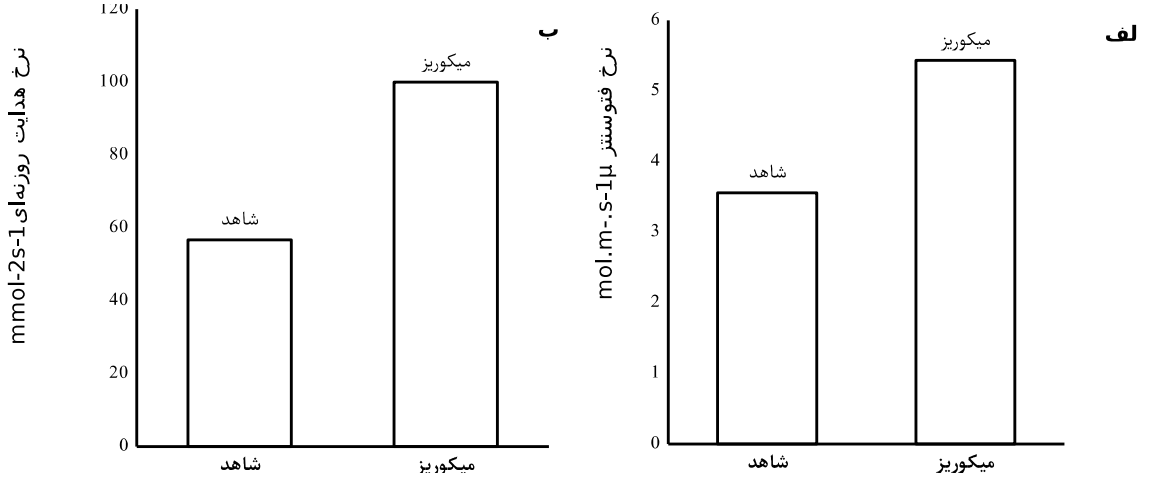
نتایج آنالیز واریانس (One Way-ANOVA) نشان داد که تلقیح قارچ ماکوریزی آربسکولار تاثیر معنی‌داری بر فیزیولوژی نهال استبرق داشت (جدول ۱).

جدول ۱ - تجزیه واریانس اثرات تلقیح قارچ میکوریز بر صفات تبادلات گازی نهال استبرق

منابع تغییر	درجه آزادی	فتوسنتز	هدایت روزنه ای	تعرق	کارایی مصرف ابی
تلقیح	۳	۱۸۱/۶*	۴۴۷۵NS	۴۲/۰*	۳۲۸/۱۸ NS
خطا	۸	۴۳/۱	۱۱۵۰	۰۸۴/۰	۱۷۸/۲
کل	۱۱				

**، * و NSبه ترتیب معنی‌داری در سطح ۱، ۵٪ و عدم معنی‌داری است

مقایسه میانگین دانکن نشان داد که تلقیح قارچ میکوریز منجر به افزایش نرخ فتوسنتز و هدایت روزنه ای نهال های استبرق شدند. به طوری که نسبت به شاهد به ترتیب ۹۵/۵۲ و ۴۹/۷۶ درصد افزایش مشاهده شد (شکل ۱الف و ب).



شکل ۱ - مقایسه میانگین تلقیح میکوریز بر نرخ فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای نهال استبرق(میانگین‌های دارای حروف مشترک در ستون آزمون چند دامنه‌ای دانکن بیانگر عدم تفاوت معنی‌داری است.

[۱۴۱] Complete Randomized Design

نرخ تعرق در نهال‌های بدون تلقیح بالاترین مقدار را نشان داد که در مقایسه با شرایط تلقیح ۲۹/۴۰ درصد افزایش داشت (شکل ۲ الف). کارایی مصرف آبی در نهال‌های تلقیح شده به قارچ میکوریز بالاترین نرخ را نشان دادند که نسبت به شاهد ۵۲/۱۰۴ درصد افزایش دیده شد (شکل ۲ ب).

شکل ۲ - مقایسه میانگین تلقیح میکوریز بر نرخ تعرق و کارایی مصرف آبی نهال استبرق(میانگین‌های دارای حروف مشترک در ستون آزمون چند دامنه‌ای دانکن بیانگر عدم تفاوت معنی‌داری است)

بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق نشان داد که صفات تبادلات گازی نهال استبرق به طور معنی‌داری در سطح آماری (پنج و یک درصد) تحت تاثیر تلقیح قارچ میکوریز قرار می‌گیرد. چ اغلب صفات تبادلات گازی نهال به طوری معنی‌داری تحت تاثیر تلقیح قارچ میکوریز گلوموس اینترارادیسز قرار گرفت که با نتایج Wu و Xia (۲۰۰۶) روی نهال نارنج (Citrus tangerine) هم خوانی داشت. افزایش تبادلات گازی در گیاهان میکوریزی سبب تعدیل گرمایی و کاهش دمای سطح برگ می‌شود (Ruiz-Lozano and Azcon, ۱۹۹۵). Miller (۲۰۰۰) نشان دادند که در گیاهان میکوریزی به دلیل افزایش فتوسنتز و تولید بیشتر مواد فتوسنتزی به ازای واحد آب مصرفی کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد. میکوریز آربسکولار با افزایش سطح ریشه از طریق نفوذ میسلیوم قارچ در خاک و در نتیجه دسترسی گیاه به حجم بیشتری از خاک سبب جذب بیشتر آب و مواد غذایی شده و موجب افزایش فتوسنتز، بهبود رشد و بیومس گیاه می‌گردد (Smith et al., ۲۰۰۳). به طوری که قارچ‌های میکوریز به وسیله افزایش هدایت هیدرولیکی خاک، افزایش نسبت تعرق، کاهش مقاومت روزنه‌ای بوسیله تغییر در تعادل هورمونی گیاه، روابط آبی گیاه را افزایش می‌دهند (Elwan, ۲۰۰۱). گلوموس ورسیفرم به طور معنی‌داری دمای سطح برگ را در نهال‌های نارنج کاهش داده که احتمالا به علت خنک کردن با تبخیر و افزایش سرعت تعرق در نهال‌های میکوریزی بوده است (Wu and Xia, ۲۰۰۶). به طور کلی همزیستی قارچ میکوریزی با گیاهان می‌تواند سبب تحریک رشد گیاه گردد (Deveau et al., ۲۰۰۷). در پایان، با توجه به نتایج حاضر و تحقیق‌های صورت گرفته به نظر می‌رسد که تلقیح قارچ میکوریز گلوموس اینترارادیسز با اثر بخشی هم افزایی آن می‌تواند نقش مهمی در افزایش بهبود تبادلات گازی نهال استبرق داشته باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که تلقیح قارچ میکوریز آربسکولار بیش از پیش به عنوان یک رهیافت نوین و دوستدار محیط زیست در پروژه‌های جنگلکاری و توسعه پایدار رویشگاه‌های روبه تخریب درختچه دارویی و صنعتی استبرق در سطح نهالستانی و اجرایی مورد توجه و پژوهش بیشتری قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از همکاری مسئولین محترم گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی تربیت مدرس، کارشناسان مرکز رشد سازمان تحقیقات و جهاد خودکفایی نیروی دریایی سپاه پاسداران، مرکز تحقیقات منابع طبیعی بوشهر و تمامی کسانی که به نحوی در پیشبرد این تحقیق دخیل بودند بی نهایت سپاسگزاری و قدردانی می‌گردد.

منابع

خائف، ن. تقوایی، م. صادقی، ح و نیازی، ع. ۱۳۹۰. بررسی اثرهای متقابل نور و درجه حرارت بر جوانه زنی بذر استبرق (*Calotropis procera* L). مجله علمی پژوهشی مرتع، ۵(۱) : ۲۶-۱۹.

Deveau A., Palin B., Delaruelle C., Peter M., Kohler A., Pierrat J.C., Sarniguet A., Garbaye J., Martin, F. and Frey-Klett, P. ۲۰۰۷. The mycorrhiza helper *Pseudomonas fluorescens* BBc۶R۸ has a specific effect on the growth, morphology and gene expression of the ectomycorrhizal fungus *Laccaria bicolour* S۲۳۸N. New Phytology. ۱۷۵, ۷۴۳-۷۵۵.

Elwan L.M.۲۰۰۱. Effect of soil water regimes and inoculation with mycorrhizae on growth and nutrients content of maize plants. Zagazig Journal of Agricultural Research, ۲۸:۱۶۳-۱۷۲.
Giovannetti M. and Mosse B. ۱۹۸۰. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytology, ۸۴:۴۸۹-۵۰۰.
Miller M. H. ۲۰۰۰. Arbuscular mycorrhizae and the phosphorus nutrition of maize: Areview of guelph studies. Canadian Journal of Plant Scenceis, ۸۰, ۴۷-۵۲.
Ruiz-Lozano J.M. and Azcon R. ۱۹۹۵. Hyphal contribution to water uptake in mycorrhizal plants as affected by the fungal species and water status. Plant Physiology, ۹۵:۴۷۲-۴۷۸.
Smith SE, Smith FA and Jacobsen I. ۲۰۰۳. Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plant irrespective of growth responses. Plant Physiology ۱۳۳: ۱۶-۲۰.
Tasang A. and Maum M.A. ۱۹۹۹. Mycorrhizal fungi increase salt tolerance of Strophostyles helvola in coastal foredunes. Plant Ecology, ۱۴۴:۱۵۹-۱۶۶.
Wu Q.R. and Xia X ۲۰۰۶. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. Journal of Plant Physiology, ۱۶۳:۴۱۷-۴۲۵.

Abstract

The present study aimed at improving the Gas Exchange Calotropis procera Seedling using Mycorrhizal and bacterium in greenhouse conditions has been carried out for five months. The experiments with four inoculum levels (control or non-inoculated, Mycorrhizal Glomus) in a completely randomized design with three replications was formed. The highest rate root colonization (۳۱.۳۸%) was seen in the mycorrhiza seedling. Maximum rate of photosynthesis and Stomatal conductance respectively ۵.۴۳ and ۱۰۰ in mycorrhiza seedlings was observed compared to control seedlings. Transpiration rate (۱.۷۲) in control seedlings was maximum demonstrated, other hand the maximum water use efficiency (۴.۴۲۶) in mycorrhiza seedlings were detected. In general can be inoculation of integrated Arbuscular Mycorrhizal as a new and practical approach to improve the physiology of Calotropis procera Seedling with multiple purpose in restoration of degraded habitats Calotrope Shrubs Consideration and should be further research.