

تأثیر قارچ‌های *Gigaspora gigantea* و *G. intraradices*, *Glomus mosseae* بر رشد و جذب عناصر غذایی در نهال‌های ارغوان

جواد میرزایی *

گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر قارچ‌های میکوریز بر رشد (ارتفاع، قطر یقه، حجم ریشه، طول ریشه)، بیومس (وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی) و جذب عناصر (نیتروژن، فسفر، پتاسیم در ریشه و اندام هوایی) در گونه ارغوان (*Cercis griffithii*) بود. برای این منظور در شرایط گلخانه‌ای تأثیر سه نوع قارچ *G. intraradices*, *Glomus mosseae* و *Gigaspora gigantea* به همراه شاهد، به مدت ۸ ماه ارزیابی شد. نتایج تحقیق نشان داد که درصد آغستگی ریشه نهال‌ها با قارچ‌های *G. intraradices* و *G. mosseae* بیشتر از قارچ *Gi. gigantea* است. علاوه بر این، ارتفاع، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه نهال‌های تلقیح شده با قارچ *G. mosseae* از سایر نهال‌ها و تیمار شاهد بیشتر بود. در حالی که قطر یقه، طول ریشه و حجم ریشه نهال‌های تلقیح شده با قارچ *G. mosseae* اختلاف معنی‌داری با نهال‌های تلقیح شده با *G. intraradices* نداشت، هر چند از تیمار شاهد بیشتر بود. از سوی دیگر، قارچ‌های مختلف آثار متفاوتی بر جذب عناصر در نهال‌های ارغوان داشتند. به طوری که جذب عنصر پتاسیم در ریشه نهال‌های تلقیح شده با قارچ *Gi. gigantea* از سایر تیمارها بیشتر بود، در حالی که پتاسیم جذب شده در اندام هوایی تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. علاوه بر این، قارچ‌های میکوریزی سبب افزایش جذب فسفر و نیتروژن در اندام هوایی نهال‌ها شد، در حالی که در ریشه نهال‌ها اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از نظر میزان فسفر مشاهده نشد. در حالت کلی، بر اساس نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت که از نظر بهبود شرایط رشدی بین قارچ‌های بررسی شده برای تلقیح به نهال‌های ارغوان، مناسب‌ترین قارچ‌ها به ترتیب *G. mosseae*, *G. intraradices* و *Gi. gigantea* هستند.

واژه‌های کلیدی: ارغوان، جذب عناصر، قارچ میکوریزی آربوسکولار، مورفولوژیک

مقدمه

(Peterson *et al.*, 2004; Read, 1997) که در آن،

قارچ‌ها آب، مواد غذایی، نیتروژن، فسفر و سایر عناصر معدنی را برای گیاه میزبان فراهم می‌کنند و گیاه نیز

میکوریز به همزیستی متقابل بین قارچ‌های موجود در

خاک و ریشه گیاهان عالی گفته می‌شود (Smith and

ریشه می‌دانند. همچنین برخی از محققان نشان دادند که قارچ‌های میکوریزی تأثیر مثبتی بر جذب عناصر دارند. برای مثال، Zhang و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر شش گونه میکوریز از جنس *Glomus* بر نهال گونه جنگلی *Casuarina equisetifolia* ادعا کردند که جذب فسفر در نهال‌های میکوریزی بیشتر بوده است. Giri و همکاران (۲۰۰۵) نیز به بررسی اثر قارچ *G. mosseae* بر جذب فسفر توسط گونه درختی *Cassia siamea* در هند پرداختند و نشان دادند که جذب فسفر در نهال‌های میکوریزی بیشتر است. Liu و همکاران (۲۰۰۷) نیز افزایش جذب فسفر را در نهال‌های *Glycyrrhiza uralensis* گزارش کرده بودند. این محققان ادعا می‌کنند که فسفر در داخل خاک قدرت تحرک کمی دارد؛ بنابراین پس از مدتی از دسترس ریشه گیاه خارج می‌شود. در این شرایط، قارچ‌های میکوریزی با گسترش هیف‌های خود آن را از مناطق دیگر جذب کرده، در اختیار گیاه قرار می‌دهند. افزایش جذب نیتروژن در گیاه *Lavandula spica* توسط قارچ‌های آربوسکولار *G. intraradices* و *G. mosseae* در مناطق نیمه‌خشک مدیترانه‌ای مشاهده شده است (Marulanda et al., 2007). علاوه بر این، افزایش جذب نیتروژن در نهال‌های میکوریزی *Pistacia lentiscus*، *Olea europaea*، *Rhamnus lycioides* و *Retamaspha erocarpa* (Giri et al., 2005)؛ *Cassia siamea* (Caravaca et al., 2005)؛ *Acacia mangium* (Satter et al., 2005)؛ *Glycyrrhiza uralensis* (Liu et al., 2006) نیز دیده شده است. در حالی که برخی محققان ادعا می‌کنند که میکوریز تأثیر معنی‌داری بر جذب عنصر نیتروژن در گونه‌های *Pistacia lentiscus* (Caravaca

et al., 2005). آثار مفید قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار در جذب عناصر غذایی از خاک، افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های محیطی (به ویژه خشکی)، افزایش مقاومت گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا و فواید متعدد دیگری که قارچ‌های میکوریز برای گیاه میزبان خود به همراه دارد، سبب شده است تا بخشی از پژوهش‌ها در سال‌های اخیر به قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار اختصاص داده شود. برای مثال، برخی پژوهشگران نشان داده‌اند که قارچ‌های میکوریزی سبب افزایش وزن خشک ریشه و قسمت هوایی در نهال گیاهان *Pistacia lentiscus*، *Olea europaea*، *Rhamnus lycioides* و *Retamaspha erocarpa* (Giri et al., 2005)؛ *Cassia siamea* (Caravaca et al., 2005)؛ *Juniperus oxycedrus* (Alguacil et al., 2006)؛ *Glycyrrhiza uralensis* (Liu et al., 2007) می‌شوند. Zhang و همکاران (۲۰۱۰) نیز با بررسی اثر شش گونه میکوریز از جنس *Glomus* بر نهال گونه جنگلی *Casuarina equisetifolia* در شرایط گلخانه‌ای نشان دادند که وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی در نهال‌های میکوریزی بیشتر بوده است. علاوه بر این، برخی نیز ادعا کرده‌اند که قارچ‌های میکوریزی تأثیر مثبت در افزایش ارتفاع و قطر نهال گونه‌های درختی *Pistacia lentiscus* (Wu and Xia, 2006a,b)؛ *Retamaspha erocarpa* (Caravaca et al., 2005)؛ *Juniperus oxycedrus* (Liu et al., 2007)؛ *Acacia mangium* (Satter et al., 2005)؛ *Glycyrrhiza uralensis* (Liu et al., 2006)؛ *Casuarina equisetifolia* (Zhang et al., 2010)؛ *Retamaspha erocarpa* (Wu et al., 2010) دارند. آنها افزایش رشد نهال‌های میکوریزی را در نتیجه تأثیر مثبت این قارچ‌ها در جذب آب و عناصر غذایی از مناطقی دور از دسترس

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر قارچ‌های میکوریزی *Glomus mosseae*، *G. intraradices* و *Gigaspora gigantea* بر رشد، بیومس و جذب عناصر در گونه ارغوان در شرایط گلخانه ای انجام گرفت. برای این منظور در گلدان‌های پلاستیکی ۳ کیلویی (۲۵ سانتی متر عرض × ۲۵ سانتی متر ارتفاع) مخلوطی از خاک، شن و کود دامی به نسبت ۱:۱:۲ ریخته شد (جدول ۱). سپس، بذرها را در گلدان‌ها کاشته شدند. برای بررسی تأثیر قارچ‌های میکوریزی، پس از جمع‌آوری قارچ‌های میکوریزی از رویشگاه طبیعی و خالص‌سازی آنها، به مدت چهار ماه در مجاورت ریشه ذرت قرار داده شد تا تکثیر شوند و مایه تلقیح آماده شود. سپس به یک از گلدان‌ها (به استثنای تیمار شاهد) به میزان ۱۰ درصد از مایه تلقیح اضافه گردید. سپس نهال‌های ارغوان به طور یکسان هفته‌ای دو بار با ظرف مخصوص آبیاری گردید. در پایان دوره رویش (پس از ۸ ماه) درصد آغشتگی، رشد ارتفاعی، رشد قطری، طول ریشه، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی و عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام هوایی و ریشه اندازه‌گیری شد (Nunez et al., 2008).

(*Quercus faginea*، *Pinus halepensis* et al., 2002) و *Q. petraea* (Nunez et al., 2008) ندارد. برخی دانشمندان نیز مشاهده کردند که میکوریز باعث افزایش جذب پتاسیم در نهال‌های *Pistacia lentiscus* (Caravaca et al., 2002)، *Acacia mangium* (Satter et al., 2006) و *Lavandula spica* (Marulanda et al., 2007) می‌شود. با این وجود، تاکنون مطالعه‌ای در خصوص تأثیر قارچ‌های میکوریزی و مقایسه میزان تأثیرگذاری این قارچ بر رشد، بیومس و جذب عناصر در گونه ارغوان انجام نشده است.

گونه ارغوان (*Cercis griffithii*) از مهم‌ترین گونه‌های بومی مناطق مدیترانه‌ای است که در زاگرس به صورت طبیعی روی خاک‌های گچی و آهکی گسترش دارد و گرمای آفتاب و خشکی خاک را تحمل می‌کند. این گونه علاوه بر جنگل‌کاری‌های این مناطق، در فضای سبز شهری نیز به خاطر داشتن مقاومت به کم‌آبی، زیبایی منحصر به فرد، رشد مناسب و سازگار به منطقه استفاده می‌شود، در صورتی که تاکنون مطالعه‌ای در زمینه کاربرد میکروارگانیزم‌ها بر رشد این نهال‌ها انجام نشده است. تحقیق حاضر سعی دارد تأثیر قارچ‌های میکوریزی مختلف را بر رشد، بیومس و جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ریشه و اندام هوایی نهال‌های ارغوان در شرایط گلخانه‌ای را ارزیابی نماید.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده. N: نیتروژن، P: فسفر، K: پتاسیم، EC: شوری و pH: اسیدیته

مقدار	شاخص اندازه‌گیری شده	مقدار	شاخص اندازه‌گیری شده
۲۳	مجموع P (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۷/۳	pH (۱:۲/۵)
۵۴	شن (درصد)	۴۱۰	EC (میلی‌موس بر سانتی‌متر)
۲۰	سیلت (درصد)	۰/۲۳۱	مجموع N (درصد)
۲۶	رس (درصد)	۵۳	مجموع K (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

تعیین درصد آغشتگی ریشه: برای این منظور ابتدا، ریشه‌ها را به خوبی شسته و به قطعات یک سانتی متری برش داده شد. سپس آنها را در محلول پتاس ۱۰ درصد و در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد در حمام آب گرم به مدت دو ساعت در حال جوش قرار داده شد، تا کاملاً شفاف شوند. سپس عمل سفید کردن روی ریشه‌ها با استفاده از آب اکسیژنه با غلظت ۳ درصد به مدت ۲ دقیقه و در دمای ۸۵ درجه انجام شد. برای اسیدی کردن ریشه‌ها، آنها را به مدت ۳ تا ۵ دقیقه در محلول کلریدریک اسید ۱ درصد قرار داده شد. از آنجا که حضور اسید برای رنگ آمیزی ضروری است، از این مرحله به بعد نباید ریشه‌ها را با آب شستشو داد. برای رنگ آمیزی، ریشه‌ها را در محلول ۵ درصد آنیلین بلو در لاکتوفنل قرار داده شد و به مدت ۴۵ دقیقه در حمام آب گرم در حال جوش قرار گرفت. سپس با لاکتوفنل عمل رنگ‌بری ریشه‌ها انجام شد. پس از این مرحله، ریشه‌ها رنگ خود را از دست داده و اندام‌های قارچی به رنگ آبی قابل مشاهده هستند. در نهایت، درصد آغشتگی به اندام‌های قارچی تعیین گردید. برای بررسی درصد آغشتگی ریشه از روش Hayman و Phillips (۱۹۷۰) استفاده شد. برای این کار از هر تیمار ۵ تکرار و از هر تکرار ۱۰ قطعه یک سانتی متری از ریشه تهیه شد و درصد آلودگی بررسی گردید.

اندازه‌گیری داده‌ها: در پایان فصل رشد، ارتفاع (توسط خط کش با دقت میلی متر)، قطر یقه (کولیس با دقت میلی متر) اندازه‌گیری شد. سپس تعدادی از نهال‌ها از سطح خاک قطع شد و وزن تر اندام هوایی و ریشه نهال، طول و حجم ریشه آنها تعیین گردید. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک قسمت هوایی و ریشه، به مدت ۹۰ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد

(Sheng et al., 2008). قسمت هوایی و ریشه نهال‌ها جهت آنالیز عناصر و نیز بررسی وضعیت همزیستی قارچ‌ها نگهداری شد. برای اندازه‌گیری میزان نیتروژن در ریشه و اندام هوایی، ۰/۵ گرم از وزن خشک بافت تهیه و با استفاده از دستگاه کج‌جلدال (مدل v50، شرکت طب شهر، ایران) میزان آن بر حسب واحد درصد ثبت شد (Zarinkafsh, 1993). برای اندازه‌گیری فسفر، پس از هضم نمونه‌ها، میزان جذب آن در طول موج ۴۳۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر (مدل T6m، شرکت Drawell، چین) و بر حسب واحد میلی گرم در گرم ثبت گردید. برای اندازه‌گیری پتاسیم، ۲ گرم از نمونه‌های خشک شده به خاکستر تبدیل شد و پس از تهیه محلول رقیق، توسط دستگاه جذب اتمی (مدل ۳۰۰، شرکت Perkin Elmer، آمریکا) مقدار آن بر حسب واحد میلی گرم در گرم اندازه‌گیری شد (Zarinkafsh, 1993).

تحلیل داده‌ها: برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. بدین صورت که پس از تست نرمال بودن و همگنی واریانس داده‌ها، توسط آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف و لون، با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن تأثیر قارچ‌های میکوریزی *G. intraradices*، *G. mosseae* و *Gi. gigantea* بر درصد آغشتگی، رشد ارتفاعی، رشد قطری، طول ریشه، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی و عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام هوایی و ریشه ارزیابی شد.

نتایج

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که قارچ‌های میکوریزی تأثیر معنی داری بر درصد آغشتگی ریشه، قطر یقه، ارتفاع نهال، طول ریشه، حجم ریشه، وزن تر

درصد آغشتگی بیشتری نسبت به قارچ *Gi. gigantea* برخوردار بودند (جدول ۳). همچنین، نهال‌های تلقیح شده با قارچ *G. mosseae* از قطر یقه، ارتفاع، طول ریشه و حجم ریشه بیشتری نسبت به سایر قارچ‌ها برخوردار بودند. علاوه بر این، قارچ‌های میکوریزی سبب افزایش رشد قطری و ارتفاعی نهال‌های ارغوان به ترتیب به میزان ۷۰ و ۳۰۰ درصد شدند (جدول ۳).

اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه، نیتروژن اندام هوایی، نیتروژن ریشه، فسفر اندام هوایی، پتاسیم ریشه نهال‌های ارغوان داشته است ($P < 0/05$)، در حالی که بر فسفر ریشه و پتاسیم اندام هوایی تأثیر معنی‌داری ندارد ($P > 0/05$) (جدول ۲). به طوری که بر اساس نتایج این تحقیق نهال‌های تلقیح شده با قارچ *G. intraradices* و *G. mosseae* از

جدول ۲- آنالیز واریانس اثر قارچ‌های میکوریزی بر آغشتگی، رشد، بیومس و جذب عناصر در اندام هوایی و ریشه نهال‌های ارغوان

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون f
آغشتگی (درصد)	بین گروه‌ها	۲	۲۸۸۱/۸	۱۱/۹۱**
	درون گروه‌ها	۲۸	۳۳۸۵/۴	
قطر برابر سینه (میلی‌متر)	بین گروه‌ها	۳	۱۲/۰۱	۶/۸۷**
	درون گروه‌ها	۳۸	۲۲/۱۳	
ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	بین گروه‌ها	۳	۳۹۱۵/۵	۲۸/۸۶**
	درون گروه‌ها	۳۸	۱۷۱۸/۳	
طول ریشه (سانتی‌متر)	بین گروه‌ها	۳	۵۸۱۸/۱	۵/۰۲۲**
	درون گروه‌ها	۳۸	۱۴۶۷۴	
حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب)	بین گروه‌ها	۳	۴۲۰/۴	۲۵/۶۳**
	درون گروه‌ها	۳۸	۲۰۷/۷	
وزن تر اندام هوایی (گرم)	بین گروه‌ها	۳	۷۴۱/۵	۲۴/۵۱**
	درون گروه‌ها	۳۸	۳۸۳/۱	
وزن تر ریشه (گرم)	بین گروه‌ها	۳	۸۳۱/۵	۴۰/۴**
	درون گروه‌ها	۳۸	۲۶۰/۲	
وزن خشک اندام هوایی (گرم)	بین گروه‌ها	۳	۲۴۷/۶	۱۷/۳۳**
	درون گروه‌ها	۳۸	۱۸۰/۹	
وزن خشک ریشه (گرم)	بین گروه‌ها	۳	۳۸۰/۱	۱۹/۸**
	درون گروه‌ها	۳۸	۲۴/۳	
نیتروژن اندام هوایی (درصد)	بین گروه‌ها	۳	۲۵/۶۲	۳/۶۹ **
	درون گروه‌ها	۳۸	۸۷/۷	
نیتروژن ریشه (درصد)	بین گروه‌ها	۳	۱۰۳/۵	۶/۱ **
	درون گروه‌ها	۳۸	۲۱۳/۵	
فسفر اندام هوایی (میلی‌گرم در گرم)	بین گروه‌ها	۳	۱۷	۶/۳۷ **
	درون گروه‌ها	۳۸	۳۳/۷	
فسفر ریشه (میلی‌گرم در گرم)	بین گروه‌ها	۳	۷/۸	۱/۷۸ ns
	درون گروه‌ها	۳۸	۵۵/۶	
پتاسیم اندام هوایی (میلی‌گرم در گرم)	بین گروه‌ها	۳	۹/۷	۱/۱۹ ns
	درون گروه‌ها	۳۸	۱۰۳/۳	
پتاسیم ریشه (میلی‌گرم در گرم)	بین گروه‌ها	۳	۹۱	۳/۲۳ *
	درون گروه‌ها	۳۸	۳۵۶/۷	

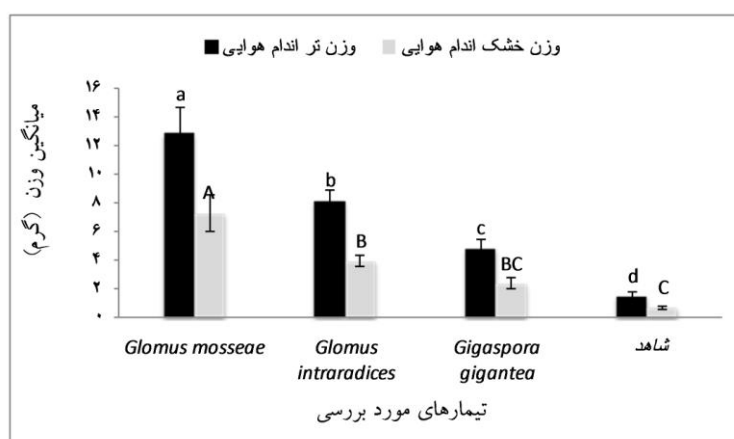
جدول ۳- مقایسه میانگین‌های درصد آغشتگی و شاخص‌های رشد بین قارچ‌های مختلف میکوریزی (مقادیر، میانگین \pm اشتباه معیار است). حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح $P=0/05$ است).

تیمار	کلونیزاسیون (درصد)	قطر (میلی متر)	ارتفاع (سانتی متر)	طول ریشه (سانتی متر)	حجم ریشه (سانتی متر مکعب)
<i>Glomus mosseae</i>	۵۹/۹ ^a ±۲/۳۵	۳/۵۵ ^a ±۰/۲۸	۳۴/۹ ^a ±۲/۶	۹۰/۳ ^a ±۵/۴۱	۱۱ ^a ±۰/۸۴
<i>G. intraradices</i>	۵۲/۲ ^a ±۳/۳۷	۳/۰۴ ^{ab} ±۰/۲۴	۲۳/۸۱ ^b ±۲/۲	۱۰۵ ^a ±۴/۴۲	۹/۵۴ ^{ab} ±۰/۸۴
<i>Gigaspora gigantea</i>	۳۶/۴ ^b ±۳/۹۶	۲/۶۱ ^{bc} ±۰/۲۳	۱۸/۷۵ ^b ±۲/۲	۹۷/۵ ^{ab} ±۸/۲۴	۷/۵ ^b ±۰/۶۷
شاهد	۰	۲/۱ ^c ±۰/۱۷	۸/۰۴ ^c ±۰/۹۹	۷۳/۸۱ ^b ±۵/۸۵	۲/۷ ^c ±۱/۵۶

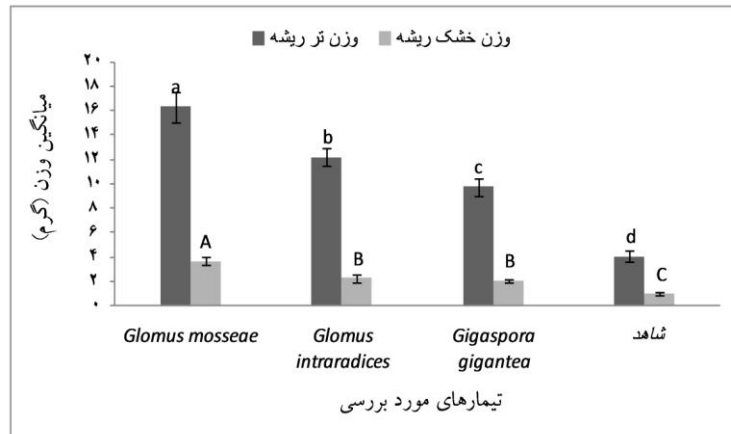
همچنین نتایج نشان داد که وزن خشک اندام هوایی و ریشه در نهال‌های تلقیح شده با قارچ میکوریزی *G. mosseae* نسبت به سایر قارچ‌ها به ترتیب به میزان ۱۴۰ و ۷۳ درصد و نهال‌های شاهد به ترتیب به میزان ۹۰۰ و ۲۸۰ درصد بیشتر بود (شکل‌های ۱ و ۲).

عناصر غذایی: میزان نیتروژن در اندام هوایی و ریشه نهال‌های تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، اما از تیمار شاهد بیشتر بودند (شکل ۳). همچنین، میزان پتاسیم نیز

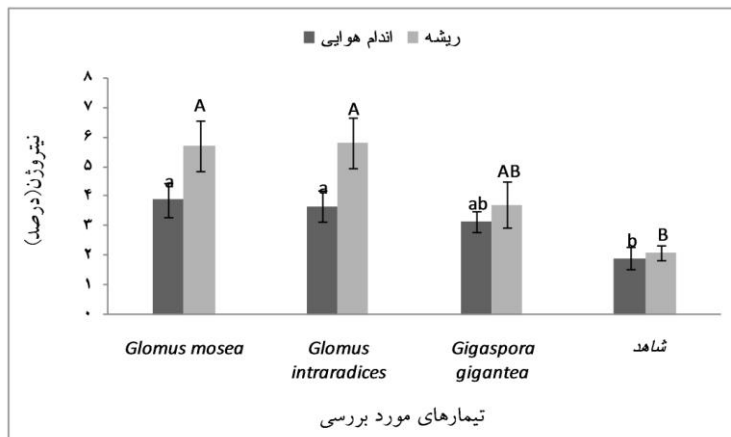
در اندام هوایی نهال‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشت، هر چند میزان آن در نهال‌های تلقیح شده با قارچ *Gi. gigantea* بیشتر از سایر قارچ‌ها بود (شکل ۴). مقایسه میزان فسفر در اندام هوایی نهال‌ها نیز نشان داد که قارچ‌های *G. mosseae* و *G. intraradices* نسبت به قارچ *Gi. gigantea* و آن هم نسبت به نهال‌های شاهد از میزان بیشتری برخوردار بود، هر چند که در ریشه آنها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۵).



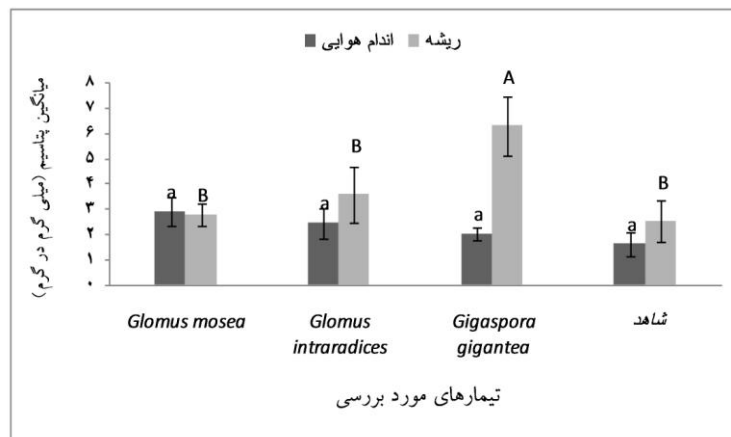
شکل ۱- مقایسه میانگین وزن تر و خشک اندام هوایی نهال‌های ارغوان در بین تیمارها (مقادیر، میانگین \pm اشتباه معیار است). حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح $P=0/05$ است).



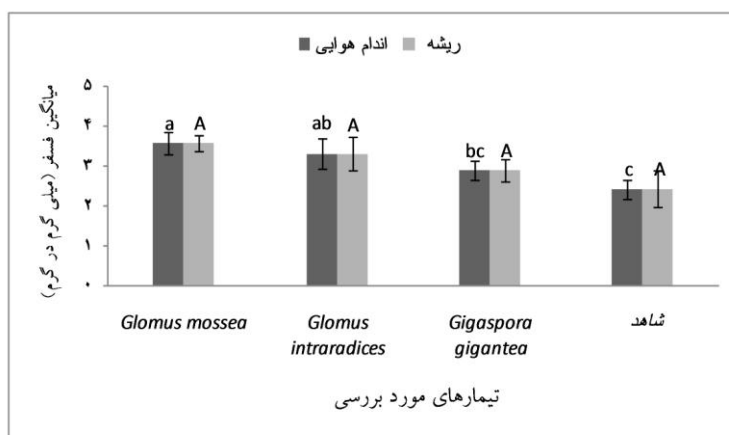
شکل ۲- مقایسه میانگین وزن تر و خشک ریشه نهال‌های ارغوان در بین تیمارها (مقادیر، میانگین \pm اشتباه معیار است). حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح $P=0.05$ است.



شکل ۳- مقایسه میانگین نیترژن در ریشه و اندام هوایی نهال‌های ارغوان در بین تیمارها (مقادیر، میانگین \pm اشتباه معیار است). حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح $P=0.05$ است.



شکل ۴- مقایسه میانگین پتاسیم در ریشه و اندام هوایی نهال‌های ارغوان در بین تیمارها (مقادیر، میانگین \pm اشتباه معیار است). حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح $P=0.05$ است.



شکل ۵- مقایسه میانگین فسفر در ریشه و اندام هوایی نهال‌های ارغوان در بین تیمارها (مقادیر، میانگین \pm اشتباه معیار است). حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح $P=0.05$ است.

بحث

دیگر، قارچ‌های میکوریز باعث افزایش ارتفاع و قطر نهال‌های ارغوان شدند. افزایش رشد ارتفاعی و قطری نهال‌های میکوریز در مقایسه با نهال‌های غیر میکوریز در پژوهش‌های دیگران نیز گزارش شده است. برای مثال، Caravaca و همکاران در سال ۲۰۰۲ نشان دادند که قارچ‌های میکوریز باعث افزایش ارتفاع نهال‌های *Pistacia lentiscus* می‌شوند. علاوه بر این، افزایش ارتفاع نهال‌های تلقیح شده *Olea europae* و *Rhamnus lysiodis* در مطالعه Palenzuela و همکاران (۲۰۰۲) نیز دیده شده است. افزایش قطر و ارتفاع نهال‌های *Myrtus communis* (Matosevic et al., 1979) و *Retama sphaerocarpa* (Caravaca et al., 1979) و *Citrus tangerine* (Wu and Xia, 2003) و *Calophyllum hosei* (Ploiarium و 2006a) و *alternifolium* (Turjaman et al., 2006)، و *Glycyrrhiza glabra* (Orujei et al., 2013) و *Catharanthus roseus* (Rahmatzadeh et al., 2013) در اثر همزیستی با قارچ‌های میکوریز نیز گزارش شده است.

قارچ‌های میکوریز با افزایش حجم خاک قابل استفاده به وسیله ریشه‌های قارچ، افزایش رشد ریشه گیاه و ایجاد مسیرهایی با مقاومت کم برای عبور آب به سمت ریشه، باعث تسهیل در جذب آب و عناصر غذایی می‌شود و مواد معدنی را به مواد قابل استفاده تبدیل می‌کند و در نهایت رشد گیاه را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار می‌دهد. در پژوهش حاضر مشخص گردید که قارچ میکوریزی *G. mosseae* سبب افزایش بیشتری در ارتفاع، وزن خشک اندام هوایی و ریشه نهال‌های تلقیح شده نسبت به سایر قارچ‌ها و تیمار شاهد شده است. در این زمینه برخی محققان نشان دادند که قارچ مذکور سبب افزایش رشد و بیومس در نهال‌های *Asparagus officinalis* (Chao et al., 2012) و *Casuarina equisetifolia* (Zhang et al., 2010) شده است. از نظر قطر، طول ریشه و حجم ریشه بین *G. mosseae* و *G. intraradices* اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، هر چند که نهال‌های تلقیح شده با قارچ‌ها از تیمار شاهد از میزان بیشتری برخوردار بودند. به بیان

Pinus، (Wang et al., 2012) *Trifolium pretense*، *Q. petraea* و *Quercus faginea halepensis* و *Citrus tangerine*، (Nunez et al., 2008) *Jatropha curcas* در مقایسه با نهال‌های غیر میکوریز آنها نیز گزارش شده است که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. همچنین، افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه نهال‌های میکوریز *Zizyphs spinosus* (Jinying et al., 2007) و *Casuarina equisetifolia* (Zhang et al., 2010) نیز مشاهده شده است. همچنین Yao و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند که میکوریز سبب افزایش وزن تر ساقه *Poncirus trifoliata* می‌شود. افزایش جذب آب و عناصر غذایی توسط قارچ‌های میکوریزی همزیست، سبب افزایش رشد قطری و ارتفاعی نهال‌های ارغوان شده، در نتیجه بیومس آنها افزایش می‌یابد.

علاوه بر این، در تحقیق حاضر با بررسی تأثیر قارچ‌های مختلف بر جذب عناصر در نهال‌های ارغوان مشخص شد که جذب عنصر پتاسیم در ریشه نهال‌های تلقیح شده با قارچ *Gi. gigantea* از سایر تیمارها بیشتر بود، در حالی که در پتاسیم جذب شده در اندام هوایی تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین، قارچ‌های میکوریز سبب افزایش انتقال فسفر و نیتروژن در اندام هوایی نهال‌ها شدند، در حالی که در ریشه نهال‌ها اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از نظر میزان فسفر مشاهده نشد. افزایش جذب نیتروژن در نهال‌های میکوریز *Olea europaea*، *Retama*، *Pistacia* و *Rhamnus lycioides sphaerocarpa*، *Cassia*، (Caravaca et al., 2005) *lentiscus*، *Aster tripolium*، (Giri et al., 2005) *siamea*

و *Caravaca* و همکاران (۲۰۰۲) نیز با مطالعه قطر یقه نهال‌های *Pistacia lentiscus* تفاوت معنی‌داری بین نهال‌های میکوریز و نهال‌های غیر میکوریز مشاهده نکردند. قارچ‌های میکوریز با گسترش هیف‌های خود سطح قابل جذب را افزایش داده و قادرند آب و عناصر غذایی به ویژه فسفر که قدرت تحرک کمی دارند را در اختیار نهال‌های ارغوان قرار دهند و به همین علت این سبب افزایش رشد ارتفاعی و قطری نهال‌های ارغوان شده‌اند. علاوه بر این، نهال‌های تلقیح شده با قارچ میکوریز *G. mosseae* دارای وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه بیشتری نسبت به سایر قارچ‌ها بودند. Chao و همکاران (۲۰۱۲) نیز با مطالعه تأثیر قارچ مذکور بر بیومس نهال‌های *Asparagus* به این نتیجه رسیدند که قارچ میکوریز *G. mosseae* سبب افزایش بیومس نهال‌ها شده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. قارچ‌های میکوریز با گسترش هیف‌های خود در خاک، جذب عناصر غذایی و آب از فواصل دور تا ۱۲ متر (Abbott and Robson, 1985) باعث افزایش ارتفاع، قطر و بیومس بخش‌های هوایی نهال به ترتیب به میزان ۷۰، ۳۰۰ و ۹۰۰ برابر نسبت به نهال‌های شاهد شدند. افزایش وزن خشک ساقه و ریشه نهال‌های میکوریزی *Retama sphaerocarpa* (Caravaca et al., 2003) *Cassia siamea*، (Giri et al., 2005) *Retama*، *Pistacia lentiscus*، *Olea europaea* (Caravaca *Rhamnus lycioides* و *sphaerocarpa* (Choi et al., *Pinus densiflora* et al., 2005) (Alguacil et al., *Juniperus oxycedrus*، 2005) (Liu et al., 2007) *Glycyrrhiza uralensis*، (Marulanda et al., 2007) *Lavandula spica*

بودن حجم ریشه های آغشته به میکوریز ارغوان نسبت به ریشه های غیر میکوریز آنها و در نتیجه، افزایش سطح قابل دسترس خاک باعث شده است که هیف‌ها فسفر را از مناطق دورتر و خارج از دسترس گیاه جذب نموده و در دسترس گیاه قرار دهند (Abbott and Robson, 1985) و به همین جهت میزان جذب فسفر در اندام هوایی و ریشه نهال‌ها افزایش یابد.

جمع‌بندی

در مجموع می‌توان گفت که بین قارچ‌های میکوریزی مطالعه شده برای همزیستی با گونه درختی ارغوان به ترتیب گونه‌های *G. mosseae*، *G. intraradices* و *Gi. gigantea* پیشنهاد می‌گردد. همچنین، با توجه به تأثیر مفیدی که قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در جذب عناصر غذایی، افزایش رشد قطری، ارتفاعی و سایر شاخص‌های مورفولوژیک نهال‌های ارغوان در مقایسه با تیمار شاهد، آغشته کردن نهال‌های مذکور با قارچ‌های میکوریزی، می‌توان به عنوان راهکاری در افزایش موفقیت نهال‌کاری‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک زاگرس پیشنهاد داد.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام و اداره کل منابع استان ایلام به خاطر فراهم نمودن امکان این تحقیق سپاسگزاری نمایند. همچنین از همکاری‌های ارزشمند سرکار خانم دکتر معصومه نوروزی و خانم مهندس افروز هواسی برای تحلیل عناصر و آقای دکتر مهدی حیدری در ویرایش مقاله تشکر و قدردانی می‌گردد.

(Satter et *Acacia mangium* و (Neto et al., 2006) *al.*, 2006) نسبت به نهال‌های غیر میکوریز آنها، در پژوهش‌های مشابه نیز گزارش شده است. اما با این حال اختلاف معنی‌داری بین نهال‌های میکوریز و غیر میکوریز *Quercus faginea*، *Pinus halepensis* و *Arbutus unedo*، (Nunez et al., 2008) *Q. petraea* *Pistacia lentiscus* و (García et al., 2010) (Caravaca et al., 2002) مشاهده نشده است. برخی پژوهشگران نیز با مطالعه میزان جذب عناصر در نهال‌های *Pistacia lentiscus* (Caravaca et al., 2002) *Retama sphaerocarpa*، (Caravaca et al., 2002) *Retama sphaerocarpa*، *Olea europaea*، (2003) *Pistacia lentiscus* و *Rhamnus lycioides* (Giri et *Cassia siamea*، (Caravaca et al., 2005) (Alguacil et *Juniperus oxycedrus al.*, 2005) (Satter et al., *Acacia mangium al.*, 2006) *Q.*، *Quercus faginea*، *Pinus halepensis*، (2006) *Poncirus*، (Nunez et al., 2008) *petraea* *Mimosa L.*، (Wu et al., 2009) *trifoliata* *Casuarina* و (Camargo-Ricalde et al., 2010) *equisetifolia* (Zhang et al., 2010) نشان دادند که قارچ‌های میکوریز سبب افزایش جذب عنصر فسفر شده است. فسفر در داخل خاک بیشتر به صورت ترکیبات معدنی غیر محلول است و شکل محلول آن بسیار ناچیز است. بنابراین حرکت توده‌ای آن به سمت ریشه نمی‌تواند تأمین‌کننده همه فسفر مورد نیاز گیاه باشد و به همین دلیل پیش از مدت زمان کوتاهی، در اطراف ریشه گیاه، غلظت فسفر کم شده و گیاه قادر به جذب آن نیست (Smith and Read, 1997). بیشتر

منابع

- Abbott, L. K. and Robson, A. D. (1985) Formation of external hyphae in soil by four species of vesicular-arbuscular mycorrhizal Fungi. *New Phytologist* 99: 245-255.
- Alguacil, M., Caravaca, F., Diaz-Vivancos, P., Hernandez, J. A. and Roldan, A. (2006) Effect of arbuscular mycorrhizae and induced drought stress on antioxidant enzyme and nitrate reductase activities in *Juniperus oxycedrus* L. grown in a composted sewage sludge-amended semi-arid soil. *Plant and Soil* 279: 209-218.
- Camargo-Ricalde, S. L., Montano, N. M., Reyes-Jaramillo, I., Jimenez-Gonzalez, C., Dhillion, S. S. (2010) Effect of mycorrhizae on seedlings of six endemic *Mimosa* L. species (Leguminosae-Mimosoideae) from the semi-arid Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico. *Trees* 24: 67-78.
- Caravaca, F., Alguacil, M. M., Barea, J. M. and Roldan, A. (2005) Survival of inocula and native AM fungi species associated with shrubs in a degraded Mediterranean ecosystem. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 227-233.
- Caravaca, F., Barea, J. M., Palenzuela, J., Figueroa, D., Alguacil, M. M. and Roldan, A. (2003) Establishment of shrubs species in a degraded semiarid site after inoculation with native or allochthonous arbuscular mycorrhizal Fungi. *Applied Soil Ecology* 22: 103-111.
- Caravaca, F., Barea, J. M., Roldan, A. (2002) Synergistic influence of an arbuscular mycorrhizal fungus and organic amendment on *Pistacia lentiscus* L. seedlings afforested in a degraded semiarid soil. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 1139-1145.
- Chao, S., Chao-xing, H., Xian-Chang, Y., Zhi-Bin, Z., Yan-Su, L. and Yan, Y. (2012) Effects of *Glomus mosseae* on *Asparagus* seedling growth and mineral nutrients absorption. *China Vegetable* 1(6): 41-47.
- Choi, D. S., Qureshi, A. M., Maruyama, Y., Jin, H. O. and Koike, T. (2005) Effect of ectomycorrhizal infection on growth and photosynthetic of *Pinus densiflora* seedling grown under elevated CO₂ concentrations. *Photosynthetica* 43(2): 223-229.
- García, A. N., Árias, S. P. B., Morte, A. and Sánchez-Blanco, M. J. (2011) Effects of nursery preconditioning through mycorrhizal inoculation and drought in *Arbutus unedo* L. plants. *Mycorrhiza* 21(1): 53-64.
- Giri, B., Kapoor, R. and Mukerji, K. G. (2005) Effect of the arbuscular mycorrhizae *Glomus fasciculatum* and *G. macrocarpum* on the growth and nutrient content of *Cassia siamea* in a semi-arid Indian wasteland soil. *New Forests* 29: 63-73.
- Jinying, L., Min, L., Yongmin, M. and Lianying, S. (2007) Effects of vesicular arbuscular mycorrhizae on the drought resistance of wild jujube (*Zizyphs spinosus* Hu) seedlings. *Frontiers of Agriculture in China* 1(4): 468-471.
- Kumar, A., Sharma, S. and Mishra, S. (2010) Influence of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi and salinity on seedling growth, solute accumulation, and mycorrhizal dependency of *Jatropha curcas* L.. *Plant Growth Regulation* 29: 297-306.
- Liu, J., Wu, L., Wei, S., Xiao, X., Su, C., Jiang, P., Song, Z., Wang, T. and Yu, Z. (2007) Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth, nutrient uptake and glycyrrhizin production of licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch). *Plant Growth Regulation* 52: 29-39.
- Marulanda, A., Porcel, R., Barea, J. M. and Azcon, R. (2007) Drought tolerance and antioxidant activities in lavender plants colonized by native drought-tolerant or drought-sensitive *Glomus* species. *Microbial Ecology* 54: 543-552.
- Matosevic, I., Costa, G. and Givovannetti, M. (1997) The mycorrhizal status of Mediterranean shrub

- Myrtus communis* L.. Mycorrhiza 7: 51-53.
- Neto, D., Carvalho, L. M., Cruz, C. and Martins-Loucao, M. A. (2006) How do mycorrhizas affect C and N relationships in flooded *Aster tripolium* plants?. Plant and Soil 279: 51-63.
- Nunez, J. A. D., Gonzalez, R. P., Barreal, J. A. R. and Gonzalez, J. A. S. O. (2008) The effect of *Tuber melanosporum* Vitt. Mycorrhization on growth, nutrition, and water relations of *Quercus petraea* Liebl., *Quercus faginea* Lamk. and *Pinus halepensis* Mill. seedlings. New Forest 35: 159-171.
- Orujei, Y., Shabani, L., Sharifi Tehrani, M., Aghababaei, F. and Enteshari, Sh. (2013) Dual effects of two mycorrhizal fungi on production of glycyrrhizin total phenolic and total flavonoids compounds in roots of *Glycyrrhiza glabra* L.. Iranian Journal of Plant Biology 17: 75-89 (in Persian).
- Palenzuela, J., Azcon, C., Figueroa, D., Caravaca, F., Roldan, A. and Barea, J. M. (2002) Effects of mycorrhizal inoculation of shrubs from Mediterranean ecosystems and composed residue application on transplant performance and mycorrhizal development in a desertified soil. Biology and Fertility of Soils 36: 170-175.
- Peterson, R. L., Massicotte, H. B. and Melville, L. H. (2004) Mycorrhizas: Anatomy and cell biology. National Research Council Inc., Ottawa, Ontario.
- Phillips, J. M. and Hayman, D. S. (1970) Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society 55: 158-161.
- Rahmatzadeh, S., Khara, J. and Kazemitabar, S. K. (2013) Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth improvement and biochemical factors of regenerated *Catharanthus roseus* L. plants under tryptophan treatment during acclimatization process. Iranian Journal of Plant Biology 5(16): 27-40 (in Persian).
- Satter, M. A., Hanafi, M. M., Mahmud, T. M. M. and Azizah, H. (2006) Influence of arbuscular mycorrhiza and phosphate rock on uptake of major nutrients by *Acacia mangium* seedlings on degraded soil. Biology and Fertility of Soils 42: 345-349.
- Sheng, M., Tang, M., Chen, H., Yang, B., Zhang, F. and Huang, Y. (2008) Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. Mycorrhiza 18: 287-296.
- Smith, S. E. and Read, D. J. (1997) Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London.
- Turjaman, M., Santoso, E., Tamai, Y., Osaki, M. and Tawaraya, K. (2006) Effect of arbuscular mycorrhizal colonization on early growth and nutrient content of two peat-swamp forest tree species seedlings, *Calophyllum hosei* and *Ploiarium alternifolium*. Forest Research 3(1): 19-30.
- Wang, L., Ma, F., Zhang, S. and Zhang, X. (2012) Effect of *Glomus mosseae* inoculation on growth and reproduction of rice. Information Technology and Agriculture Engineering 134: 935-942.
- Wu, Q. S. and Xia, R. X. (2006a) Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. Plant Physiology 163: 417-425.
- Wu, Q. S. and Xia, R. X. (2006b) Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on leaf solutes and root absorption areas of trifoliolate orange seedlings under water stress conditions. Frontiers of Forestry in China 1(3): 312-317.
- Wu, Q. S., Zou, Y. N. and He, X. H. (2010) Contributions of arbuscular mycorrhizal fungi to growth, photosynthesis, root morphology and ionic balance of citrus seedlings under salt stress. Acta Physiologia Plantarum 32: 297-300.

- Yao, Q., Wang, L. R. Zhu, H. H. and Chen, J. Z. (2009) Effect of arbuscular mycorrhizal fungal inoculation on root system architecture of trifoliolate orange (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) seedlings. *Scientia Horticulturae* 121(4): 458-461.
- Zarinkafsh, M. (1993) Applied soil science (soil, plant, water). Tehran University Press, Tehran (in Persian).
- Zhang, Y., Zhong, C. L., Chen, Y., Chen, Z., Jiang, Q. B., Wu, C. and Pinyopusarerk, K. (2010) Improving drought tolerance of *Casuarina equisetifolia* seedlings by arbuscular mycorrhizas under glasshouse conditions. *New Forests* 40: 261-271.

**Effects of *Glomus mosseae*, *G. intraradices* and *Gigaspora gigantea*
mycorrhizal fungi on growth and nutrient absorption
in *Cercis griffithii* L. seedlings**

Javad Mirzaei *

Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

Abstract

A glasshouse pot experiment was conducted to investigate the effects of arbuscular mycorrhiza fungi on growth (height, basal diameter, root weight and root volume), biomass (fresh and dry weight of root and shoot) and nutrient absorption (N, P and K in root and shoot) of *Cercis griffithii*. For this purpose, we evaluated the effects of *Glomus mosseae*, *G. intraradices* and *Gigaspora gigantea* for 8 months under greenhouse conditions. The results showed that root colonization of seedlings via *G. mosseae* and *G. intraradices* were more than *Gi. gigantea*. Also, the height, fresh and dry weight of the roots and the shoots of seedlings inoculated with *G. mosseae* were higher than other funG. While, in terms of basal diameter, root length and root volume there were not significant differences between *G. mosseae* and *G. intraradices*, however they were more than the control treatment. On the other hand, fungi had different effects on nutrient absorption. In a way that, K uptake in root of seedlings inoculated with *Gi. gigantea* was significantly more than other ones. While, there were not significant differences in shoot potassium between treatments. Also, the arbuscular mycorrhiza fungi (AMF) increased P and N uptake in shoot organs, while there were not significant differences between treatments at P uptake. It can be concluded that between these fungi species, in terms of improved growth conditions, the best treatments were: *G. mosseae* > *G. intraradices* > *Gi. gigantea*.

Key words: *Cercis griffithii*, Nutrient absorption, Arbuscular mycorrhiza, Morphologic

* Corresponding Author: j.mirzaei@mail.ilam.ac.ir