[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.6.4]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.81]

بررسی اثر قارچ‌های میکوریزا بر رشد و جذب عناصر غذایی درختان چنار

حامد عالی‌پور[۱*]، علی نیکبخت[۲]، نعمت‌اله اعتمادی[۳]، فرشید نوربخش[۴] و فرهاد رجالی[۵]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۸/۹)

چکیده

درختان چنار به‌عنوان یکی از مهم‌ترین درختان مورد استفاده در فضای سبز شهرهای ایران، در بسیاری موارد دچار مشکلات تغذیه‌ای می‌شوند. از طرفی قارچ‌های میکوریزا به‌عنوان یکی از عوامل افزایش دهنده رشد و بهبود جذب عناصر غذایی در باغبانی معرفی شده‌اند. به‌منظور بررسی تأثیر ترکیب دو قارچ میکوریزا (*Glomus mosseae* و *G. intraradices*) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۶ تکرار بر روی درختان چنار در دانشگاه صنعتی اصفهان صورت پذیرفت. تیمارها شامل کنترل (بدون اعمال کود)، مصرف خاکی کود دامی، کود دامی + کود کامل و کود دامی + کود کامل + ترکیب قارچ‌های میکوریزا، به‌صورت چالکود بود. غلظت عناصر فسفر، نیتروژن، آهن و روی، هم‌چنین میزان رشد شاخه‌های سال جاری و میزان کربوهیدرات محلول و کلروفیل برگ درختان مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حکایت از اثرات مثبت کود دامی، کود شیمیایی و قارچ میکوریزا بر تمامی صفات مورد ارزیابی در درختان چنار داشت. استفاده از قارچ میکوریزا در کنار کودهای دامی و شیمیایی باعث افزایش تمامی فاکتورهای مورد ارزیابی، به‌جز رشد شاخه‌های سال جاری گردید. غلظت عناصر فسفر، نیتروژن، روی، آهن، قرائت کلروفیل و غلظت قند محلول به‌ترتیب چهار برابر، ۲۰٪، پنج برابر، ۳۴ ٪، ۴۱٪ و ۲۳٪ نسبت به درختان شاهد افزایش یافت. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش می‌توان قارچ میکوریزا را در کنار کودهای شیمیایی و آلی، به‌عنوان یک کود بیولوژیک مناسب برای درختان چنار پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه، چنار، رشد، فضای سبز، قارچ میکوریزا

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴. استاد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۵. دانشیار پژوهش، بخش بیولوژی خاک، مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور، تهران

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: h.ali@ag.iut.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.6.4]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.81]

مقدمه

درخت چنار با قامت استوار، شاخه‌های موزون، تاج پهن و سایه گسترده خود، مناظر و چشم‌اندازهای زیبایی می‌آفریند. برگ‌های پنجه‌ای بزرگ و نسبتاً کرک‌دار چنار نه تنها در تصفیه هوا مؤثرند و گرد و غبار آن را جذب می‌کنند، بلکه آلودگی صوتی را نیز کاهش می‌دهند. شبکه ریشه‌های عمیق و گسترده چنار مانع از فرسایش خاک می‌شود. این خصوصیات بیانگر گوشه‌ای از ارزش و اهمیت درخت چنار به‌عنوان یکی از عوامل مهم و مؤثر در فضای سبز است (۴۵). وجود درختان چنار کهن‌سال در اغلب خیابان‌های شهرهای تهران و اصفهان نیز بیانگر قدمت تاریخی استفاده از این درخت در ایجاد فضای سبز در این شهرها است. در چند دهه اخیر نیز این درخت به‌طور گسترده در فضای سبز شهرهای مختلف کشور کاشته شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است (۲۶). درختان چنار در اغلب نقاط شهرها دچار مسائل مختلف تغذیه‌ای از جمله کمبود و سمیت عناصر غذایی معدنی شده‌اند (۲۶). از جمله این کمبودها می‌توان به مسئله زرد برگی اشاره نمود. از آنجا که درختان چناری که دچار مسئله زرد برگی می‌شوند سرسبزی و طراوت خود را از دست می‌دهند، چهره خیابان‌ها، پارک‌ها و مناطقی که این درخت به‌عنوان گیاه اصلی در ایجاد فضای سبز آنها به‌کار رفته، بسیار ناخوشایند و نامطلوب می‌شود (۲۶). زردی برگ به‌علت تخریب و تجزیه کلروفیل و افزایش رنگدانه‌های کارتنوئیدی در برگ‌ها ظاهر می‌شود. در حال حاضر زرد برگی یکی از مهم‌ترین بیماری‌های فیزیولوژیکی درختان چنار محسوب می شود. عوامل متعددی باعث بروز زردبرگی در گیاهان می‌شود که از مهم‌ترین آنها می‌تواند عوامل تغذیه‌ای باشد. کمبود عناصر غذایی نظیر ازت، روی و به‌ویژه آهن موجب عارضه زردبرگی می شود. در گیاهانی که دچار زردبرگی می‌شوند به‌دلیل اختلال در ساخت کلروفیل، زردی مشخصی روی برگ‌های جوان ظاهر می‌شود. این گیاهان به‌دلیل نداشتن کلروفیل کافی عمل فتوسنتز را به‌طور کامل انجام نداده و در نتیجه رشد و عملکرد آنها کاهش می‌یابد. هم‌چنین به‌علت بالا بودن هزینه‌های لازم برای درمان زردبرگی درختان چنار، ضرورت یافتن روشی مناسب و اقتصادی برای بهبود یا کاهش زردبرگی در این درختان کاملاً مشهود می‌باشد (۴۵). امروزه انواعی از کودهای بیولوژیک با منشأ باکتری، قارچ، جلبک و یا دیگر موجودات خاک در جهان تولید می‌شود. کودهای بیولوژیک در مقایسه با کودهای شیمیایی از منافع اقتصادی و زیست‌محیطی فراوانی برخوردار هستند. قارچ‌های میکوریزا یکی از اجزای مهم جامعه زیستی خاک هستند و با دیگر ریز جانداران در ریزوسفر اثرات متقابل دارند که یکی از منابع مهم بیولوژیک خاک محسوب می‌شوند (۶). قارچ‌های میکوریزا در خاک‌ها به‌صورت همزیست با ریشه گیاهان زندگی می‌کنند که گیاهان از طریق این میکرو ارگانیسم‌ها مواد مغذی لازم برای رشدونمو خود را به‌دست می‌آورند (۷). در واقع این قارچ‌ها کربن مورد نیاز خود را از گیاه میزبان (کربن تثبیت شده در طی فتوسنتز) دریافت می‌کنند (۱۹) و در مقابل طیف وسیعی از عناصر (به‌عنوان مثال آهن، فسفر و غیره) را برای ریشه گیاهان فراهم می‌کنند (۲۲ و ۵۱). قارچ‌های میکوریزا راه‌کارهای مختلفی را به‌منظور جذب مواد معدنی از خاک اتخاذ می کنند، که می‌توان به تغییر پی‌اچ (۱۷) و تولید و تراوش ترکیبات آلی با وزن مولکولی کم در محلول خاک و ترکیب آن با سیدروفورها (که موجب افزایش انحلال مواد معدنی می‌شود) (۱ و ۲۳) اشاره کرد. عموماً کودهای شیمیایی جهت رفع کمبود عناصر غذایی مصرف می شود که این کودها می‌توانند توسط میکروارگانیسم‌هایی از قبیل قارچ‌های میکوریزا با فراهم‌سازی عناصر مشابه که در خاک غیر قابل جذب شده‌اند، جایگزین شود (۴۲) و یا اینکه اثربخشی کودهای شیمیایی به‌کار رفته را افزایش دهد. مهم‌ترین و بارزترین اثر مفید قارچ‌های میکوریزا، افزایش رشد گیاه میزبان است که معمولاً به‌واسطه افزایش جذب عناصر از خاک صورت می‌گیرد (۶). تا کنون تأثیر همزیستی میکوریزایی بر روی رشد و جذب عناصر غذایی در درختان مختلف مانند سرو (*Juniperus monospermum*) (۳)، نارون (*Ulmus parvifolia*) (۱۰)، کاج (*Pinus contorta*) (۱۲)،

صنوبر(*Populus alba*) (۱۳)، *Cunninghamia lanceolat* (۳۹) و غیره مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج اغلب بررسی‌ها نشان می‌دهد که جذب عناصر غذایی گوناگون از قبیل فسفر (۴۹، ۵۰ و ۵۴)، نیتروژن (۲۰، ۲۹ و ۳۰)، روی (۱۳، ۲۴، ۳۷ و ۳۸) و آهن (۲۸، ۳۶ و ۴۱) در حضور این قارچ‌ها افزایش یافته است. هم‌چنین این قارچ‌ها موجب افزایش غلظت کلروفیل و افزایش فتوسنتز در گیاهان میزبان می‌شوند (۴، ۳۵ و ۵۷). تا جایی‌که ما اطلاع داریم تا کنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای بر روی نقش قارچ‌های میکوریزا بر روی رشد و وضعیت عناصر غذایی در درختان چنار در ایران گزارش نشده است. هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر قارچ میکوریزا بر وضعیت تغذیه‌ای و برخی شاخص‌های رشدی درخت چنار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال‌های ۱۳۹۲ - ۱۳۹۱ در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گرفت. قبل از کاشت از خاک مورد آزمایش نمونه‌برداری انجام گردید و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد. نتایج آن در جدول ۱ آمده است. این تحقیق بر روی درختان بالغ چنار با سن تقریبی ۱۰ سال صورت پذیرفت. آبیاری درختان به‌صورت نشتی و هر هفته یک‌بار انجام شد. پژوهش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۴ تیمار و ۶ تکرار صورت پذیرفت. تیمارها شامل کنترل (بدون اعمال کود)، کود دامی، کود دامی + کود کامل (با نسبت ۲۰ – ۵ – ۱۰) و کود دامی + کود کامل + ترکیب قارچ‌های میکوریزا بود. کود میکوریزا مخلوط دو گونه از جنس گلوموس (*G. mosseaea* و *G. intraradices*) با جمعیت مساوی ۸۰ اسپور در هر گرم بود که از مرکز تحقیقات خاک و آب کشور تهیه گردید. به‌منظور تلقیح درختان با قارچ میکوریزا بدین صورت عمل گردید که در زیر هر درخت دو چاله با قطر و عمق نیم متر حفر گردید، سپس در هر چاله میزان ۲۵۰ گرم کود میکوریزا اضافه گردید (در مجموع هر درخت ۵۰۰ گرم کود میکوریزا دریافت کرد). در درختانی که کود دامی دریافت کردند ۵ کیلوگرم کود دامی به ازای هر چاله و در تیمارهای دارای کود کامل ۱۰۰ گرم کود به ازای هر چاله اضافه شد. تیمار شاهد هیچ‌گونه کودی را دریافت نکرد. در انتهای سال زراعی میزان عناصر موجود در برگ‌ها، شاخص سبزینگی، رشد شاخه سال جاری و کربوهیدرات محلول برگ اندازه‌گیری شد. برای به‌دست آوردن رشد شاخه‌های سال جاری، ابتدا ۴ شاخه در چهار جهت درخت انتخاب و پس از علامت‌گذاری، رشد هریک به‌صورت ماهیانه اندازه‌گیری شد و با میانگین‌گیری از این چهار عدد، متوسط رشد شاخه‌های سال جاری درخت تا زمان اندازه‌گیری تعیین شد. با کسر طول اولیه رشد نسبی شاخه‌ها به‌دست آمد. میزان کلروفیل نسبی با دستگاه کلروفیل‌سنج پورتابل (مدل CL-01) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عناصر در گیاه به روش خاکسترگیری خشک (Dry ashing) عمل شد (۸). اندازه‌گیری میزان قندهای محلول در اندام هوایی با استفاده از روش استخراج با اسید سولفوریک و فنل انجام گرفت و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول موج ۴۸۵ نانومتر خوانده شد (۱۸). آنالیز و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری استتیستیکس (Statistix) و اس.ای.اس (SAS) و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار اکسل (Excel) انجام گرفت و برای مقایسه میانگین صفات مورد نظر از آزمون ال.اس.دی (LSD) در سطح پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارها بر غلظت فسفر

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در بین تیمارهای به‌کار برده شده تفاوت معنی‌داری در غلظت فسفر موجود در برگ وجود داشت به گونه‌ای که تیمار میکوریزا نسبت به تیمار شاهد ۴ برابر و نسبت به تیمارهای کود دامی و کود کامل به‌ترتیب ۷۴٪ و ۴۳٪ افزایش نشان داد (جدول ۲). تحقیقات نشان داده‌اند که جذب فسفر با قارچ‌های میکوریزا افزایش پیدا می‌کند و هیف‌های خارجی قارچ قادر به تحویل بیش از ۸۰٪ فسفر مورد نیاز گیاه می‌باشند (۳۴). بنابراین استفاده از قارچ‌های

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.6.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.81]

جدول ۱. نتایج آزمون ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

اسیدیته	مواد آلی (٪)	شوری(dS/m)	آهک (٪)	بافت	فسفر (mg/kg)	نیتروژن (٪)	آهن (mg/g)	روی (mg/g)
۷/۹	۱/۱۵	۱/۵	۴۶/۵	رسی	۱۴	۰/۱۵	۱/۴	۲/۱

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر تیمارها بر غلظت عناصر در برگ درختان چنار

تیمار	فسفر (g/kg)	نیتروژن (g/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)
شاهد	۱/۰۵^{c}	۷/۶۹^{d}	۵/۰۰^{d}	۴۷/۴^{c}
کود دامی	۳/۳۸^{b}	۸/۵۷^{c}	۱۲/۰۰^{c}	۵۷/۰۶^{b}
کود کامل	۴/۱۲^{b}	۹/۴۴^{b}	۱۵/۰۰^{b}	۵۵/۵۸^{b}
میکوریزا	۵/۹۰^{a}	۹/۹۴^{a}	۲۵/۰۰^{a}	۶۷/۷۹^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

میکوریزا می‌تواند تا حدود زیادی باعث صرفه‌جویی در مصرف کودهای فسفره گردد (۴۶). کلیه مطالعات گذشته نیز حاکی از افزایش جذب فسفر در گیاهان میکوریزایی نسبت به گیاهان شاهد است (۴۱، ۴۶، ۵۰ و ۵۱). میکوریزا باعث افزایش سطح جذب ریشه به‌دلیل افزایش در تعداد ریشه‌های جانبی می‌شود (۵۴). توسعه ریشه‌های جانبی یک رویکرد مهم است که گستره جذب و حجم بستر مورد استفاده ریشه را افزایش می‌دهد (۵۴). احتمالاً افزایش انشعابات سیستم ریشه باعث گسترش یک توده از قارچ به درون ریشه‌های جانبی و در نتیجه یک افزایش قابل توجه در جذب فسفر در گیاهان میکوریزایی گردیده است.

اثر تیمارها بر غلظت نیتروژن

نتایج نشان داد که تیمار میکوریزا بر میزان غلظت نیتروژن اختلاف معنی‌دار دارد و این تیمار به‌ترتیب باعث افزایش ۲۹، ۱۶ و ۵ درصد غلظت نیتروژن نسبت به تیمارهای شاهد، کود دامی و کود کامل گردید (جدول ۲). قارچ‌های میکوریزا نقش مهمی را در جذب نیتروژن در گیاهان میزبان بازی می‌کنند (۵). تأثیر مثبت این قارچ‌ها در جذب نیتروژن و غلظت این عنصر در گیاهان تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزا گزارش شده است (۲۰، ۲۹، ۳۰ و ۳۹). از طرفی برخی مطالعات حاکی از بی‌تأثیر بودن و یا کاهش غلظت نیتروژن توسط میکوریزا در گیاهان میزبان می‌باشد (۹، ۳۴ و ۵۶). همزیستی میکوریزایی برای جذب عناصر نیتروژن و فسفر در گیاه میزبان مهم است (۴۷) و بستگی به میزان کربوهیدرات برای تشکیل، حفظ و نگهداری ساختار قارچ دارد (۵۸). از طرفی ثابت شده است که هیف‌های خارجی این قارچ‌ها آمونیوم را جذب می‌کنند (۴۰ و ۵۵) و میسیلیوم‌های خارجی نقش مستقیمی را در فراهم کردن نیترات برای ریشه‌ها بازی می‌کنند (۵۲). هم‌چنین اسمیت (۴۸) گزارش کرد که صرف‌نظر از پاسخ رشدی گیاه (مثبت یا منفی) نیتروژن از طریق قارچ‌های میکوریزا به ریشه منتقل می‌شود.

اثر تیمارها بر غلظت روی

نتایج نشان داد که در بین تیمارهای به‌کار برده شده تفاوت معنی‌داری در غلظت روی وجود دارد به‌طوری‌که بیشترین غلظت را تیمار میکوریزا و کترین میزان را تیمار شاهد نشان داد (جدول ۲). بهبود جذب و افزایش غلظت روی در گیاهان تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزا مشاهده شده است (۱۳ و ۳۹). قارچ‌های میکوریزا می‌توانند روی را جذب کرده و آن را به گیاه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.6.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.81]

میزبان منتقل کنند (۱۱) بنابراین باعث افزایش غلظت روی در گیاه میزبان به‌ویژه زمانی که غلظت آن در خاک کم است می‌شوند (۱۴). به‌طورکلی در جذب عناصر غذایی غیر متحرک مانند روی ویژگی‌های ریشه گیاه مانند سرعت رشد طولی ریشه، سرعت جذب عناصر توسط ریشه، طول کل ریشه و سطح جذب ریشه مؤثر هستند (۳۲) و با توجه به افزایش طول و سطح جذب ریشه توسط قارچ‌های میکوریزا (۵۴)، این امر می‌تواند موجب افزایش غلظت روی در درختان چنار شده باشد.

اثر تیمارها بر غلظت آهن

مطالعات گذشته نشان داده است که همزیستی میکوریزایی اثرات متفاوتی در جذب عناصر کم نیاز توسط گیاه میزبان دارد. نوع گیاه میزبان و ویژگی‌های ژنتیکی و مورفولوژیکی آن باعث می‌شود که جذب هر عنصر کم نیاز در آن، با گیاه دیگر متفاوت باشد (۱). مقایسه میانگین غلظت آهن در این مطالعه نشان از معنی‌دار بودن اثر تیمار میکوریزا نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی داشت و این تیمار به‌ترتیب باعث افزایش ۳۴٪، ۲۲٪ و ۱۵٪ غلظت آهن نسبت به تیمارهای شاهد، کود کامل و کود دامی گردید (جدول ۲). ریشه گیاهان همزیست با قارچ میکوریزا قادر به افزایش جذب آهن هستند (۲۸). قارچ‌های میکوریزا باعث جذب عناصر غذایی توسط درختان می‌شوند که این کار را از طریق بهبود انحلال مواد معدنی انجام می‌دهند (۴۲). در واقع ترشح اسیدهای آلی نقش مهمی را در جذب عناصر غذایی توسط قارچ‌های میکوریزا بازی می‌کنند (۲۷). هم‌چنین ممکن است که قارچ‌های میکوریزا از طریق تغییر pH (۳۱) موجب افزایش جذب و در نتیجه غلظت آهن در درختان چنار شده باشند.

اثر تیمارها بر رشد شاخه‌های سال جاری

براساس تجزیه داده‌ها میکوریزا در کنار کود دامی و شیمیایی، از نظر رشد شاخه‌های سال جاری درختان چنار، اختلاف معنی‌داری را با گیاهان شاهد نشان داد (۴۴٪ افزایش). هرچند اختلاف معنی‌داری را با تیمار کود کامل نشان نداد (شکل ۱). این مطلب نشان‌دهنده این موضوع است که کاربرد نیتروژن موجود در کود کامل موجب افزایش رشد شاخه‌های سال جاری شده است. افزایش رشد در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا توسط محققان زیادی گزارش شده است (۲۱، ۲۴ و ۴۱).

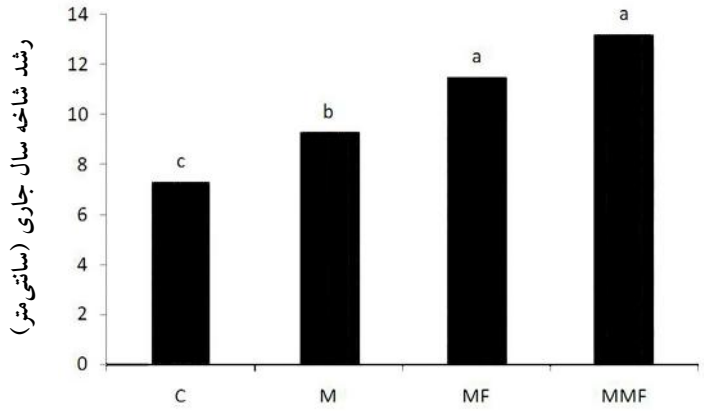
اثر تیمارها بر شاخص سبزینگی (Spad)

شکل ۲ قرائت کلروفیل‌متر در درخت چنار تحت‌تأثیر تیمارهای اعمال شده را نشان می‌دهد. همان‌طورکه مشاهده می‌شود تیمار میکوریزا در کنار کود دامی و شیمیایی بیشترین عدد کلروفیل‌متر را به خود اختصاص داد و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد بوده است. در تحقیقات مختلفی افزایش محتوای کلروفیل در اثر تلقیح قارچ‌های میکوریزا در گیاهان میزبان گزارش شده است (۱۶، ۳۳ و ۵۳). صالحی و همکاران بین درصد نیتروژن برگ و عدد کلروفیل‌متر همبستگی بالایی را گزارش کردند (۴۳). برخی از محققین نیز افزایش در میزان کلروفیل گیاهان تلقیح شده با میکوریزا را به افزایش جذب نیتروژن توسط سیستم میکوریزایی نسبت داده‌اند (۳۵). میزان کلروفیل یک شاخص مهم برای فتوسنتز است (۴۴). بنابراین میزان کلروفیل می‌تواند یکی از شاخص‌های ارزیابی میزان فتوسنتز نیز باشد (۴). به احتمال زیاد غلظت بالاتر کلروفیل در گیاهان میکوریزایی با افزایش میزان نیتروژن (از اجزای اصلی مولکول کلروفیل) در درختان چنار مرتبط است و از طرفی با توجه به آهکی بودن خاک به بهبود جذب آهن نیز می‌تواند مرتبط باشد.

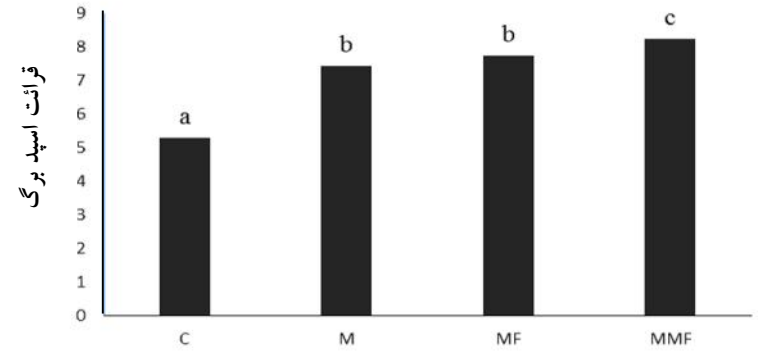
اثر تیمارها بر میزان کربوهیدرات محلول

نتایج نشان داد که اثر تیمار میکوریزا، کود دامی و شیمیایی بر میزان کربوهیدرات محلول در مقایسه با سایر تیمارها معنی‌دار بود. کمترین مقدار قند محلول مربوط به تیمار شاهد بود هرچند که بین این تیمار با تیمار کود دامی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳). همزیستی قارچ با گیاه میزبان باعث تغییر در تعادل کربن – نیتروژن و هم‌چنین سطوح کربوهیدرات می‌گردد

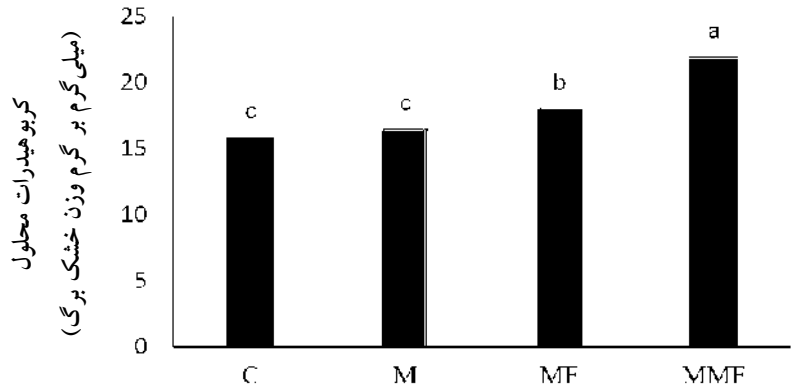
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.6.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.81]



شکل ۱. تأثیر تیمارهای مختلف بر روی رشد شاخه‌های سال جاری درختان چنار. (C = شاهد، M = کود دامی، MF = کود دامی + کود کامل و MMF = کود دامی+ کود کامل + میکوریزا)، a، b و c: حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۲. تغییرات قرائت اسپد چنار در اثر تیمارهای اعمال شده. (C = شاهد، M = کود دامی، MF = کود دامی + کود کامل و MMF = کود دامی+ کود کامل + میکوریزا)، a، b و c: حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۳. میزان کربوهیدرات محلول بین تیمارها در درختان چنار. (C = شاهد، M = کود دامی، MF = کود دامی + کود کامل و MMF = کود دامی+ کود کامل + میکوریزا)، a، b و c: حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.6.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.81]

(۱۸ و ۲۵). میزان کربوهیدرات برای انجام فعالیت قارچ میکوریزا ضروری است (۵۸). لذا بالا بودن میزان کربوهیدرات محلول در گیاهان میکوریزایی در این آزمایش حاکی از یک تقابل مثبت بین قارچ و گیاه میزبان دارد، بدین‌صورت که گیاه با در اختیار گذاشتن کربن حاصل از فتوسنتز به حفظ ساختار قارچ کمک می‌کند (۵۸) و در مقابل قارچ میکوریزا باعث افزایش رشد، جذب عناصر و احتمالاً فتوسنتز و در نتیجه میزان کربوهیدرات در گیاهان مورد مطالعه گردیده است.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اثر مرکب قارچ میکوریزا، کود دامی و شیمیایی بر تغذیه عناصر گوناگون در چنار معنی‌دار بوده و باعث افزایش در غلظت این عناصر و هم‌چنین افزایش شاخص‌های رشدی اندازه‌گیری شده در این درختان گردیده است. افزایش جذب عناصر از یک طرف و افزایش در میزان کلروفیل و رشد شاخه‌ها از طرف دیگر موجب افزایش سرسبزی درختان چنار تحت این تیمار گردید.

منابع مورد استفاده

1. Adeyemi, A. O. and G. M. Gadd. 2005. Fungal degradation of calcium-, lead- and silicon-bearing minerals. *Biometals* 18: 269–281.
2. Aghababaei, F., F. Reiesi and H. Nadian. 2011. Existence of mycorrhiza on nutrient uptake by certain genotypes of a peanut plant in a sandy loam soil. *Iranian Journal of Soil Science* (*Soil and Water*) 25: 137-147. (In Farsi).
3. Allen, M. F., B. Edith, L. Jennifer, A. Lansing, S. Kurt, B. Pregitzer, L. Ron, C. Hendrick, W. Roger, D. Ruess and S. L. Collins. 2010. Responses to chronic N fertilization of ectomycorrhizal piñon but not arbuscular mycorrhizal juniper in a pinon-juniper woodland. *Journal of Arid Environments* 74: 1170-1176.
4. Asrar, A. A., K. M. Elhindi. 2011. Alleviation of drought stress of marigold (*Tagetes erecta*) plants by using arbuscular mycorrhizal fungi. *Saudi Journal of Biological Sciences* 18: 93–98.
5. Azcon, R., R. Rodriguez, E. Amora-Lazcano and E. Ambrosano. 2000. Uptake and metabolism of nitrate in mycorrhizal plants as affected by water availability and N concentration in soil. *European Journal of Soil Science* 59: 131–138.
6. Bolan N. S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil* 134: 189–207.
7. Bonneville, S., D. J. Morgan, A. Schmalenberger, A. Bray, A. Brown, S. A. Banwart and L. G. Benning. 2011. Tree-mycorrhiza symbiosis accelerate mineral weathering: Evidences from nanometer-scale elemental fluxes at the hypha–mineral interface. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 75: 6988–7005.
8. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-Total, Methods of Soil Analysis, Part 2. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
9. Caroline, S. B. and R. J. Zasoski. 1983. Effects of ammonium and nitrate on growth and nitrogen uptake by mycorrhizal Douglas-fir seedlings. *Plant and Soil* 71: 445–454.
10. Cartmilla, D. L., A. Alarcon, A. Volder, L. A.. Aguilard, M. A. Arnold and A. D. Cartmill. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi alleviate growth of *Ulmus parvifolia* Jacq. atsuboptimal planting depths. *Scientia Horticulturae* 144: 74–80.
11. Cavagnaro, T. R., L. E. Jackson, J. Six, H. Ferris, S. Goyal, D. Asami and K. M. Scow. 2006. Arbuscular mycorrhizas, microbial communities, nutrient availability, and soil aggregates in organic tomato production. *Plant and Soil* 282: 209–225.
12. Chapman, W. K. and L. Paul. 2012. Evidence that northern pioneering pines with tuberculate mycorrhizae are unaffected by varying soil nitrogen levels. *Microbial Ecology* 64: 964–972.
13. Cicatelli, A., G. Linguab, V. Todeschinib, S. Biondic, P. Torrigianid and S. Castiglionea. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi modulate the leaf transcriptome of a *Populus alba* L. clone grown on a zinc and copper-contaminated soil. *Journal of Experimental Botany* 75: 25– 35.
14. Davis, M. R., G. Coker, R. L. Parfitt, R. Simcock, P. W. Clinton, L. G. Garrett and M. S. Watt. 2007. Relationships between soil and foliar nutrients in young densely planted mini-plots of Pinus radiata and Cupressus lusitanica. *Forest Ecology and Management* 240: 122–130.
15. Dubios, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.6.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.81]

of sugars and related substances. *Field Analytical Chemistry and Technology* 28: 350-356.
16. Estarda, L. A. and A. Davies. 2003. Arbuscular mycorrhizal fungi influence water relation, gas exchange, absicic acid and growth of micropropagated chile ancho pepper (*Capsicum annum*) plantlets during acclimatization and post- acclimatization. *Journal of Plant Physiology* 160: 1073-1083.
17. Gadd, G. M. 2007. Geomycology: biogeochemical transformations of rocks, minerals, metals and radionuclides by fungi, bioweathering and bioremediation. *Mycological Research* 111: 3–49.
18. Hatcher, P. E. 1995. Three-way interactions between plant pathogenic fungi, herbivorous insects and their host plants. *Biological Reviews* 70: 639-694.
19. Hobbie, E. A. and H. Wallander. 2006. Integrating ectomycorrhizal fungi into quantitative frameworks of forest carbon and nitrogen cycling. pp. 98–128, *In:* G. M. Gadd (Ed.), Fungi in Biogeochemical Cycles. Cambridge University Press, Cambridge.
20. Hodge, A. 2003. Plant nitrogen capture from organic matter as affected by spatial dispersion, interspecific competition and mycorrhizal colonisation. *New Phytologist* 157: 303-314.
21. Hoeksema, J. D., V. B. Chaudhary, C. A. Gehring, N. C. Johnson, J. Karst, R. T. Koide, A. Pringle, C. Zabinski, J. D. Bever, J. C. Moore, G. W .T. Wilson, J. N. Klironomos and J. Umbanhowar. 2010. A meta-analysis of context dependency in plant response to inoculations with mycorrhizal fungi. *Ecology Letters* 13: 394–407.
22. Hogsberg, M. N. and P. Hogsberg. 2002. Extramatrical ectomycorrhizal mycelium contributes one-third of microbial biomass and produces, together with associated roots, half the dissolved organic carbon in a forest soil. *New Phytolologist* 154: 791–795.
23. Howard, D. H. 2004. Iron gathering by zoopathogenic fungi. *FEMS Immunology and Medical Microbiology* 40: 95–100.
24. Kafkas, S. and I. Ortas. 2009. Various mycorrhizal fungi enhance dry weights, P and Zn uptake of four Pistacia species. *Journal of Plant Nutrition* 32: 146–159.
25. Koide, R. T., D. L. Shumway and C. M. Stevens. 2000. Soluble carbohydrates of red pine (*Pinus resinosa*) mycorrhizas and mycorrhizal fungi. *Mycological Research* 834-840.
26. Khoshgoftarmanesh, A. H. 2009. The Causes of Iron Chlorosis in Plane Tree of Isfahan landscape with Plane Trees of Species in the Soil Solution Chemistry of Iron and Some Iron in Plant Physiological Parameters. The Final Report of the Research Project. Isfahan University of Technology, Isfahan. (In Farsi).
27. Kraemer, S. M. 2004. Iron oxide dissolution and solubility in the presence of siderophores. *Aquatica Sciences* 66: 3–18.
28. Landeweert, R., E. Hoffland, R. D. Finlay, T. Kuyper and N. V. Breemen. 2001. Linking plants to rocks. Ectomycorrhizal fungi mobilize nutrients from minerals. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 248–254.
29. Lee, B. R., S. Muneer, J. C. Avice, W. J. Jung and T. H. Kim. 2012. Mycorrhizal colonisation and P-supplement effects on N uptake and N assimilation in perennial ryegrass under well-watered and drought-stressed conditions. *Mycorrhiza* 22(7): 525-534.
30. Leigh J., A. Hodge and A. H. Fitter. 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi can transfer substantial amounts of nitrogen to their host plant from organic material. *New Phytolologist* 181: 199-207.
31. Li, X. L. and P. Christie. 2001. Changes in soil solution Zn and pH and uptake of Zn by arbuscular mycorrhizal red clover in Zn contaminated soil. *Chemosphere* 42: 201–207.
32. Li, X. L., E. George and H. Marschner. 1991. Extension of the phosphorus depletion zone in VA-mycorrhizal white clover in a calcareous soil. *Plant and Soil* 136: 41–48.
33. Loucher, T. D., G. Samson, C. Hernandez, P. Chagavardieff and Y. Desjardin. 1999. Importance of light and CO_2 on the effects of endomycorrhizal colonization on growth and photosynthesis of potato plantlets (*Solanum tuberosum*) in an *in vitro* tripartite system. *New Phytologist* 142: 539-550.
34. Marschner, H. and B. Dell. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil* 159: 89–102.
35. Mathur, N. and A. Vyas. 1995. Influence of VA mycorrhiza on net photosynthesis and transpiration of *Ziziphus mauritiana*. *Journal of Plant Physiology* 147: 328–330.
36. Neilands, J. B. 1995. Siderophores. structure and function of microbial iron transport compounds. *Journal of Biological Chemistry* 270: 26723–26726.
37. Ortas, I., D. Ortakc and Z. Kaya. 2002. Various mycorrhizal fungi propagated on different hosts have different effect on citrus growth and nutrient uptake. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33: 259–272.
38. Ortas, I., D. Ortakc, Z. Kaya, A. C. Mar and N. O. Nelge. 2002. Mycorrhizal dependency of sour orange (*Citrus aurantium* L.) in term of phosphorus and zinc nutrition by different levels of phosphorus and zincapplication. *Journal of Plant Nutrition* 25: 1263–1279.
39. Piao, H. C. and C. Q. Liu. 2011. Variations in nitrogen, zinc, and sugar concentrations in Chinese fir seedlings grown on shrubland and plowed soils in response to arbuscular mycorrhizae-mediated process. *Biology and Fertility of Soils* 47: 721–727.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.6.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.81]

40. Rains, K. C. and C. S. Bledsoe. 2007. Rapid uptake of 15N-ammonium and glycine-13C, 15N by arbuscular and ericoid mycorrhizal plants native to a Northern California coastal pygmy forest. *Soil Biology and Biochemistry* 39: 1078–1086.
41. Rineau, F. and J. Garbaye. 2010. Effects of liming on potential oxalate secretion and iron chelation of beech Ectomycorrhizal root tips. *Microbial Ecology* 60: 331–339.
42. Rooney, D. C., J. I. Prosser, G. D. Bending, E. M. Baggs, K. Killham and A. Hodge. 2011. Effect of arbuscular mycorrhizal colonisation on the growth and phosphorus nutrition of *Populus euramericana* c.v. Ghoy. *Biomass and Bioenergy* 35: 4605-4612.
43. Salehi, M., A. Kochaki and M. Nasiri-Mahalati. 2004. Nitrogen and chlorophyll as indicators of salinity tolerance in wheat. *Iranian Journal of Field Crop Research* 2(1): 25-33. (In Farsi).
44. Shao, H. B., L. Y. Chu, G. Wu, J. H. Zhang, Z. H. Lu and Y. C. Hu. 2007. Changes of some antioxidative physiological indices under soil water deficits among 10 wheat (*Triticum aestivum L.*) genotypes at tillering stage. *Colloids and Surfaces* 54: 143–149.
45. SharifiNia, M. 1993. Plane Tree, Education and Research Parks and Green Space, the City of Tehran, Tehran, Iran. (In Farsi).
46. Shukla, A., A. Kumar, A. Jha, A. Ajit and D. V. Nageswara Rao. 2012. Phosphorus threshold for arbuscular mycorrhizal colonization of crops and tree seedlings. *Biology and Fertility of Soils* 48: 109–116.
47. Smith, S. E. and D. J. Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press. London.
48. Smith, S. E. and F. A. Smith. 2011. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales. *Annual Review of Plant Biology* 63: 227–250.
49. Smith, S. E., F. A. Smith and I. Jakobsen. 2004. Functional diversity in arbuscular mycorrhizal (AM) symbioses: the contribution of mycorrhizal P uptake pathway is not correlated with the mycorrhizal responses in growth or total P uptake. *New Phytologist* 162: 511-524.
50. Smith, S. E., E. J. Grace and F. A. Smith. 2009. More than a carbon economy: nutrient trade and ecological sustainability in facultative arbuscular mycorrhizal symbioses. *New Phytolologist* 182: 347-358.
51. Smits, M. M., S. Bonneville, S. Haward and J. R. Leake. 2008. Ectomycorrhizal weathering, a matter of scale? *Mineralogical Magazine* 72: 131–134.
52. Subramanian, K. S. and C. Charest. 1999. Acquisition of N by external hyphae of arbuscular mycorrhizal fungus and its impact on physiological response in maize under drought-stressed and wellwatered conditions. *Mycorrhiza* 9: 69–75.
53. Thakur, A. K. and J. D. S. Panwar. 1997. Response of rhizobium-vesicular arbuscular mycorrhizal symbionts on photosynthesis, nitrogen metabolism and sucrose translocation in greengram (*Phaseolus radiates*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 67(6): 245-248.
54. Tisserant, B., S. Gianinazzi and V. G. Pearson. 1996. Relationships between lateral root order, arbuscular mycorrhiza development, and the physiological state of the symbiotic fungus in *Platanus acerifolia*. *Canadian Journal of Botany* 74: 1947-1955.
55. Tobar, R., R. Azcon and J. M. Barea. 1994. Improved nitrogen uptake and transport from 15N-labelled nitrate by external hyphae of arbuscular mycorrhiza under water-stressed condition. *New Phytologist* 126: 119–122.
56. Treseder, K. K. 2004. A meta-analysis of mycorrhizal responses to nitrogen, phosphorus, and atmospheric CO_2 in field studies. *New Phytologist* 164: 347–355.
57. Veresoglou S. D., G. Menexes and M. C. Rillig. 2012. Do arbuscular mycorrhizal fungi affect the allometric partition of host plant biomass to shoots and roots? A meta-analysis of studies from 1990 to 2010. *Mycorrhiza* 22: 227–235.
58. Zhu, Y.G. and R. M. Miller. 2003. Carbon cycling by arbuscular mycorrhizal fungi in soil-plant systems. *Trends in Plant Science* 8: 407–409.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.6.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.81]

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.6.4]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.81]

Beneficial Effects of Mycorrhizal Fungi on Growth Characteristics and Nutrients Uptake by Plane Tree (*Platanus orientalis* L), Subjected to Deficit Irrigation

H. Alipour Amraie[1*], A. Nikbakht[2], N. Etemadi[3], F. Norbakhsh[4] and F. Rejali[5]

(Received: October 5-2013; Accepted: October 31-2015)

Abstract

Plane tree is one of the important trees cultivated in urban landscapes of Iran and often suffers from different nutritional issues including deficiency and toxicity of mineral nutrients. Mycorrhizal fungi have been introduced to increase growth and quality of plants in horticulture. To study the combined effect of two mycorrhizal fungi (*G. mosseae* and *G. intraradices*) on plane trees, an experiment was conducted based on a randomized complete block design with 4 treatments and 6 replicates. Treatments included control (without fertilizer), livestock manure, complete fertilizer (20:5:10) and manure + fertilizer + mycorrhizal fungi. Some traits and indices including phosphorus, nitrogen, iron and zinc contents, leaf fresh weight, current year growth and total soluble carbohydrate and chlorophyll contents were evaluated. The results showed the positive effects of manure, fertilizer and mycorrhizal fungi on the plane tree, as these treatments significantly increased all examined parameters except for current year growth. Contents of phosphorus, nitrogen, zinc, iron, chlorophyll and total soluble sugar increased by 400%, 20%, 500%, 34%, 41% and 23%, in mycorrhizal-treated plants, respectively, as compared to the control trees. The results of this study showed a promising effect of the mycorrhizal fungi to be applied along with fertilizer and manure as an appropriate biological fertilizer for plane tree.

Keywords: Plane tree, Mycorrhizal Fungi, Nutrition, Growth, Landscape

1, 2, 3. PhD. Student, Assistant Professor and Associate Professor, Respectively, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
4. Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
5. Research Associate Professor, Department of Soil Biology, Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran.
*. Corresponding Author, Email: h.ali@ag.iut.ac.ir