



دانشگاه گیلان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و یکم، شماره سوم، ۱۳۹۳
<http://jopp.gau.ac.ir>

بررسی تأثیر دور آبیاری بر میزان میکوریزای درختان عناب (*Ziziphus jujuba Mill.*)

*سعید دقیقی^۱، علی تهرانی‌فر^۱، غلامحسین داوری‌نژاد^۲، علی نخعی^۳

مهدی جهانی^۴ و سعید ملک‌زاده‌شفارودی^۵

^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشجویار گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد،

^۲ مربی مرکز تربیت معلم باهنر بیرجند، ^۳ استادیار گروه زراعت، دانشگاه بیرجند،

^۴ استادیار گروه بیوتکنولوژی و به‌نژادی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۱۶

چکیده

عناب (*Ziziphus jujuba Mill.*) از گیاهان بومی و اقتصادی ایران است که به‌طور عمده در شهرستان بیرجند کشت می‌گردد. این گیاه، درختچه‌ای یا درختی، خزان‌دار، با برگ‌های ساده و نظم متناوب، دارای گل‌های دو جنس و میوه‌های شفت است. میکوریزا، رایج‌ترین هم‌زیستی بین قارچ‌ها و گیاهان آوندی است و انواع گوناگونی دارد. به‌علت تأثیر مثبت این نوع هم‌زیستی بر رویش، عملکرد در شرایط تنش‌زا، سازش و گسترش جغرافیایی گیاهان، تأثیر دور آبیاری (تنش آبی) بر میزان میکوریزایی گیاه عناب در طی یک دوره رشد بررسی شد. این آزمایش در قالب فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ عامل دور آبیاری، اندازه گیاه و زمان در ۲ تکرار در شرایط مزرعه‌ای اجرا شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد، میزان میکوریزایی با طولانی شدن دور آبیاری درختان (تنش آبی بیشتر) افزایش می‌یابد. همچنین شدت میکوریزایی ریشه‌ها از اردیبهشت‌ماه تا مردادماه به مقدار معنی‌داری افزایش می‌یابد. به‌علاوه میزان میکوریزایی با توسعه اندازه درختان، افزایش نشان داد. با عنایت به این‌که هم‌زیستی اندومیکوریزایی عناب در شرایط تنش‌زای محیطی، جذب آب و املاح را تسهیل می‌کند استفاده از روش‌های توسعه قارچ‌های اندومیکوریزایی، امکان گسترش رویشگاه‌های عناب به محیط‌های جدیدتر را فراهم آورده و هم‌جهت با اصول توسعه پایدار خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: میکوریزا، اندومیکوریزا، تنش آبی، عناب، *Ziziphus jujuba Mill.*

* مسئول مکاتبه: sedaghighi@yahoo.com

مقدمه

عناَب گیاهی درختی به بلندی ۱۲-۸ متر، چند ساله با نام علمی *Ziziphus jujuba Mill.* از تیره رامناسه^۱ که به‌طور عموم به روش غیرجنسی (پاجوش) و در بعضی موارد از طریق جنسی (رویش دانه‌های واجد جنین و دارای قوه نامیه) تکثیر می‌گردد (دقیقی، ۱۹۹۹). کاشت این گیاه مهم از گذشته‌های دور در ایران به‌خصوص خراسان جنوبی متداول بوده است و هم‌اکنون با سطح زیر کشت حدود ۲۲۵۰ هکتار، سالانه ۳۱۰۰ تن محصول عناَب تولید می‌شود.

گیاه عناَب در مناطقی کشت می‌شود که تنش‌های محیطی فراوان است. رشد گیاهان میکوریزایی در تنش‌های محیطی به‌ویژه کمبود مواد غذایی و آب، وجود مواد سمی (سرب، روی، نیکل، مس و کادمیوم) در خاک، pH نامناسب خاک و میزان نمک زیاد از گیاهان غیرمیکوریزایی بیش‌تر است و هم چنین گیاهان میکوریزایی مقاوم‌تر هستند. به‌عبارت دیگر تشکیل میکوریزا در چرخه رویش و تولید مثل بیش‌تر گیاهان خشکی‌زی به‌ویژه گیاهانی که در شرایط تنش‌زای محیط خوب عمل می‌کنند اهمیت زیادی دارد. بنابراین استفاده از میکوریزا به‌عنوان یک پدیده طبیعی تسریع و تسهیل‌کننده جذب عناصر و املاح در شرایط فقر غذایی، تنش‌های محیطی و رقابت می‌تواند از راه‌کارهای سودمند در برقراری تعادل پایدار در بوم‌نظام‌های زراعی باشد (هارلی و اسمیت، ۱۹۸۳؛ نخعی، ۱۹۹۹). یکی از رایج‌ترین انواع میکوریزا، میکوریزای وزیکولار-آرباسکولار (VAM) است که در تمام گروه‌های گیاهی از جمله نهان‌دانگان و گیاه عناَب تشکیل و از طریق تسهیل در جذب یون‌ها و املاح خاک و در نتیجه رشد بهتر گیاه و جلوگیری از فعالیت عوامل بیماری‌زا در اطراف ریشه نقش بارز بوم‌شناختی و اقتصادی دارد (فیتز و گرد بای، ۱۹۹۴؛ ساندرس، ۱۹۹۸؛ جهانی و همکاران، ۲۰۰۹).

نیاز انسان به استفاده از سموم کنترل عوامل مضر برای کشاورزی و یا کودهای شیمیایی افزاینده تولید در واحد سطح، باعث شده است تا تفکر کشاورزی پایدار به‌جای کشاورزی رایج رونق یابد چرا که حفاظت از منابع محیطی و حفظ تعادل بوم‌شناختی در انواع بوم‌نظام‌ها، اجتناب‌ناپذیر شده است. در این پژوهش گسترش پدیده میکوریزا در عناَب مورد مطالعه قرار گرفت و تغییرات آن تحت عامل‌های دور آبیاری (تنش خشکی)، زمان‌های مختلف فصل رشد و اندازه گیاه (قطر تنه) بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات اجرای طرح: با توجه به پراکنش باغ‌های عناب در شهرستان بیرجند، محل اجرای طرح، روستای سیوجان از توابع شهرستان بیرجند انتخاب گردید که دارای مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی، ۶۰ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی و ۱۴۹۱ متر ارتفاع از سطح دریا است. این شهرستان با مساحت ۳۱۷۰۴ کیلومترمربع در شرق ایران واقع است. طرح مزرعه مورد مطالعه در قالب فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۲ تکرار اجرا شد. بلوک‌های اجرای طرح در منطقه با سه عامل دور آبیاری (A)، اندازه گیاه (B) و زمان (C) انجام شد. عامل دور آبیاری شامل ۲ سطح a_1 و a_2 به ترتیب دور آبیاری ۱۲ و ۱۸ روز، عامل اندازه گیاه در ۲ سطح b_1 و b_2 به ترتیب، قطر تنه ۶-۷ سانتی‌متر و قطر تنه ۸-۹ سانتی‌متر و عامل زمان در ۴ سطح c_1 ، c_2 ، c_3 و c_4 به ترتیب ۱۳۹۱/۰۲/۰۱، ۱۳۹۱/۰۳/۱۵، ۱۳۹۱/۰۴/۱۵ و ۱۳۹۱/۰۵/۱۵ در یک فصل رشد گیاه بود.

نمونه‌برداری: نمونه‌برداری از خاک برای تجزیه آن به صورت تصادفی از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر محیط اطراف ریشه انجام شد، نتایج آن در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. نمونه‌برداری به صورت تصادفی از مخلوط ۵ نمونه خاک به حجم ۵۰۰ سانتی‌مترمکعب تهیه گردید. نمونه ریشه‌ها از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری به شکل تصادفی از ریشه به فاصله ۴ روز بعد از هر دور آبیاری برداشت شد. در نهایت ریشه‌های بدون رشد ثانویه با آب شسته شده و سپس در فیکساتیو گلیسرین الکل (GA) نگهداری شدند. برای ارزیابی میزان میکوریزایی ریشه‌ها به شیوه روشن‌سازی و رنگ‌آمیزی ریشه‌ها، از روش اصلاح‌شده توسط کورمانیک استفاده شد (مک‌گونیگل و همکاران، ۱۹۹۰). میزان کلونیزه شدن در ریشه‌ها با استفاده از خطوط متقاطع اندازه‌گیری شد. به این منظور ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده را داخل پتری‌دیشی که واجد شبکه‌های مربعی است ریخته و پس از توزیع تصادفی ریشه‌ها، بررسی تقاطع ریشه‌ها با شبکه در درشت‌نمایی ۵۰ استریومیکروسکوپ انجام گرفت و در پایان از تقسیم تعداد تقاطع دارای ساختار میکوریزایی بر تعداد کل تقاطع بررسی شده (مجموع ریشه‌های میکوریزا و غیرمیکوریزا)، درصد طول ریشه‌های آلوده (واجد هم‌زیست) محاسبه گردید (مک‌گونیگل و همکاران، ۱۹۹۰؛ پکیانی، ۱۹۹۱؛ آیزاک، ۱۹۹۲؛ کلرونوموس و همکاران، ۱۹۹۶؛

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۱)، شماره (۳) ۱۳۹۳

آل‌کاراکی و کلارک، ۱۹۹۸؛ خلیق و ساندرس، ۱۹۹۸). تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS و رویه انووا انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی خاک.

نمونه	عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (میلی‌موس بر سانتی‌متر)	اسیدیته	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام)
۱	۰-۳۰	۲/۴۵	۸/۲۰	۰/۰۱۵	۲/۲۱	۱۷۷
۲	۰-۳۰	۵/۵۸	۸/۱۹	۰/۰۳۷	۴/۵۳	۳۱۴

جدول ۲- نتایج تجزیه فیزیکی و بافت خاک.

نمونه	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	بافت خاک
۱	۸۵	۱۱	۴	شن لومی و شنی
۲	۵۸	۴۰	۲	لوم شنی

نتایج و بحث

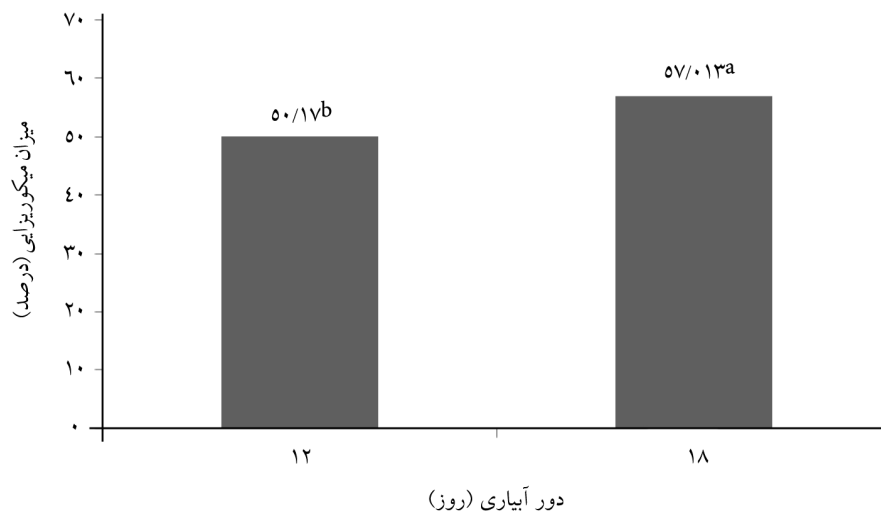
تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان میکوریزایی (درصد) نشان داد که اثرات دور آبیاری، اندازه درختان و زمان نمونه‌برداری با ۰/۰۱ درصد معنادار است (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات سطوح متفاوت دور آبیاری بر میزان میکوریزایی نشان داد که بیش‌ترین میزان میکوریزایی در دور آبیاری ۱۸ روز با میانگین ۵۷/۰۱ درصد ایجاد می‌شود (شکل ۱). مقایسه میانگین اثرات سطوح متفاوت اندازه درخت بر میزان میکوریزایی نشان داد که بیش‌ترین میزان میکوریزایی در درختان با قطر تنه ۸-۹ سانتی‌متر با میانگین ۵۵/۶۱ درصد ایجاد می‌شود (شکل ۲). مقایسه میانگین اثرات سطوح متفاوت زمان بر میزان میکوریزایی نشان داد که بیش‌ترین میزان میکوریزایی در زمان ۱۳۹۱/۰۵/۱۵ با میانگین ۵۷/۰۴ درصد ایجاد می‌شود ضمن این‌که کم‌ترین میزان در زمان ۱۳۹۱/۰۲/۰۱ با میانگین ۴۸/۵۹ درصد ایجاد شد (شکل ۳).

سعید دقیقی و همکاران

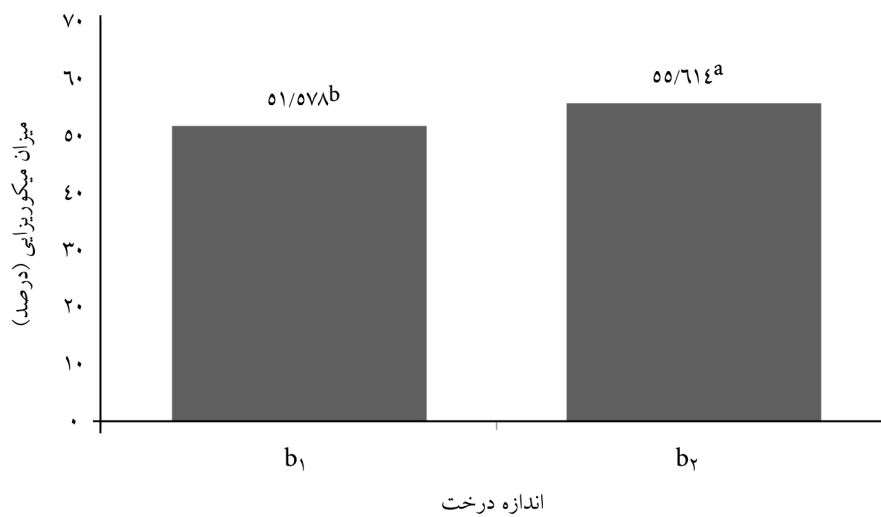
جدول ۳- تجزیه واریانس اثرات دور آبیاری (A)، اندازه درختان (B) و زمان نمونه برداری (C) بر میانگین مربعات سطوح میکوریزایی (درصد).

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات سطوح میکوریزایی (درصد)
تکرار	۱	۶۱۹/۳۷**
A	۱	۵۰۵/۷۶**
B	۱	۱۷۶/۳۵**
AB	۱	۰/۶۶ ^{ns}
C	۳	۱۴۶/۱۱**
AC	۳	۰/۵۳ ^{ns}
BC	۳	۰/۴۲ ^{ns}
ABC	۳	۰/۴۵ ^{ns}
خطا	۱۵	

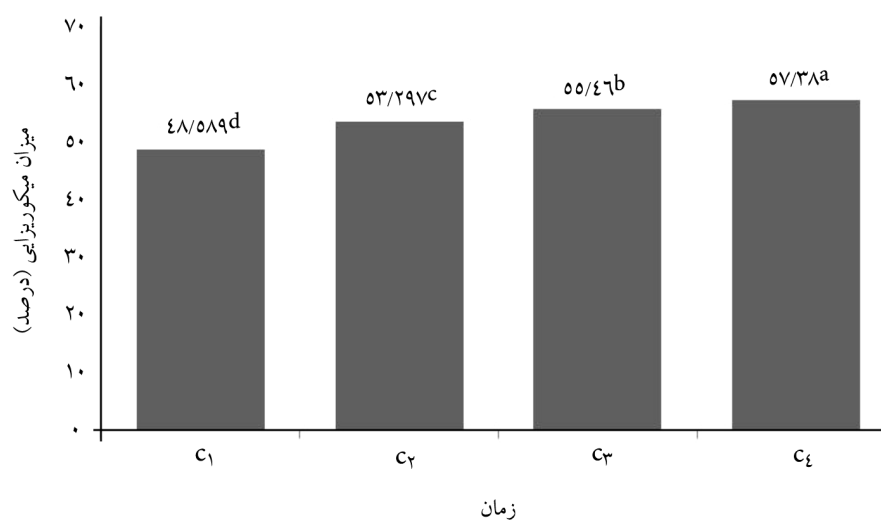
* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns} غیر معنی دار.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات سطوح متفاوت دور آبیاری بر میزان میکوریزایی (درصد).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات سطوح متفاوت اندازه درخت بر میزان میکوریزایی (درصد).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات سطوح متفاوت زمان بر میزان میکوریزایی (درصد).

آلودگی زیاد ریشه‌های عناب با قارچ‌ها، نشان از پتانسیل بالای تشکیل هم‌زیستی میکوریزای وزیکولار آربوسکولار (VAM) در این گیاه است. با توجه به شرایط محیطی کشت عناب، این هم‌زیستی در بهبود رشد گیاه و مقاوم کردن آن در برابر شرایط تنشی، بسیار ارزشمند است. افزایش تعداد ریشه‌های جانبی در واحد طول ریشه به دلیل هم‌زیستی میکوریزایی که در گیاهان میزبان عمومیت دارد در این گیاه نیز مشاهده شد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح متفاوت آبیاری و اندازه درختان بر میزان میکوریزایی نشان داد بالاترین میزان میکوریزایی با ۵۸/۹۱ درصد در دور آبیاری ۱۸ روز و درختان با قطر تنه ۸-۹ سانتی‌متر و پایین‌ترین میزان با ۴۸/۰۴ درصد در دور آبیاری ۱۲ روز و درختان با قطر تنه ۶-۷ سانتی‌متر تشکیل می‌گردد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح متفاوت دور آبیاری و زمان بر میزان میکوریزایی نشان داد بالاترین میزان میکوریزایی با ۶۰/۱۸ و ۵۸/۸۹ درصد به ترتیب در زمان‌های ۱۳۹۱/۰۵/۱۵ و ۱۳۹۱/۰۴/۱۵ با دور آبیاری ۱۸ روز و پایین‌ترین میزان با ۴۵/۱۹ درصد در دور آبیاری ۱۲ روز و زمان ۱۳۹۱/۰۲/۰۱ تشکیل می‌گردد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح متفاوت اندازه و زمان بر میزان میکوریزایی نشان داد بالاترین میزان میکوریزایی با ۵۹/۰۴ درصد در زمان ۱۳۹۱/۰۴/۱۵ در درختان با قطر تنه ۸-۹ سانتی‌متر و پایین‌ترین میزان با ۴۶/۵۹ درصد در زمان ۱۳۹۱/۰۲/۰۱ در درختان با قطر تنه ۶-۷ سانتی‌متر تشکیل می‌گردد (جدول ۴).

مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح متفاوت دور آبیاری، اندازه و زمان بر میزان میکوریزایی نشان داد بالاترین میزان میکوریزایی با ۶۲/۳۳ و ۶۰/۰۱ درصد به ترتیب در زمان‌های ۱۳۹۱/۰۵/۱۵ و ۱۳۹۱/۰۴/۱۵ در درختان با قطر تنه ۸-۹ سانتی‌متر و دور آبیاری ۱۸ روز و پایین‌ترین میزان در زمان ۱۳۹۱/۰۲/۰۱ در درختان با قطر تنه ۶-۷ سانتی‌متر و دور آبیاری ۱۲ روز تشکیل می‌گردد (جدول ۵).

بیش‌ترین میزان آلودگی میکوریزایی در دوره آبیاری ۱۸ روز در درختان با قطر تنه ۸-۹ سانتی‌متر و در نمونه‌های مردادماه مشاهده شد. با گذشت زمان در فصل رویش (دوره رویش)، توسعه میکوریزا در درختان متفاوت از نظر اندازه، با نرخ رشد متفاوتی افزایش یافت که این تفاوت با چگونگی نمو سیستم ریشه‌ای ارتباط دارد (تارکالسون، ۱۹۹۸). کند شدن رشد ریشه در تابستان نسبت به بهار و رسیدن به مرحله پایدار رشد در انتهای فصل رشد باعث می‌شود میزان میکوریزا تا بالاترین سطح

افزایش یابد که این یافته‌ها با نتایج بگ‌یراج (۱۹۹۱) و راجاسکی و میلر (۱۹۹۲) مطابقت دارد. درختان بزرگ‌تر به دلیل رقابت بیشتر تر سیستم ریشه‌ای برای جذب عناصر و نیاز شدیدتر، میزان میکوریزای بیش‌تری داشتند و میزان میکوریزا با تراکم ریشه‌ها در واحد حجم رابطه مستقیم نشان داد که این یافته با یافته‌های بوان (۱۹۸۷) مطابقت دارد. تشکیل هم‌زیستی میکوریزایی به‌طور اساسی برای اصلاح تغذیه عناصری که مقدار آن‌ها در خاک کم است یا دارای تحرک کمی هستند (به‌خصوص فسفر) ایجاد می‌گردد و هر عاملی که این کمبود را تشدید کند منجر به افزایش میزان میکوریزا خواهد شد. از جمله این عوامل می‌توان به کمبود آب (تنش خشکی) و رقابت اشاره کرد. بنابراین نقش میکوریزا در شرایط رویارویی با تنش خشکی حساس‌تر و حیاتی‌تر می‌گردد (هارلی و اسمیت، ۱۹۸۳؛ بگ‌یراج، ۱۹۹۱؛ دقیقی، ۱۹۹۹؛ نخعی، ۱۹۹۹). هرچه فاصله درختان از یکدیگر کم‌تر باشد تراکم ریشه‌ها بیش‌تر شده و به‌دنبال جذب سریع‌تر عناصر غذایی، کمبود عناصر خیلی سریع‌تر و شدیدتر ظاهر می‌گردد. با عنایت به شور بودن خاک و آب برخی از نقاط کشت عناب و بالا بودن میزان عناصر فلزی سنگین که هر دو برای گیاه مضرند تشکیل میکوریزا در عناب که به احتمال زیاد باعث مقاوم کردن در برابر املاح محلول زیاد موجود در خاک و تجمع عناصر سنگین در جز قارچی می‌شود، در این گونه مناطق اهمیت ویژه‌ای دارا است. در ضمن تشکیل میکوریزا به گونه قارچ و گیاه میزبان ارتباط دارد (برتا و همکاران، ۱۹۹۰؛ بگ‌یراج، ۱۹۹۱؛ خلیق و ساندرس، ۱۹۹۸). گیاه میزبان با توجه به میزان و نوع ترشحات، نیاز به عناصر غذایی، میزان سازگاری و تخصیص مواد فتوسنتزی به جز قارچی متفاوت عمل کرده که با برخی ویژگی‌های ژنتیکی گیاه میزبان و قارچ هم‌زیست ارتباط دارد.

به احتمال زیاد تشکیل میکوریزا در درختان عناب، توانایی این گیاهان را در سازگاری‌شان افزایش داده است. رشد بهتر گیاهان میکوریزایی نسبت به غیرمیکوریزایی و همبستگی مثبت عملکرد گیاه و میزان میکوریزایی، نشانه‌ای از این سازگاری است بنابراین اتخاذ راهبردهای مدیریتی در راستای توسعه و گسترش میان‌کنش بخش قارچی و ریشه عناب (میکوریزا)، گسترش رویش و عملکرد آن را افزایش داده و صرفه‌جویی اقتصادی پایداری را به همراه خواهد داشت. در همین راستا فراهم نمودن شرایط لازم برای حفظ هم‌زیستی اندومیکوریزا در گیاه عناب ضروری است. بدیهی است استفاده از این نوع مدیریت با تکیه بر سیاست‌های طبیعت‌گرایانه حفظ و تنوع زیستی در چارچوب اصول کنوانسیون‌های

توسعه پایدار و تنوع زیستی را جاری می‌سازد و منجر به کاهش مصرف کودهای شیمیایی و توسعه پایدار این گیاه در ایران خواهد شد (ساتن، ۱۹۷۳؛ هندرسون و دیویس، ۱۹۹۰؛ خلیق و ساندرس، ۱۹۹۸؛ دقیقی، ۱۹۹۹؛ نخعی، ۱۹۹۹).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح متفاوت دور آبیاری (A) و اندازه درختان (B)، دور آبیاری و زمان (C)، اندازه درختان و زمان بر میزان میکوریزایی.

منابع تغییرات		میزان میکوریزایی (درصد)
A ₁	B ₁	۴۸/۰۴ ^d
	B ₂	۵۲/۳۲ ^c
A ₂	B ₁	۵۵/۱۲ ^b
	B ₂	۵۸/۹۱ ^a
A ₁	C ₁	۴۵/۱۹ ^f
	C ₂	۴۹/۶۱ ^e
	C ₃	۵۲/۰۳ ^d
	C ₄	۵۳/۸۹ ^c
A ₂	C ₁	۵۱/۹۹ ^c
	C ₂	۵۶/۹۹ ^b
	C ₃	۵۸/۸۹ ^a
	C ₄	۶۰/۱۸ ^a
B ₁	C ₁	۴۶/۵۹ ^f
	C ₂	۵۱/۵۰ ^e
	C ₃	۵۳/۱۹ ^d
	C ₄	۵۵/۰۳ ^c
B ₂	C ₁	۵۰/۵۹ ^e
	C ₂	۵۵/۰۹ ^c
	C ₃	۵۷/۷۳ ^b
	C ₄	۵۹/۰۴ ^a

حروف مشابه در هر سطح مقایسه‌ای نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح متفاوت دور آبیاری (A)، اندازه درختان (B) و زمان (C) بر میزان میکوریزایی.

منابع تغییرات		میزان میکوریزایی (درصد)	
A ₁	B ₁	C ₁	۴۲/۸۵ ^j
		C _۲	۴۷/۷۳ ⁱ
		C _۳	۴۹/۶۰ ^h
		C _۴	۵۲/۰۱ ^{fg}
	B _۲	C ₁	۴۷/۵۶ ⁱ
		C _۲	۵۱/۴۹ ^{gh}
		C _۳	۵۵/۴۶ ^{de}
		C _۴	۵۵/۷۷ ^{cd}
	B _۳	C ₁	۵۰/۳۶ ^{gh}
		C _۲	۵۵/۲۸ ^{cdi}
		C _۳	۵۶/۸۷ ^{bc}
		C _۴	۵۸/۰۶ ^b
A _۲	B _۱	C ₁	۵۳/۶۳ ^{ef}
		C _۲	۵۸/۶۹ ^b
	B _۲	C _۳	۶۱/۰۱ ^a
		C _۴	۶۲/۳۱ ^a

حروف مشابه در هر سطح مقایسه‌ای نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن می‌باشد.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی و فن‌آوری دانشگاه بیرجند که امکان انجام این پژوهش را فراهم نمودند، سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

1. Al-Karaka, G.N., Raddad, Al., and Clark, R.B. 1998. Water stress and mycorrhizal isolate effects on growth and nutrient Acquisition of Wheat. J. Plant Nutr. 21: 5. 891-902.
2. Al-Karaki, G.N., and Clark, R.B. 1998. Growth, mineral acquisition, and water use by mycorrhizal wheat grown under water stress. J. Plant Nutr. 21: 2. 263-276.
3. Allen, M.F., Richards, J.H., and Buss, C.A. 1998. Influence of clipping and soil water status on VAM of two semi-arid tussock grasses. Biol. Fertil. Soils. 8: 285-289.
4. Bagyaraj, D.J. 1991. Ecology of VAM, P 3-33. In: Arora, D.K., Rai, V., Mukerji, K.C., Knudsen, G.R. (eds.), Handbook of Applied Mycology, soil and plant. Marcel Dekker Inc., USA.

5. Berta, G., Fuseini, A., Trotta, A., and Seannerini, S. 1990. Morphologic modification induced by the mycorrhizal fungus *Glomus* strain E₃ in the root system of allium porrum. *New phytol.* 114: 207-215.
6. Bowen, G.D. 1987. The biology and physiology of infection and its development, P 28-52. In: G.R. Safir (Ed.), *Ecophysiology of VA mycorrhizal plants*, CRC Press, USA.
7. Daghighi, S. 1999. Survey of methods of propagation of jujube tree. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Iran, 85p. (In Persian)
8. Fitter, A.H., and Garbaye, J. 1994. Interactions between mycorrhizal fungi and other soil organism. *Plant Soil.* 159: 123-132.
9. Harley, J.L., and Smith, S.E. 1983. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press, UK. Pp: 1-77.
10. Henderson, J.C., and Davies, F.T. 1990. Drought acclimation and the morphology of mycorrhizal of *Rosa hybrida* L. CV. Ferdy is independent of leaf content. *New phytol.* 115: 503-510.
11. Isaac, S. 1992. *Fungal-plant Interactions*. Chapman and Hall. Pp: 266-327.
12. Jahani, M., Daghighi, S., Daghighi, M., and Nakhaie, A. 2009. Identification of mycorrhiza in Jujube tree (*Ziziphus jujuba* Mill.) and the effect of the age of the tree on the quantity of mycorrhiza. *J. Plant Prod.* 16: 1. 75-86.
13. Khaliq, A., and Sanders, F.E. 1998. Effects of VAM inoculation of growth and phosphorus nutrition of barley in natural of methyl bromid treated soil. *J. Plant Nutr.* 21: 10. 2103-2177.
14. Klironomos, J.N., Rollig, M.C., and Allen, M.F. 1996. Below-ground microbial and microfaunal responses to *Artemisia tridentata* grown under elevated atmospheric CO₂. *Fun. Ecol.* 10: 527-534.
15. McGonigle, T.P., Miller, M.H., Evans, D.G., and Swan, J.A. 1990. A new method which gives an objective measure of colonization of roots by VAM fungi. *New Phytol.* 115: 405-501.
16. Nakhaei, A. 1999. Identification of mycorrhiza in saffron. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Iran. (In Persian)
17. Pacioni, G. 1991. Wet-sieving and decanting techniques for the extraction of spores of VAM fungi, P 317-322. In: Norris, J.R., Read, D.J., and Varma, A.K. (Eds.), *Methods in Microbiology*, Academic Press, Great Britain.
18. Rajapske, S., and Miller, J.C. 1992. Methods for studying VAM root colonization and related Physical root properties, P 302-316. In: Norris, J.R., Read, D.J., and Varma, A.K. (Eds.), *Methods in Microbiology*, Academic Press, Great Britain.
19. Rillig, M.G., Klironomos, J.N., and Field, C.B. 1998. AM percent root infection and infection intensity of *Bromus hordeaceus* grown in elevated atmospheric CO₂. *Mycol.* 90: 2. 199-205.
20. Sutton, J.C. 1973. Development of VAM in crop plants. *Can. J. Bot.* 51: 24-87.
21. Tarkalson, D. 1998. Mycorrhizal colonization and nutrient uptake of dry bean in manure and compost manure treated subsoil and untreated topsoil and subsoil. *J. Plant Nutr.* 21: 9. 1867-1878.



Investigating the effect of irrigation period on the quantity of jujube (*Ziziphus jujuba Mill.*) tree mycorrhization

***S. Daghighi¹, A. Tehranifar², Gh.H. Davarinejad², A. Nakhaei³,
M. Jahani⁴ and S. Malekzadeh-Shafaroudi⁵**

¹Ph.D. Student, Dept. Horticulture Science, Ferdowsi University of Mashhad,

²Associate Prof., Dept. Horticulture Science, Ferdowsi University of Mashhad,

³Instructor, Shahid Bahonar Teacher Training Center, Birjand, ⁴Assistant Prof.,

Dept. Agronomy, Birjand University, ⁵Assistant Prof., Dept. Biotechnology
and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 04/25/2013; Accepted: 08/07/2014

Abstract

Jujube (*Ziziphus jujuba Mill.*) is a native, economic Iranian plant mainly cultivated in Birjand. It is a deciduous shrub or tree with plain leaves with alternate placement pattern, androgynous flowers and hard fruits whose fruit and wood are used. Mycorrhiza is the most prevalent symbiosis between the fungi and vascular plants which has various types. Due to the beneficial effects of this symbiosis on growth, reaction to stress conditions, adaptation and propagation, the effect of irrigation period (water stress) on the degree of jujube's colonization by Mycorrhizae during a growth period was investigated based on randomized complete blocks design form of factorials with the factors being irrigation period, plant size and time in the in farm conditions with two replications. Results from the investigation indicated that increasing irrigation period of trees which results in stronger water stresses increases mycorrhization. In addition, mycorrhization of the roots increases differently from May to August and there is a direct relationship between size of trees and quantity of mycorrhization. Considering the fact that jujube's endomycorrhizal symbiosis facilitates its water and minerals absorption in environmental stressful conditions, using the technology of endomycorrhizal fungi development enables us to extend jujube cultivation lands to new environments in line with the principles of sustainable development.

Keywords: Mycorrhiza, Endomycorrhiza, Water stress, Jujube (*Ziziphus jujuba Mill.*)

* Corresponding Author; Email: sedaghighi@yahoo.com