مقایسهٔ خصوصیات خاک و تنوع گونه‌ای قارچ‌های میکوریز آربوسکولار همزیست با گونهٔ ارغوان (*Cercis griffithii* Boiss.) در رویشگاه طبیعی و دست کاشت

ناهید جعفریان، جواد میرزایی[1]، مهدی حیدری و مصطفی مرادی

دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام؛ **nahidjafareiyan2013@gmail.com**

دانشیار گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام؛ **Mirzaei. javad@gmail.com**

استادیار گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام؛ **m_heydari23@yahoo.com**

استادیار گروه جنگلداری، دانشکده محیط زیست و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان؛ **Moradi4@gmail.com**

دریافت: **96/6/4** و پذیرش: **96/12/22**

چکیده

این پژوهش به منظور مقایسهٔ خصوصیات خاک و تنوع‌گونه‌ای قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در گونهٔ ارغوان (*Cercis griffithii*) در دو رویشگاه طبیعی و دست‌کاشت انجام گرفت. به این منظور نمونه‌برداری از خاک ریزوسفری گونهٔ ارغوان در فصل بهار از عمق 30-0 سانتیمتری انجام گرفت. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه مورد آنالیز خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قرار گرفت و استخراج اسپور قارچ‌ها با استفاده از الک مرطوب و سانتریفیوژ انجام شد. سپس قارچ‌ها براساس ویژگی‌های مرفولوژیک شناسایی شدند. همچنین تعداد اسپورها، درصد کلنیزاسیون طولی ریشه، غنای گونه‌ای، شاخص تنوع شانون-وینر و سمپسون و شاخص یکنواختی پایلو نیز محاسبه گردید. نتایج نشان داد بین دو رویشگاه از نظر خصوصیات شیمیایی خاک (نیتروژن، پتاسیم، آهک و کربن‌آلی) و خصوصیات فیزیکی خاک (شن، رس و جرم مخصوص ظاهری) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. رویشگاه طبیعی از میزان کربن‌آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و شن بالاتری برخوردار است ولی میزان آهک در رویشگاه دست‌کاشت بالاتر بود. دو رویشگاه از لحاظ تنوع گونه‌ای شانون- وینر و کلنیزاسیون اختلاف معنی‌داری را نشان دادند که در رویشگاه طبیعی بالاتر بودند. همچنین نتایج نشان داد رویشگاه‌ها از نظر شاخص سیمپسون و تعداد اسپور اختلاف معنی‌داری نداشتند. براساس آنالیز مؤلفه‌های اصلی پتاسیم، کربن‌آلی، آهک، فسفر و بافت خاک به عنوان مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر رویشگاه‌های گونهٔ ارغوان بودند.

واژهای کلیدی: ارغوان، تنوع قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، توده طبیعی، دست‌کاشت

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: ایلام. دانشگاه ایلام، دانشکده کشاورزی

مقدمه

یکی از مهمترین مناطق رویشی کشور منطقه زاگرس است که با پنج میلیون هکتار جنگل تقریباً وسعتی معادل 40 درصد از کل جنگل‌های کشور را به خود اختصاص داده است (ثاقب طالبی، 1383). ارزشمندی این جنگل‌ها به لحاظ زیست‌محیطی ایجاب می‌کند که گونه-های ارزشمند این مناطق مورد توجه علمی بیشتری قرار بگیرند. گونه ارغوان (*Cercis griffithii*) یکی از ارزشمندترین گونه‌های جنگلی منطقه زاگرس می‌باشد که بررسی‌های بسیار کمی در مورد آن صورت گرفته است.

ارغوان گیاهی از خانواده Leguminosac و تیره فرعی Caesalpinaceae، دارای گونه‌های متعددی است که 5 گونه آن در ایران رویش دارد (عماد و همکاران، 1391). گونهٔ ارغوان به علت نقش آن در جلوگیری از فرسایش خاک، کاربرد آن در فضای سبز وجنگل کاری‌ها (حیدری و همکاران، 1394)، دارا بودن خواص دارویی ، صنعتی و همچنین اهمیت آن از لحاظ اقتصادی (عماد و همکارن، 1391)، یکی از گونه‌های حائز اهمیت و ارزشمند در جنگل‌های زاگرس می‌باشد. خاستگاه آن مناطق شرق مدیترانه است و در کشور ما گسترش زیادی دارد. بومی آسیا، اروپا است و در جنگل‌های شمال کشور و ارتفاعات میان‌بند رشد می‌کند (عماد و همکاران، 1391). بنابراین شایسته است برای حفظ تنوع گونه‌ای، توسعه منابع‌طبیعی کشور و حفظ ارزش‌های زیست-محیطی، چنین گونه‌هایی مورد توجه علمی بیشتری قرار گیرند. خاک‌ها به عنوان بخش مهمی از اکوسیستم‌ها شناخته شده‌اند که خصوصیات خاک نقش عمده‌ای در ایجاد تغییر و تنوع در جنگل ایفا می‌کنند و از طرف دیگر جنگل‌ها نیز نقش مهمی در تغییر و تنوع (ایمانی و همکاران، 1395) و توسعه (کوچ و همکاران، 2007) خصوصیات خاک ها به عهده دارند. در واقع‌خاک‌ها از یک طرف تعیین‌کنندهٔ گونه‌های گیاهی هستند، از طرف دیگر گیاهان بر چرخه عناصر غذایی، خصوصیات مکانی خاک‌ها، تغییرات فیزیکوشیمیایی و میزان رطوبت خاک اثر می‌گذارند (احمدخانی و همکاران، 2011؛ مرادی بهبانی و همکاران، 2017) و نقش قابل توجهی در تغییر و توسعه خاک‌ها بر عهده دارند (صالحی و همکاران، 1384).

در کشور ما باتوجه به پراکنش جغرافیایی جنگل‌های زاگرس، اطلاعات مربوط به گونه‌های موجود در این جنگل‌ها و همچنین مطالعات مربوط به نیازهای رویشگاهی و اکولوژیکی، خاکشناسی و مقایسهٔ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی گونه‌ها در رویشگاه‌های طبیعی و دست‌کاشت محدود بوده و تنها می‌توان به مطالعات میرزایی و مرادی (2017) بر روی بادامک و محمودی (1381) در جنگل‌های خزر اشاره کرد. بنابراین ضروری است تا نسبت به این موضوع مطالعات جدیدی صورت بگیرد. بررسی نیازهای رویشگاهی و خصوصیات خاک گونه‌های جنگلی برای اصلاح، احیاء و حفاظت پوشش گیاهی ضروری می‌باشد و از آنجاییکه پایداری طولانی‌مدت اکوسیستم‌های جنگلی وابسته به حفظ کیفیت خاک بوده از این رو آگاهی از وضعیت خاک‌های جنگلی و بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها بسیار مهم می‌باشد.

قارچ‌های میکوریز آربوسکولار از جمله میکروارگانیسم‌های ریزوسفر خاک هستند که در بین جمعیت‌های میکروبی خاک، از نظر اکولوژیکی بسیار مهم می‌باشند، زیرا این قارچ‌ها در داخل ریشه گیاهان میزبان رابطه همزیستی ایجاد می‌نمایند. این قارچ‌ها به عنوان جزئی از اکوسیستم‌های خاکی مواد معدنی و آب را جذب کرده و در اختیار گیاه میزبان قرار می‌دهند و در مقابل، از ترکیب‌های کربنی گیاه استفاده می‌کنند (ایی اوم و همکاران، 2000). این قارچ‌ها می‌توانند رشد و فیزیولوژی گیاهان را تحت تأثیر قرار دهند (اسمیت و رید، 2008). همزیستی گیاهان با میکروارگانیسم‌ها و سایر موجودات زنده موجب حفظ و پایداری گونه‌های گیاهی و حفظ جوامع گیاهی می‌گردد.

مطالعاتی در زمینهٔ شناسایی و تنوع زیستی قارچ‌های میکوریز همزیست با گونه‌های جنگلی انجام شده است که می‌توان به شناسایی قارچ در برخی درختان جنگل‌های کیاسر (مدرسی چهاردهی و همکاران، 1393)، گونه‌های کیکم (فیضی کمره و همکاران، 1390)، بادام کوهی (میرزایی و نوربخش، 1394)، زالزالک (میرزایی و همکاران، 2014) و مطالعه تنوع و فراوانی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار گونه اقاقیا در اتیوپی (بیلی و همکاران، 2013) اشاره کرد. شناسایی قارچ‌های میکوریز در مناطق و شرایط مختلف ارزشمند است، زیرا با معرفی جنس و گونهٔ قارچ همزیست در رشد، می‌توان از آن‌ها به عنوان کود بیولوژیک و محرک رشد در شرایط خاص استفاده کرد. همچنین این قارچ‌ها نقش مهمی در احیای رویشگاه‌ها به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک دارند (میرزایی و نوربخش، 1394).

با توجه به شرایط آب و هوایی و روند فزاینده نابودی و تخریب جنگل‌های غرب کشور و اهمیت گونه-های جنگلی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک زاگرس، یکی از ابزارهای مفید و مناسب در برابر بهبود روند تخریب جنگل‌ها، جنگلکاری می‌باشد. بنابراین

ضروری است تا برای داشتن جنلگاری‌های موفق نیازهای رویشگاهی گونه‌ها را بشناسیم و با استفاده از قارچ‌های میکوریزی به عنوان یک همزیست سودمند موفقیت امر جنگلکاری‌ها را بالاببریم.

مطالعاتی در زمینه اکولوژی گونهٔ ارغوان در ایران انجام شده است (رضائی پور و همکاران، 1390) که نشان می‌دهد گونه ارغوان در خاک‌هایی که دارای رس، سیلت، ماده‌آلی، کلسیم بالا و در جهت‌های شمالی استقرار دارند و گونه بارز رویشگاه ارغوان بلوط می‌باشد (رضائی‌پور و همکاران، 1390، جهانی و همکاران، 1390) اما با وجود تحقیقات گسترده در زمینهٔ قارچ‌های همزیست، تاکنون در زمینه شناسایی و تنوع قارچ‌های میکوریز همزیست با گونهٔ ارغوان و همچنین مقایسهٔ خصوصیات خاک در رویشگاه دست‌کاشت و طبیعی این گونه مطالعه‌ای صورت نگرفته است. بنابراین با توجه به اهمیت قارچ‌های میکوریزی در جذب آب و عناصر غذایی برای درختان و عدم اطلاعات کافی در رابطه با قارچ‌های میکوریز همزیست با این گونه و میزان جمعیت آن‌ها و همچنین اهمیت مطالعات اکولوژیکی، شناخت و مقایسهٔ نیاز رویشگاهی گونه‌ها، این پژوهش با هدف مقایسهٔ خصوصیات خاک و تنوع گونه‌ای قارچ‌های میکوریز همزیست با گونهٔ ارغوان در دو رویشگاه طبیعی و دست‌کاشت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه شامل رویشگاه طبیعی ارغوان به مساحت 20 هکتار و رویشگاه دست‌کاشت چغاسبز به مساحت 9 هکتار در استان ایلام بود. هر دو رویشگاه در شهرستان ایلام قرار دارند. خصوصیات فیزیوگرافی (ارتفاع از سطح دریا) دو رویشگاه مشابه هم بوده و همچنین سازند زمین‌شناسی در دو منطقه یکسان و از نوع گورپی، آسماری و گچساران است. قدمت جنگل-کاری در رویشگاه چغاسبز نیز 15 سال می‌باشد. داده‌های بارش رویشگاه‌ها از ایستگاه هواشناسی و سینوپتیک منطقه ایلام و براساس میانگین ده ساله تهیه شد. میزان بارندگی سالانه 481/2 میلی‌متر و میانگین دمای سالانه رویشگاه‌ها 17 درجه سانتی‌گراد است. در رویشگاه طبیعی گونهٔ ارغوان غالب و با بلوط (20 درصد)، بنه (5 درصد)، کیکم (5 درصد) و بادام (5 درصد) همراه بود و در رویشگاه دست‌کاشت این گونه در میان گونه‌های طبیعی دافنه (25 درصد)، آلبالووحشی (10 درصد)، زالزالک (15 درصد) و بلوط (15 درصد) حضور داشت. مشخصات جغرافیایی مناطق مورد مطالعه نیز در جدول 1 آورده شده است.

جدول 1- مشخصات مناطق مورد مطالعه

نام رویشگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)	شیب(%)
طبیعی (ارغوان)	46°27'46''	33°39'38''	1598	35
دست‌کاشت (چغاسبز)	46°24'42''	33°36'07''	1433	15

نمونه‌برداری

در هر رویشگاه ابتدا با جنگل گردشی و بررسی مقدماتی منطقه، اطلاعات لازم در خصوص گونهٔ ارغوان تعیین شد. به این منظور در بهار سال 1395 در هر دو رویشگاه 3 محل نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انتخاب شد. در هر محل نمونه برداری 3 نمونه ترکیبی خاک به صورت تصادفی از عمق 0 تا 30 سانتیمتری در زیر تاج پوشش درختان برداشت شد و به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل شد (مارنون، 1999). نمونه‌های خاک در آزمایشگاه به دو بخش تقسیم شدند. یک بخش برای بررسی خصوصیات خاک مورد استفاده قرار گرفت و بخش دوم در یخچال نگهداری شد و برای استخراج و شناسایی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار مورد استفاده قرار گرفت. اندازه‌گیری بافت خاک به روش هیدرومتری (بایکاس، 1962)، جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه (جعفری‌حقیقی، 1382) و برحسب گرم بر سانتیمتر مکعب، شوری خاک با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی، pH به وسیله دستگاه pH متر، پتاسیم قابل جذب (مورونو و همکاران، 2007) توسط دستگاه فلیم فتومتر و برحسب (mg/kg)، فسفر به روش اولسن (اولسن و همکاران، 1954) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و برحسب (mg/kg)، نیتروژن خاک به روش کجلدال (برم نر و میلوانی، 1982) و برحسب درصد، کربن‌آلی به روش والکی و بلک (آلیسون، 1965) و برحسب درصد، رطوبت اشباع به روش وزنی (صالحی و همکاران، 1384) و آهک با روش تیتراسیون برگشتی (پیج و همکاران، 2004) انجام گرفت.

استخراج اسپور، شناسایی قارچ‌های میکوریز و تعیین درصد کلنیزاسیون ریشه

با استفاده از روش الک مرطوب و سانتریفیوژ کردن با ساکارز اقدام به استخراج اسپور قارچ شد (مانی مگالی و همکاران، 2011). برای این منظور 7 گرم خاک خشک را با یک لیتر آب مخلوط کرده تا به حالت سوسپانسیون درآید. سپس ده ثانیه صبر کرده تا ذرات شن و خاک رسوب کرده و از سری الک‌های 25، 80، 200 و 400 مش که به ترتیب روی هم قرار گرفته‌اند، عبور داده شد (بوامری و همکاران، 2006). در روی الک‌های 200 و 400 مش ذرات ریز و اسپورهای قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار جمع‌آوری شدند. این مواد را در داخل فالکون مخصوص سانتریفیوژ ریخته و در مرحله اول به مدت 5 دقیقه در 4000 دور سانتریفیوژ شد و از دو فاز به دست آمده، فاز رویی را برداشته و از کاغذ صافی مدرج عبور داده شد و سپس به فاز زیرین محلول ساکاروز 55 درصد اضافه کردیم، این محلول در مرحله دوم به مدت 2 دقیقه در 2000 دور سانتریفیوژ شد و فاز رویی مجدداً از کاغذ صافی مدرج عبور داده شد و اسپورها پشت کاغذ صافی جمع شد و فراوانی آن‌ها تعیین گردید.

به منظور مشاهده خصوصیات اسپور قارچ‌ها و شناسایی گونه‌های قارچی، ابتدا اسلایدهای دائمی با استفاده از معرف پلی وینیل لاکتوگلیسرول (PVLG) و ملرز(کلرال هیدرات، ید و یدید) تهیه شد. سپس شناسایی بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی نظیر شکل، رنگ، اندازه، تعداد لایه و شکل هیف انجام گرفت. برای بررسی و اندازه‌گیری این ویژگی‌ها از میکروسکوپ نوری کالیبره شده (Olympius, BH2) استفاده گردید. شناسایی گونه‌ها با استفاده از کلید شناسایی شنک و پریز (1989) و سایت‌های اینترنتی معتبر http:// invam.caf.wvu.edu انجام گرفت.

برای تعیین درصد کلنیزاسیون ریشه، نمونه‌های ریشه، با استفاده از روش فلیپس و هایمن (1970) و با استفاده از محلول رنگ آنیلین بلو یک درصد رنگ آمیزی شدند. به این منظور، ریشه‌های موئین درخت را که به اندازه 1 سانتی‌متر برش داده شدند، به خوبی شسته و سپس در محلول KOH 10% (پتاس 10%) به مدت یک تا دو و نیم ساعت داخل حمام آب گرم با دمای 90 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا کاملاً شفاف شوند، سپس ریشه-ها با آب مقطر شسته شدند (5 تا 7 بار) تا پتاس موجود از آن‌ها خارج شود. جهت رنگ‌بری، ریشه‌ها به مدت 15 تا 30 دقیقه در درون محلول H_2O_2 (هیدروژن پراکسید) خالص قرار گرفتند. مجدداً پس از 2 تا 3 بار شستشو با آب مقطر، ریشه‌ها به مدت 3 تا 5 دقیقه در داخل محلول HCl 1% (اسید کلریدریک 1%) قرار داده شدند. از آنجایی که HCl جهت رنگ آمیزی ضروری است، از این مرحله به بعد نباید ریشه‌ها را با آب شستشو داد. برای رنگ آمیزی، ریشه‌ها را در محلول 5 درصد آنیلین بلو در لاکتوفنل (0/5 گرم آنیلین بلو با لاکتوفنل به حجم 100 میلی‌لیتر برسد)، به مدت 45 دقیقه در حمام آب گرم با دمای 90 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس، نسبت به رنگ بری ریشه‌ها با محلول لاکتوفنل اقدام شد. بعد از این مرحله، ریشه‌ها به مدت 24 ساعت در محلول لاکتوفنل قرار داده شدند و رنگ خود را از دست دادند و اندام قارچی در زیر میکروسکوپ به رنگ آبی قابل مشاهده بودند. در نهایت با استفاده از PVLG یا لاکتوفنل، اسلاید دائمی از ریشه‌ها تهیه گردید. تعیین درصد کلنیزاسیون طولی ریشه نیز بر اساس روش بیرمن و لیندرمن (1981) انجام گرفت. براساس این روش قطعاتی از ریشه‌های رنگ آمیزی شده در زیر میکروسکوپ نوری بررسی شدند و میزان کلنیزاسیون با برآورد طولی از ریشه که به ساختمان‌های قارچ (وزیکول، آربوسکول و هیف) کلنیزه بود، محاسبه شد.

محاسبه تنوع گونه‌ای قارچ‌های میکوریز

به منظور ارزیابی تنوع گونه‌ای قارچ میکوریز آربوسکولار در مناطق جنگلی نمونه‌برداری شده، از شاخص تنوع شانون-وینر و سیمپسون، غنا و یکنواختی گونه‌ای نیز با استفاده از شاخص پایلوکه فرمول‌های آن در زیر آمده است، محاسبه گردید.

غنای گونه‌ای (مگران، 1988): غنای گونه‌ای با نام تراکم گونه‌ای نیز خوانده می‌شود و به مفهوم تعداد کل گونه‌ها موجود است. برای مؤلفه غنا بهترین و آسان‌ترین شاخص تعداد گونه‌ها است.

شاخص سیمپسون: (میرزایی و مرادی، 2017)

$$1 \quad D = 1 \quad \sum_{i} p_i^2$$

1-D: شاخص تنوع یمپسون

شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر: (مگران، 1988)

:

$$H' = -\sum_{1}^{s} p_i \ln p_i$$

H' شاخص تنوع شانون - وینر

p_i: سهم افراد در گونه iام نسبت به کل نمونه که به صورت $p_i = \frac{n_i}{N}$ تعریف می‌شود.

شاخص یکنواختی پایلو: (مگران، 1988)

H' : شاخص تنوع شانون – وینر، S : تعداد گونه‌ها

$$pailo = H/Ln\ S$$

آنالیز داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای آماری SPSS نسخه 20، Canoco، Exel 2013 انجام گرفت. در ابتدا کلیه‌ی داده‌های موجود به لحاظ نرمال بودن مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس برای مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در دو رویشگاه طبیعی و دست‌کاشت گونهٔ ارغوان از آزمون *t*-test استفاده شد. از تجزیه مؤلفه‌های اصلی PCA برای تعیین عوامل تأثیرگذار بر هر رویشگاه استفاده شد.

نتایج

بر اساس نتایج 13 گونه قارچ میکوریز همزیست با گونهٔ ارغوان در رویشگاه دست‌کاشت چغاسبز شناسایی شد. از بین گونه‌های شناسایی شده 5 گونه متعلق به جنس *Glomus*، 3 گونه *Funneliformis*، 1 گونه *Rhizophagus*، 3 گونه *Acaulospora* و 1 گونه از جنس *Claroideoglomus* شناسایی شد.

در رویشگاه طبیعی ارغوان نیز 15 گونه قارچ میکوریزی شناسایی شد که 5 گونه متعلق به جنس *Glomus*، 3 گونه جنس *Funneliformis*، 3 گونه *Acaulospora*، 1 گونه *Diversispora*، 1گونه *Rhizophagus*، 1 گونه *Claroideoglomus* و 1 گونه از جنس *Intraspora* شناسایی شد.

جدول 2- خصوصیات گونه‌های قارچی شناسایی شده

جنس	گونه	رویشگاه	رنگ اسپور	اندازه اسپور (میکرومتر)	لایه‌های اسپور	شکل هیف	لایه هیف	میانگین ضخامت دیواره هیف (میکرومتر)
Glomus	*G. nanolumen*	ارغوان چغاسبز	شیشه ای، سفید مایل به زرد، زرد رنگ پریده	(43) 36 (13)	2	راست یا خمیده، قیفی شکل	2	-
	G. microcarpum	ارغوان	زرد تا زرد طلایی	(55) 39 (22)	2	راست یا خمیده، استوانه ای به سمت نا منظمی	2	2/4
	G. arenarium	ارغوان چغاسبز	خاکستری، زرد قهوه ای	(120) 97 (55)	3	راست یا کج، استوانه ای یا نا منظم،ندرتا دارای فرو رفتگی	1-3	1/1
	G. pansihalos	ارغوان	زرد رنگ پریده تا زرد تیره	(180)140 (100)	3	راست یا اندکی خمیده، نا منظم، گاهی دارای فرو رفتگی	3	4/5
	Glomus sp.	ارغوان چغاسبز	سفید سبز تا سبز یشمی	(75) 50 (35)	2-3	منقبض، استوانه‌ای	1-3	2/5
	G.veroculosum	چغاسبز	زرد تا نارنجی	(265) 189 (150)	3	راست یا کج،	2	5/5
	G. deserticola	چغاسبز	زرد رنگ پریده تا نارنجی	(115) 89 (70)	2	قیفی تا تقریبا استوانه ای راست یا خمیده، نا منظم،	2	2/6
Funneliformis	*F.mosseae*	ارغوان	زرد رنگ پریده تا زرد طلایی	(280) 185 (80)	3	قیفی شکل، ندرتا فرو رفته قیفی شکل	3	2/2 -4/3
	F. constrictum	ارغوان چغاسبز	نارنجی مایل به قهوه ای تا قهوه ای تیره	(220) 160 (100)	2	راست یا خمیده، معمولا فرو رفتگی علامت دار به سمت پایه اسپور، گاهی استوانه ای نا منظم تا قیفی شکل	2	6
	F. coronatum	ارغوان	نارنجی تا قهوه ای متمایل به نارنجی	(230) 160 (80)	2	قیفی شکل	2	2/8 -6/5
	F. xanthium	چغاسبز	زرد روشن تا زرد	(70) 50 (23)	3	راست یا کج، استوانه ای یا	3	0/9

			تیره			نا منظم، ندرتا دارای فرو رفتگی		
	F. badium	چغاسبز	نارنجی مایل به قهوه ای خرمایی، خرمایی یا قهوه ای مایل به قرمز	(35) 55 (65)	3	راست یا کج، استوانه ای یا اندکی نا منظم، ندرتا اندکی فرو رفته	2	4/4
	A. gadanensis	ارغوانچغا سبز	زرد رنگ پریده تا زرد لیمویی	(55) 65 (75)	2	-	-	-
Acaulospora	*A. splendida*	ارغوان	شیشه ای براق	190- 250	2	-	-	-
	A. delicata	ارغوانچغا سبز	شفاف، زرد کمرنگ تا سبز کمرنگ	80 – 120	2	-	-	-
	A. koskei	چغاسبز	سفید نارنجی تا نارنجی متمایل به قرمز	(80) 183 (340)		-	-	-
	R. aggregatus	ارغوان	زرد، خردلی، نارنجی	(40) 86(150)	3	غالبا راست یا منحنی، استوانه ای تا نسبتاً قیفی. ندرتا در پایه اسپور متورم یا منقبض می شود.	3	3/3
Rhizophogus	*R. fasiculatum*	چغاسبز	زرد رنگ پریده	(50) 105 (130)	3	راست یا اندکی خمیده، استوانه	3	1/8
Claroideoglomus	*C. etunicatum*	ارغوان چغاسبز	زرد رنگ پریده تا زرد	(75) 95 (135)	2	راست یا خمیده،استوانه تا اندکی نا منظم	2	2/2
Diversispora	*D. aurantium*	ارغوان	زرد نارنجی، خاکی	(70) 98 (120)	3	راست یا کج، استوانه ای یا اندکی نا منظم، ندرتا دارای فرو رفتگی	1-3	2
Intraspora	*I. schenckii*	ارغوان	شیشه‌ای	(45) 50 (75)	2	-	-	-

نتایج مقایسه شاخص‌های تنوع، کلنیزاسیون و تعداد اسپور در رویشگاه‌های طبیعی و دست‌کاشت

نتایج نشان داد که بین دو رویشگاه از نظر تنوع شانون- وینر اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول3) و تنوع شانون-وینر در رویشگاه طبیعی بیشتر از دست-کاشت است (جدول 4). همچنین دو رویشگاه از نظر شاخص سیمپسون، یکنواختی پایلو و تعداد اسپور اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. از نظر غنای گونه‌ای بین دو رویشگاه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که میزان کلنیزاسیون، در دو رویشگاه طبیعی و دست‌کاشت اختلاف معنی‌داری با هم دارند (جدول 3) و این میزان در رویشگاه طبیعی (113/81 درصد) بالاتر از دست‌کاشت (45/22 درصد) می‌باشد (جدول 4). اختلاف میزان کلنیزاسیون نیز در دو رویشگاه 68/59 درصد بوده و درصد تغییرات نیز 60/27 می‌باشد.

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس (T-test) شاخص‌های تنوع، کلنیزاسیون و تعداد اسپور در رویشگاه‌های طبیعی و دست‌کاشت

	T	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
شانون-وینر	7/531	16	0/019
سیمپون	2/433	16	0/083
یکنواختی پایلو	0/215	16	0/461
غنای گونه‌ای	14/000	16	0/002
کلنیزاسیون(%)	8/737	16	0/012
تعداد اسپور(%)	4/428	16	0/091

جدول 4- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع، کلنیزاسیون و تعداد اسپور خاک در رویشگاه‌های طبیعی و دست کاشت (Mean± SE)

	شانون-وینر	سیمپون	یکنواختی پایلو	غنای گونه‌ای	کلنیزاسیون(%)	تعداد اسپور(%)
طبیعی	2/50±0/02[a]	0/89±0/00[a]	0/88±0/01[a]	14/47±0/33[a]	113/81±14/97[a]	88/33±10/92[a]
دست کاشت	1/95±0/14[b]	0/83±0/03[a]	0/85± 0/04[a]	10/00±0/58[b]	45/22±4/73[b]	59/33±7/22[a]

حرف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌داری

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

نتایج تجزیه واریانس *t*-test بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در رویشگاه طبیعی و دست-کاشت گونه ارغوان نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین رویشگاه‌های مورد بررسی از نظر pH، شوری، فسفر، سیلت و رطوبت اشباع وجود ندارد. بین دو رویشگاه طبیعی و دست کاشت گونه ارغوان از نظر خصوصیات شیمیایی خاک شامل نیتروژن، پتاسیم، آهک و کربن‌آلی و خصوصیات فیزیکی خاک شامل جرم مخصوص ظاهری، شن و رس تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول 5).

جدول 5– نتایج تجزیه واریانس (T-test)خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در رویشگاه طبیعی و دست‌کاشت

متغیر محیطی	T	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
نیتروژن (%)	7/899	16	0/017
فسفر(mg/kg)	4/989	16	0/067
پتاسیم(mg/kg)	10/844	16	0/006
آهک(%)	-5/936	16	0/048
کربن آلی(%)	8/429	16	0/014
pH	0/939	16	0/663
شوری (ds/m)	1/534	16	0/486
جرم مخصوص (g/cm^3)	-11/225	16	0/005
رطوبت اشباع (%)	1/987	16	0/377
شن(%)	7/378	16	0/021
رس (%)	-13/726	16	0/002
سیلت (%)	4/928	16	0/069

مقایسهٔ خصوصیات شیمیایی در رویشگاه‌های طبیعی و دست‌کاشت

نتایج نشان داد که میزان نیتروژن، پتاسیم و کربن‌آلی در رویشگاه طبیعی بیشتر از رویشگاه دست کاشت می‌باشد (جدول 6). درحالی که میزان آهک در رویشگاه دست‌کاشت ببیشتر از رویشگاه طبیعی بود. علاوه بر این از نظر میزان pH، شوری و فسفر اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد (جدول 6).

نتایج نشان داد که درصد شن در رویشگاه طبیعی گونه ارغوان بالاتر از رویشگاه دست‌کاشت می‌باشد. (جدول 7). میزان رس و جرم مخصوص ظاهری در رویشگاه دست‌کاشت بیشتر و میزان سیلت نیز در رویشگاه طبیعی بیشتر می‌باشد (جدول 7) اگرچه اختلاف معنی‌داری بین دو رویشگاه از نظر درصد سیلت مشاهده نشد.

جدول 6- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در رویشگاه‌های طبیعی و دست کاشت (Mean± SE)

متغیر محیطی	نیتروژن (%)	فسفر(mg/kg)	پتاسیم(mg/kg)	آهک(%)	کربن آلی(%)	pH	شوری (ds/m)
طبیعی	0/17±0/01[a]	15/63±0/40[a]	222/53±11/47[a]	65/37±0/65[b]	1/73±0/11[a]	7/49±0/03[a]	0/11±0/01[a]
دست کاشت	0/11±0/01[b]	9/93±2/25[a]	153/03± 5/73[b]	67/75±0/58[a]	1/4±0/08[b]	7/45±0/09[a]	0/10±0/00[a]

مقایسهٔ خصوصیات فیزیکی رویشگاه‌های طبیعی و دست‌کاشت

جدول 7- مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی خاک در رویشگاه‌های طبیعی و دست کاشت (Mean± SE)

متغیرهای محیطی	جرم مخصوص (g/cm^3)	رطوبت اشباع (%)	شن(%)	رس (%)	سیلت (%)
طبیعی	1/67±0/01[b]	25/6±0/80[a]	62/5±0/48[a]	20/83±0/58 [b]	16/67±0/48[a]
دست کاشت	1/74±0/003[a]	22/55±2/96[a]	60±0/48[b]	25±0/19[a]	15±0/48[a]

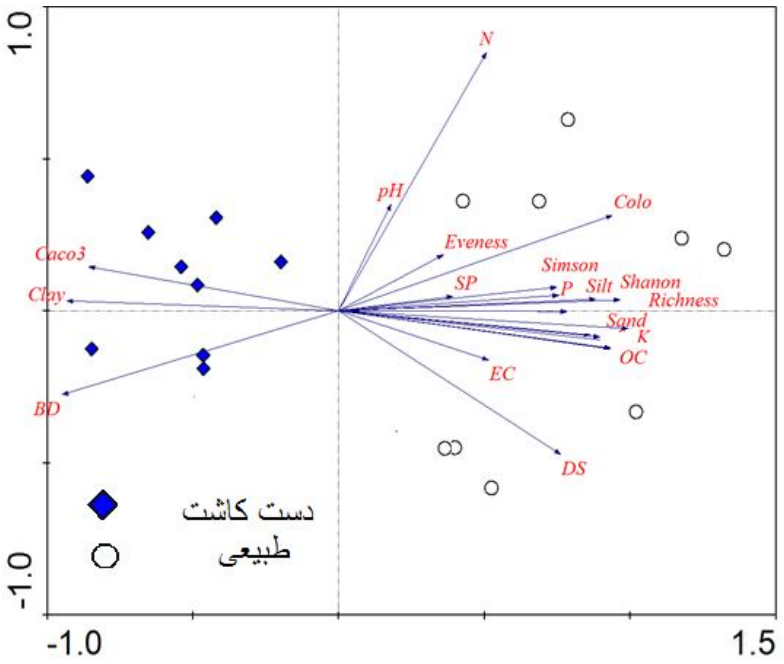
نتایج آنالیز چندمتغیره

در این پژوهش از تجزیه مؤلفه‌های اصلی PCA برای تعیین عوامل تأثیرگذار بر هر رویشگاه استفاده شد. برای این منظور ازمؤلفه‌های اول و دوم آنالیز PCA، به دلیل دارا بودن بیشترین ارزش ویژه (eigenvalue) به‌ترتیب 13/879و3/ 806 و درصد واریانس 66/089 و 18/124 برای نمایش استفاده شد. براساس آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) pH، آهک، پتاسیم، فسفر، کربن‌آلی، نیتروژن، رطوبت، اشباع، جرم مخصوص ظاهری، درصد رس، شن و سیلت مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر رویشگاه‌های گونهٔ ارغوان بودند. تحلیل همبستگی انجام شده نشان داد که مؤلفه اول با شاخص‌های شانون-وینر، غنای گونه‌ای، کلنیزاسیون، تعداد اسپور، شوری، درصد سیلت، درصد شن، فسفر، پتاسیم، کربن‌آلی و نیتروژن همبستگی مثبت و با درصد رس، آهک و جرم مخصوص ظاهری همبستگی منفی دارد. مؤلفه دوم با با pH، آهک، رطوبت اشباع و یکنواختی همبستگی مثبت و با تعداد اسپور و شوری همبستگی منفی دارد (جدول 8). قطعات نمونه رویشگاه طبیعی در کنار هم تشکیل گروهی دادند که با جهت مثبت محور یک و جهت مثبت مؤلفه دوم بیشترین همبستگی را دارند (شکل 1). میزان تعداد اسپور، کلنیزاسیون، غنا، یکنواختی، شاخص‌های تنوع‌گونه‌ای شانون- وینر در این گروه بیشترین مقدار است. لذا در این گروه میزان شن و pH بالا و نیز سطح عناصر غذایی بیشتر (N، P، K، OC) مشاهده می‌شود (شکل 1). در مقابل این گروه قطعات نمونه رویشگاه دست‌کاشت در کنار هم و در مقابل رویشگاه طبیعی قرار گرفته است. بالا بودن میزان آهک، جرم مخصوص ظاهری و رس مهمترین خصوصیات این رویشگاه می‌باشد (شکل 1).

جدول 8- نتایج آنالیز PCA در دو رویشگاه طبیعی و دست‌کاشت

متغیر	مؤلفه 1	مؤلفه 2	متغیر	مؤلفه 1	مؤلفه 2
شاخص شانون-وینر	0/922**	0/287ns	شن (%)	0/763**	-0/186ns
غنای گونه‌ای	0/988**	0/121ns	رطوبت اشباع (%)	0/498ns	0/664*
یکنواختی	0/441ns	0/684*	آهک (%)	-0/854**	0/513*
کلنیزاسیون (%)	0/952**	0/062ns	فسفر (mg/kg)	0/812**	0/490ns
تعداد جمعیت اسپور	0/766**	-0/546*	پتاسیم (mg/kg)	0/966*	-0/257ns
شوری	0/550*	-0/684*	کربن‌آلی (%)	0/931**	-0/363ns
pH	0/228ns	0/924**	نیتروژن (%)	0/500**	0/136ns
رس (%)	-0/873**	0/087ns	جرم مخصوص ظاهری (g/cm^3)	-0/930**	0/146ns
سیلت (%)	0/867**	0/222ns			

** معنی‌داری در سطح 0/01، * معنی‌داری در سطح 0/05، ns عدم معنی‌دار بودن



شکل 1 - دیاگرام رسته‌بندی PCA در رویشگاه‌های مورد مطالعه

بحث

نتایج PCA نشان داد که شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای قارچ‌های میکوریزی در رویشگاه طبیعی بالاتر است که همسو با یافته‌های میرزایی و مرادی (2017) و نودوی (2012) می‌باشد. تنوع شانون-وینر و غنای گونه‌ای با میزان تعداد اسپور، نیتروژن، فسفر، کربن-آلی (میرزایی و مرادی، 2017)، ارتفاع و اسیدیته خاک (گای، 2012) همبستگی مثبت دارد. بنابراین با توجه به بالا بودن میزان عناصر غذایی (N، P، K، OC) در رویشگاه طبیعی و بهتر بودن شرایط رویشگاهی و حاصلخیزی خاک، تنوع و غنای گونه‌ای در آن بالاتر است.

در بررسی مورفولوژیک اسپور قارچ‌ها در دو رویشگاه، گونه‌های جنس *Glomus* به طور فراوان و غالب در همه پلات‌ها شناسایی شدند. محققان دیگر نیز *Glomus* را به عنوان جنس غالب قارچ میکوریز آربوسکولار گزارش نموده‌اند (مدرسی چهاردهی و

همکاران، 1393؛ میرزایی و همکاران،1390؛ رضائی-دانش 1391) که نشان از سازگاری بالای این گونه-های قارچی در مناطق مختلف می‌باشد.

تعداد اسپور در دو رویشگاه اختلاف معنی‌داری نداشت که همسو با یافته‌های رضایی‌دانش (1391) در خصوص عدم اختلاف معنی‌دار در رویشگاه‌های مختلف می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد دو رویشگاه از نظر درصد کلنیزاسیون ریشه اختلاف معنی‌داری را نشان دادند که همسو با یافته‌های رضایی‌دانش (1391)، میرزایی و مرادی (2017) بود. درصد کلنیزاسیون ریشه‌ها با این قارچ‌ها علاوه بر نوع گیاه و گونه قارچ، تا حد زیادی تابع خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز می‌باشد (سلاجقه‌تذرجی و همکاران، 1393). نتایج آنالیز PCA نشان داد که مثبت بودن همبستگی در میزان شوری، درصد سیلت، فسفر، پتاسیم، کربن‌آلی و نیتروژن در محور اول با تحقیقات رضائی‌پور و همکاران (1390) و جهانی و همکاران (1390) بر روی گونه ارغوان مطابقت دارد. نتایج در رابطه با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نشان داد که کربن‌آلی، نیتروژن و پتاسیم در خاک رویشگاه طبیعی بالاتر بود که تحقیق میرزایی و مرادی (2017) نیز نشان از بهتر بودن وضعیت خصوصیات شیمیایی در جنگل نسبت به جنگلکاری بود. بالا بودن کربن‌آلی می-تواند نشان‌دهندهٔ بالا بودن حجم زیاد لاشبرگ در رویشگاه طبیعی و فعالیت بیشتر میکروارگانسیم‌های خاک نیز باشد زیرا موجودات خاکزی تأثیر زیادی بر خصوصیات فیزیکی مانند جریان هوا در خاک و نیز خصوصیات شیمیایی دارند (واردل و همکاران، 2004). برطبق نتایج آنالیز PCA و مقایسهٔ خصوصیات خاک رویشگاه‌ها، وجود کربن‌آلی و عناصر غذایی زیادتر در رویشگاه طبیعی نشانگر این موضوع است که این منطقه از حاصلخیزی بیشتری برخوردار بوده و منطقهٔ مناسب‌تری از نظر اولویت برای کارهای احیائی است.

نتایج حاصل از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در رابطه با گونه ارغوان درصد آهک را در رویشگاه دست‌کاشت بالاتر از رویشگاه طبیعی نشان داد. همچنین نتایج آنالیز PCA نشان داد که بالابودن میزان آهک در رویشگاه دست‌کاشت یکی از مهمترین خصوصیات این رویشگاه است. از آنجایی که جنگل‌های زاگرس دچار تخریب شده‌اند، فعالیت‌های تخریبی سبب افزایش فرسایش و آبشویی خاک، افزایش انحلال سنگ آهک و درنهایت افزایش آهک خاک می‌شود. به این طریق که هرچه میزان آبشویی بیشتر باشد فعل و انفعالات و انحلال سنگ آهک بیشتر می‌شود. آهک به عواملی مانند H_2O و CO_2 حساس بوده و با افزایش فشار Co_2، انحلال کربنات نیز زیاد شده و به مرور تبدیل به بی‌کربنات می‌شود و آن را از افق‌های فوقانی خاک منطقه به سمت نقاط پایین‌تر هدایت کرده و در آنجا رسوب می‌کند و در نهایت، در محل تجمع، سبب افزایش آهک می‌شود (بای بوردی، 1387). زیاد بودن مقدار آهک از عوامل محدودکنندهٔ رشد گیاهان می‌باشد (قربانیان، 1381) ولی در منطقهٔ مورد بررسی این تحقیق مقدار آهک آنقدر زیاد نیست که عامل محدودکننده برای رشد و استقرار این گونه باشد.

همچنین مطالعه ما نشان داد گونه‌های مورد بررسی در دو رویشگاه طبیعی و دست‌کاشت به لحاظ pH تفاوت معنی‌داری ندارد ولی در رویشگاه طبیعی اندکی بالاتر از رویشگاه دست‌کاشت است. دلیل این مسئله می-تواند ناشی از سازند آهکی در رویشگاه‌های مورد مطالعه باشد که باعث قلیایی شدن خاک شده است. مطالعات دیگر محققین نیز نشان داده که آهک مهمترین عامل مؤثر بر میزان pH خاک است (کوچ و همکاران، 2008).

بافت خاک به طور غیرمستقیم با رطوبت و حاصلخیزی خاک مرتبط است، به دلیل اینکه نیتروژن، رطوبت در دسترس گیاهان، نگهداری آب و نفوذ پذیری و ماده‌آلی را تحت تأثیر قرار می دهد (ریس تیتر و همکاران، 1991). بنابراین می‌توان گفت، خاک‌هایی با بافت متفاوت به دلیل متفاوت بودن توانایی‌اش در نگهداری رطوبت، ذخیره مواد غذایی و میزان آبشویی متفاوت املاح بعد از بارندگی، وضعیت تهویه، نفوذپذیری و همچنین دارا بودن مقادیر متفاوت ماده‌آلی هر کدام برای تیپ‌های خاصی از گیاهان مناسب هستند. از طرف دیگر گیاهان مختلف نیز به دلیل تفاوت در نیازهای رطوبتی، تغذیه‌ای و تهویه‌ای خودشان توانایی استقرار در هر نوع خاکی را دارا نیستند. برخی دیگر از محققان نیز نقش بافت خاک را در پراکنش پوشش مورد تأئید قرار داده‌اند (حسینی توسلی، 1382). کلاس بافت خاک در هردو رویشگاه یکسان و از نوع لومی- رسی بود. از نظر میزان رطوبت اشباع اختلاف معنی‌داری در دو منطقه مشاهده نشد، گرچه در رویشگاه طبیعی اندکی بیشتر از رویشگاه دست‌کاشت بود. باتوجه به نقش غیرمستقیم بافت در میزان رطوبت (ریس تیتر و همکاران، 1991) و یکسان بودن بافت در دو رویشگاه، می‌توان گفت علاوه بر نوع گونه گیاهی، ویژگی‌های خاک (مثل بافت) نیز احتمالا می‌تواند در نیاز رطوبتی یکسان گونه در دو رویشگاه نقش داشته باشد، زیرا همانطور که گفته شد در خاک‌هایی با بافت متفاوت، توانایی متفاوت در جذب رطوبت، تهویه

و نفوذپذیری وجود دارد و مناسب تیپ خاصی از گیاهان می‌باشند (حسینی توسلی، 1382).

در رویشگاه طبیعی درصد شن بالاتری وجود دارد. در این خصوص می‌توان بیان کرد که خاک‌های با بافت سبک آب قابل دسترس را به راحتی و به نسبت مناسب در اختیار گیاهان قرار می‌دهند (کوچ و همکاران، 2008). همچنین نتایج آنالیز PCA نشان داد که مقدار رس نیز یکی از خصوصیات مهم در رویشگاه دست‌کاشت است و نتایج مقایسهٔ خصوصیات خاک دو رویشگاه نیز بالابودن میزان رس در رویشگاه دست‌کاشت را نشان داد. رس باعث فشردگی سطحی و کاهش تخلخل خاک شده و از نفوذ آب به داخل خاک جلوگیری می کند (میرزایی و مرادی، 2017). در رویشگاه دست‌کاشت جرم مخصوص ظاهری بالاتر بود و براساس آنالیز PCA و مقایسه میانگین‌ها میزان سیلت بالاتر در رویشگاه دست-کاشت مشاهده شد هرچند که اختلاف معنی‌دار نبود. در جایی که سیلت بیشتر باشد جرم مخصوص ظاهری بالاتر است (حیدری و همکاران، 1390). همچنین رویشگاه-هایی که ماده‌آلی بیشتری دارند، جرم مخصوص ظاهری کمتری دارند (اینرایگت، 2005) که باتوجه به پایین تر بودن ماده‌آلی در رویشگاه دست‌کاشت و بالا بودن جرم مخصوص ظاهری در این رویشگاه، نتیجه منطقی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

برطبق نتایج بین دو رویشگاه از نظر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نتایج، میزان بیشتر عناصر غذایی (N، P، K، OC) را در رویشگاه طبیعی نشان داد. همچنین براساس نتایج در رویشگاه طبیعی 15 گونه قارچ متعلق به 7 جنس و در رویشگاه دست‌کاشت 13 گونه متعلق به 5 جنس شناسایی شدند. تنوع گونه‌ای شانون- وینر و کلنیزاسیون در رویشگاه طبیعی بالاتر بود. رویشگاه‌ها از نظر شاخص یکنواختی پایلو، تعداد اسپور و شاخص تنوع سمپسون اختلاف معنی‌داری نداشتند. عوامل خاکی شامل: پتاسیم، کربن‌آلی، آهک، فسفر و بافت خاک مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر رویشگاه‌های گونهٔ ارغوان بودند. آگاهی از ویژگی های خاک و رویشگاه هر گونه گیاهی نقش مؤثری در پیشنهاد گونه‌های سازگار با شرایط خاک در مناطق مشابه دارد، بنابراین می توان از نتایج به دست آمده به عنوان یک الگوی مناسب برای احیای رویشگاه‌های منطقه استفاده کرد. همچنین شناخت قارچ‌های میکوریزی بومی مناطق مورد مطالعه می‌تواند نقش مهمی در استقرار و رشد نهال‌ها در مناطق مورد مطالعه داشته باشد و در احیای رویشگاه‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک زاگرس مؤثر باشد. امید است نتایج این تحقیق توانسته باشد تا حدی ارزش‌های نهفته در وجود درختان در این اکوسیستم پیچیده و در عین حال شکننده را بازگو کند.

فهرست منابع:

1. ایمانی، ف.، مرادی، م.، بصیری، ر.، 1395. تأثیر جنگلکاری با گونه *Prosopis juliflora* بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در تپه‌های شنی (پژوهش موردی: منطقه مگران شهرستان شوش). نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، 20(78): 184-173.
2. بای بوردی، م. 1387. پیدایش و رده‌بندی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. 680 صفحه.
3. ثاقب طالبی، خ.، ساجدی، ت. و یزدیان، ف.، 1383. نگاهی به جنگل‌های ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. شماره 399، 28 صفحه.
4. جعفری حقیقی، م، 1382 . روش های تجزیه خاک، نمونه برداری و تجزیه های مهم فیزیکی و شیمیایی با تاکید بر اصول تئوری و کاربردی، نشر ندای ضحی، 240 ص.
5. حسینی توسل ، م. 1382 . بررسی ارتباط برخی گونه‌های شاخص مرتعی با خصوصیات خاک در منطقه نیمه خشک طالقان. فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، 10(1): 118-115.
6. جهانی، ح.، ابدالی، غ.، حسینی، س. م.، جعفری، غ. و محمدزاده، ا. 1390. بررسی تنوع درختی بخشی از رویشگاه‌های جنگلی زاگرس. فصلنامه علمی محیط زیست، سازمان حفاظت محیط زیست، شماره 51.

7. حیدری، م.، مهدوی، ع.، جافریان، ا. و میرزایی‌زاده، و. 1394. اثر تیمارهای مختلف خاک بر سبز شدن بذر و زنده‌مانی نهال‌های ارغوان (*Cercis griffithii* Boiss.) در نهالستان. مجله علمی تحقیقات جنگل‌های زاگرس، 2(2): 60-47.

8. حیدری، م.، پوربابائی، ح. و عطار روشن، س. 1390. وضعیت زادآوری طبیعی بلوط ایرانی در بین گروههای بوم شناختی در ناحیه رویشی کردو- زاگرس. مجله پژوهشهای گیاهی (زیست‌شناسی ایران)، 24(4): 592- 578.

9. رضائی‌پور، م.، اکبری‌نیا، م.، صالحی، ع.، سهرابی، ه. و جعفری، غ. 1390. بررسی اکولوژیکی درخت ارغوان در غرب ایران. مجله پژوهش‌های گیاهی (زیست‌شناسی ایران)، 24(3): 420-412.

10. رضائی‌دانش، ی. 1391. بررسی وضعیت قارچ های میکوریز آربوسکولار همراه جو در منطقه دامغان. فصلنامه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، 26(4): 437-449.

11. سلاجقه تذرجی، ف.، سرچشمه‌پور،م. و محمدی، ح. 1393. بررسی وضعیت کلنیزاسیون میکوریزایی دانهال‌های پسته (*Pistacia vera*) استان کرمان و مقایسه برخی جدایه‌ها از طریق کشت گلخانه‌ای. مجله الکترونیک مدیریت خاک و تولید پایدار، 4(3):113-133.

12. صالحی، ع.، زرین کفش، م.، زاهدی امیری، ق.، مروی مهاجر، ر.، 1384. بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در ارتباط با گروه های اکولوژیک درختی در سری نم خانه. جنگل خیرودکنار. نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، 58(3): 578-567 .

13. عماد، م.، غیبی، ف.، رسولی، س .م.، خانجانزاده، ر. و محمدی جوزانی. س. 1391. گیاه داروئی-صنعتی ارغوان، نشر پونه، چاپ اول، 42 صفحه.

14. قربانیان، د. 1381 . بررسی میزان عناصر معدنی تثبیت و تأثیر آن بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکی گونهٔ *Salaola rigida* (بررسی موردی در استان سمنان)، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد رشته مدیریت مناطق بیابانی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، 160 ص.

15. فیضی کمره، ت.، متینی زاده، م.، شیروانی، ا.، اعتماد، و. و خوشنویس، م. 1390. میکوریز آربوسکولار در کیکم (*Acer cinerascens*) در دو فصل بهار و پاییز و ارتباط آنها با برخی عناصر غذایی ضروری (مطالعه موردی: بازفت، چهارمحال و بختیاری). مجله جنگل ایران، نشریه علمی – پژوهشی انجمن جنگلبانی ایران، سال سوم، 3: 221-213.

16. محمودی، ج.، 1381 . ارتباط بین گروههای اکولوژیک و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک در جنگلهای خزر. پایان نامه دکترا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، 128 صفحه.

17. مدرسی چهاردهی، ا.، موسوی، ل.، بخت‌خواه اردهجانی، ط.، رضایی دانش، ی. و ابراهیم، د. 1393. شناسایی گونه های غالب قارچ ریشه های آربوسکولار تعدادی از درختان جنگلی منطقهٔ کیاسر. نشریه دانش گیاهپزشکی ایران، دورهٔ 45، 2:371-380.

18. میرزایی، ج. و نوربخش، ن. 1394. جداسازی و شناسایی قارچ‌های اندومیکوریزی موجود در ریزوسفردرختان بادام (*Amygdalus scoparia Spach*) در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: ذخیره‌گاه جنگلی کلم در استان ایلام). دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، 13 (1): 56-46.

19. میرزایی، ج.، اکبری‌نیا، م.، محمدی گل‌تپه، ا.، شریفی، م. و رضایی نژاد، ی. 1390. معرفی دو گونهٔ قارچ میکوریزی آربوسکولار همزیست با ریشهٔ درختان بنه (*Pistacia atlantica*) و خنجوک (*Pistacia khinjuk*) در استان ایلام. همایش ملی جنگل‌های زاگرس مرکزی؛ قابلیت و تنگناها، 8 صفحه.

20. Ahmadkhany, R., Ariapour, A., Ahmadi, A. and Ahmadkhany, Y. 2011. Relationship between the elements in plant *Galium verum* and soil characteristics (Case example: Martyrs Valley, West Azarbaijan province). Journal of plant ecophysiology. 3: 17-28.
21. Allison, L.E. 1965. Organic carbon, In Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., Clark, F.E. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Madison, 1367 p.
22. Belay, Z., Vestberg, M. and Assefa, F. 2013. Diversity and abundance of arbuscular mycorrhizal fungi associated with acacia trees from different land use systems in Ethiopia, African Journal of Microbiology Research, 7(48): 5503-5515.
23. Biermann, B. and Linderman R, G.1981. Quntifying vesicular-arbuscular mycorrihizae: A proposed method towards standardization. New Phytologist. 87: 63-67.
24. Bouamri, R., Dalpe, Y., Serrhini, M. N. and Bennani, A., 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi Species associated with rhizosphere of *Phoenix dactylifera* L. (date palm) in Morocco. African Journal of Biotechnology, 5(6): 510-516.
25. Bremner, J. and Mulvaney, M. 1982. Nitrogen total, In page, A.L., Miller, R.H., Keeney, R.R. (Eds), Methods of Soil Analysis, Part 2 Second ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, 595-62 p.
26. Bouyoucos, G. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron. J. 54: 464- 465.
27. Enright, N. J., Miller, B. P. and Akhtar. R., 2005. Desert vegetation and vegetationenvironment relationships in Kirthar National Park, Sindh, Pakistan. Journal of Arid Environments. 61: 397-418.
28. Eom, A. H., Hartnett, D. C. and Wilson, G. W. T. 2000. Host plants species effects on arbuscular mycorrhizal fungal communities in tallgrass prairie. Oecologia. 122: 435-444.
29. Gai, J. P., Tian, H., Yang, F.Y., Christie, P., Li, X. L. and Klironomos, J.N. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungal diversity along a Tibetan elevation gradient. Pedobiologia 55:145–15.
30. Kooch, Y., Jalilvand, H., Bahmanyar, M. A. and Poormajidian, M. R. 2007. Ecological distribution of Indicator species and effective edaphical factors on the northern Iran lowland forests. Journal of Applied Science. 7: 1475- 1483.
31. Kooch, Y., Jalilvand, H., Bahmanyar, M.A. and Pormajidian, M. R. 2008. The use of principal component analysis in studying physical, chemical and biological soil properties in southern Caspian forests (north of Iran). Pakistan Journal of Biological Sciences. 11(3): 366-372.
32. Magurran A. E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press.179p.
33. Maranon, T., Ajbilou, R., Ojeda, F., Arroya, J. 1999. "Biodiversity of woody species in oak woodland of southern Spain and northern Morocco". Forest Ecology and Management, 115: 147-156
34. Manimegalai, V., Selvaraj, T. and Ambikapathy, V., 2011. Studies on isolation and identification of VAM fungi in Solanumviarum dunal of medicinal plants. Pelagia research library. 2: 621-628.
35. Mirzaei, I., Moradi, M. 2017. Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in *Amygdalus scoparia* Spach plantations and a natural stand. Journal of Forestry Research. 28 (6): 1209–1217.
36. Mirzaei, J., Moradi, M. 2017. Relationships between flora biodiversity, soil physiochemical properties, and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) diversity in a semi-arid forest. Plant Ecology and Evolution. 150 (2): 151–159.

37. Mirzaei, J., Noorbakhsh, N., Karamshahi, A. 2014. Identification of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated with Crataegus pontica C. Koch from Ilam Province, Iran. Ecopersia, 2(4): 767-777.
38. Moradi Behbehani, S., Moradi, M., Basiri, R., Mirzaei, J. 2017. Sand mining disturbances and their effects on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a riparian forest of Iran. Journal of Arid Land, 9(6): 837–849.
39. Moreno, G., J. J. Obrador and A. Garcia, 2007. Impact of evergreen oaks on soil fertility and crop production in intercropped dehesas, Agriculture, Ecosystems and Environment, 119: 270–280.
40. Ndoye, F., Kane, A., Le´onard Ngonkeu Mangaptche,´ E., Bakhoum, N., Sanon, A., Diouf, D., Oureye, Sy M., Baudoin, E., Noba, K. and Prin, Y. 2012. Changes in land use system and environmental factors affect arbuscular mycorrhizal fungal density and diversity, and enzyme activities in rhizospheric soils of Acacia Senegal (L.) willd. Internatiol Scholarly Research Notices. 2012:1–13.
41. Olsen, S. R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, USDA Circular, 939: 1-19.
42. Page, S. E., Wust, R. A. J., Wriss, D., Rieley, J. O., Shotyk, W., Limin, S. 2004. A record of late Pleistocene and Holocene carbon accumulation and implication for past, present and features carbon dynamics. Jornal of Quaternary Science. 19: 625-635.
43. 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.
44. Rastetter, E. B., Ryan, M. G., Shaver, G. R., Melillon, J. M., Nadelhoffer, K. J., Hobbie, J. E. and Aber, J. D. 1991. Ageneral biochemistry model describing the responses of the C and N cycle in terrestrial ecosystema to chang in Co2, Climate and N deposition. Tree Phisiology. 9: 101-126.
45. Schenck, N. C., and Perez, Y.1989. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. Synergistic Publications. 286 p.
46. Smith, S. E. and Read D. J. 2008. Mycorrhizal symbiosis. Academic, San Diego Soils Laboratory Staff, Royal Tropical Institute (1984) Analytical methods of the service laboratory for soil, plant and water analysis. Part 1: methods for soil analysis. Royal Tropical Institute, Amsterdam.
47. Wardle, D. A., Bardgett, R. D., Klironomos, J. N., Setala, H., van der Putten, W. H., Wall, D. H. 2004. Ecological linkages between aboveground and belowground biota. Science. 304, 1629–1633.

Comparison of Soil Characteristics and Diversity of Mycorrhizal Arbuscular Fungi Associated with *Cercis griffithii, Boiss* In natural and Plantation Sites

N. Jafareiyan, J. Mirzaei[1], M. Heydari and M. Moradi
MSc. student, Department of forest science University of Ilam, Ilam;
E-mail: nahidjafareiyan2013@gmail.com
Associated Professor, Department of forest science, University of Ilam, Ilam;
E-mail: Mirzaei.javad@gmail.com
Assistant Professor, Department of forest science, University of Ilam;
E-mail: m_heydari23@yahoo.com
Assistant Professor, Department of forestry, Faculty of Natural Resources and Environment, Behbahan Khatam Al-Anbia University of Technology; E-mail: Moradi4@gmail.com
Received: August, 2017 & Accepted: March, 2018

Abstract

This study was conducted to compare soil properties and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) associated with *Cercis griffithii* in two natural and plantation sites. For this purpose, soil samples were taken from *C. griffithii* rhizosphere. (0-30 cm) and transported to the laboratory for physiochemical analysis and spore extraction using wet sieving and centrifugation techniques. AMF were identified using morphological features. Furthermore, soil spore density, root length colonization, species richness, Shannon-Wiener and Simpson diversity indices, and Paulo evenness were considered. Significant differences were observed between soil nitrogen, potassium, $CaCO_3$ and organic carbon, clay contents and bulk densities in two studied sites. In natural site, soil organic carbon, nitrogen, phosphorus, potassium and sand were higher but $CaCO_3$ content was lower compare to plantation site. Shannon-Wiener diversity index and root length colonization were significantly different between two studied sites and natural stand had higher values compared to the plantation site. Based on the PCA (Principle component analysis) soil potassium, organic carbon, $CaCO_3$ and soil texture were the most effective factors on stands of C. *griffithii.*

Keywords: *Cercis griffithii,* Arbuscular mycorrhizal fungi diversity, Natural and, plantation.

[1.] Corresponding author: Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam.