رابطه ویژگی‌های خاک با قارچ‌های میکوریز آربسکولار همزیست با زالزالک (*Crataegus pontica*)

جواد میرزایی* و نجمه نوربخش

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

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۲۵

چکیده

همزیستی قارچ‌های میکوریز با ریشه‌ی گیاهان عالی، یکی از مهمترین انواع همزیستی اجباری در طبیعت بوده که فواید بسیاری از جمله جذب آب و عناصر غذایی برای گیاه میزبان دارد. هدف از این مطالعه، بررسی رابطه‌ی فراوانی اسپورها و کلونیزاسیون ریشه‌ی درخت زالزالک با عوامل محیطی در جنگل‌های زاگرس است. بدین منظور در مناطق دینارکوه در شهرستان آبدانان و ارغوان در شهرستان ایلام، ۵۴ نمونه از خاک به همراه ریشه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه گردید. نمونه‌های خاک جهت استخراج و شناسایی قارچ‌های همزیست، اندازه‌گیری فراوانی اسپور قارچ‌ها، تعیین درصد کلونیزاسیون و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری، ضخامت لاشبرگ، اسیدیته، شوری، پتاسیم قابل جذب، فسفر ،ماده آلی، نیتروژن) به آزمایشگاه منتقل شدند. نتایج نشان داد که در مجموع ۱۳ گونه قارچ میکوریز با درختان زالزالک همزیستی دارند که گونه‌های *Claroideoglomus etunicatum* و *Glomus caesaris* بیشترین فراوانی و گونه‌های *Acaulospora thomii* و *Entrophospora infrequens* کمترین فراوانی را دارا بودند. نتایج همچنین نشان داد که فراوانی اسپور قارچ ها در رویشگاه دینارکوه از رویشگاه ارغوان بیشتر می‌باشد. نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که بین درصد کلونیزاسیون و فراونی اسپور با پتاسیم و pH خاک همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد. نتایج آنالیز تحلیل مؤلفه‌های اصلی نیز نشان داد که درصد کلونیزاسیون و فراونی اسپور قارچ‌ها از بین عوامل محیطی تنها با پتاسیم و میزان لاشبرگ همبستگی معنی‌دار مثبتی دارد.

واژه‌های کلیدی: *Crataegus pontica*، عوامل محیطی، کلونیزاسیون، قارچ میکوریز، ایلام

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۸۴۳۲۲۲۲۰۱۵، پست الکترونیکی: Mirzaei.javad@gmail.com, j.mirzaei@mail.ilam.ac.ir

مقدمه

زالزالک (*Crataegus pontica*) یکی از گونه‌های بومی مناطق خشک و نیمه خشک و درختی کوچک خزان‌کننده با ارتفاع ۶ تا ۱۰ متر که دارای ساقه‌ی باریک و محکم با پوست قهوه‌ای مایل به خاکستری و دارای شکاف‌های عمیق طولی است و برگ‌های آن تخم‌مرغی تا بادبزنی شکل است، دارای دم برگ کوتاه، گل سفید و میوه‌ی آن تقریباً کروی و به رنگ زرد، طلایی و نارنجی است (۶). این گونه در ایران در قسمت‌هایی از شمال غرب، غرب و مرکز ایران پراکنش دارد (۱۵).

مطالعات متعددی از جمله بررسی ویژگی‌های ماکروسکوپی و استفاده از آن‌ها در مطالعات سیستماتیک شیمیایی (۵)، خصوصیات شیمیایی و دارویی برگ (۳۴) و خصوصیات فیزیکی و خوراکی میوه زالزالک صورت گرفته است (۸). ولی تا کنون درباره قارچ‌های میکوریز آربسکولار همزیست با این گونه مطالعه ای صورت نگرفته است.

قارچ‌های میکوریز آربسکولار یکی از انواع همزیست‌های اجباری گیاهان بوده که در جذب آب و عناصر غذایی و

همچنین در تشکیل خاک و پایداری خاک مفید هستند (۱۹). همزیستی قارچ میکوریز آربسکولار همچنین توان تولیدی گیاهان را افزایش می‌دهد (۱۷). در این خصوص می‌توان رابطه میکوریزی را بعنوان ساختاری زنده که در آن همزیستی بین قارچ و ریشه وجود دارد و سبب افزایش توان هر دو موجود می‌شود، نام برد (۹).

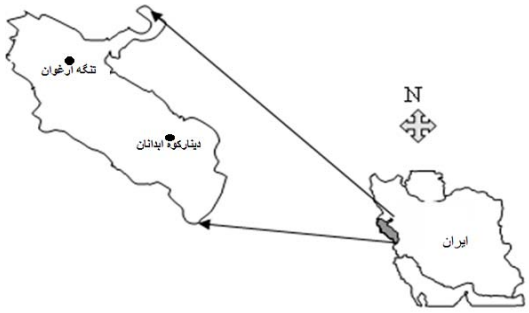
مطالعات مختلفی در زمینه قارچ‌های میکوریزی همزیست با برخی از گونه‌های گیاهی انجام شده است. در برخی از این پژوهش‌ها به تأثیر خصوصیات شیمیایی خاک بر فراوانی نسبی اسپور قارچ‌های میکوریز آربسکولار پرداخته شده است (۲۳، ۲۵). در تحقیق دیگر تراکم اسپور قارچ‌های میکوریز در ارتباط با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی قرار گرفت (۴). با این حال، در ایران نیز تحقیقاتی در این زمینه صورت گرفته است از جمله به بررسی تغییرات جمعیت اسپور قارچی میکوریز وزیکولار آربسکولار در خاک جنگل‌های طبیعی پسته در خراسان (۱۲)، بررسی میکوریزایی بنه (*Pistachia atlantica*) و برخی خصوصیات خاک بر فراوانی اسپور قارچ‌های اندومایکوریز (۳۵) و رسته‌بندی رویشگاه‌های بنه (*Pistacia atlantica*) و خنجوک (*Pistacia khinjuk*) استان ایلام براساس عوامل محیطی و قارچ‌های میکوریز آربسکولار (۲۰) می‌توان اشاره کرد. ولی تاکنون اینگونه تحقیقات در ارتباط با درختان زالزالک صورت نگرفته است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر عوامل محیطی روی فراوانی اسپور و کلینیزاسیون قارچ میکوریز آربسکولار در درختان زالزالک می‌باشد.

مواد و روشها

نمونه‌برداری: این تحقیق در استان ایلام و در دره ارغوان شهرستان ایلام و دینارکوه در شهرستان آبدانان انجام گردید (شکل ۱). دامنه ارتفاعی مناطق مورد مطالعه بین ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا بوده و شیب آن بین ۵ تا ۱۳ درصد می‌باشد (جدول ۱). متوسط مقدار بارندگی سالانه منطقه دینارکوه حدود ۲۹۲/۲ میلی‌متر است که حداکثر آن در ماه‌های دی و بهمن می‌باشد، دمای متوسط سالانه منطقه ۲۵/۶ درجه سانتی‌گراد است و دره‌ی ارغوان دارای متوسط بارندگی سالیانه ۵۹۰/۴ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد است.

جدول۱- خصوصیات خاک در دو رویشگاه مورد مطالعه: انحراف معیار ± میانگین

رویشگاه	دینارکوه	تنگه ارغوان
pH	۷/۶ ± ۰/۱	۷/۳ ± ۰/۱۲
EC (d s/m)	۰/۷۱ ± ۰/۵۵	۰/۸ ± ۰/۲۱
رس (٪)	۲۰/۲۱ ± ۶/۱	۵۷/۷ ± ۱۰/۰۶
سیلت (٪)	۳۰/۲۰ ± ۱۵/۶	۲۶/۶ ± ۵/۷
شن (٪)	۴۹/۷ ± ۱۱/۸۴	۱۵/۶۳ ± ۱۵/۳۳
نیتروژن کل (٪)	۰/۱۰ ± ۰/۰۸	۰/۰۷ ± ۰/۰۶
پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	۷۸۶ ± ۲/۳۳	۶۳۵ ± ۰/۱
فسفرقابل جذب (mg/kg)	۴۳/۲۲ ± ۵/۰۹	۲۸/۴ ± ۲/۲۶
عمق لاشبرگ (cm)	۱/۵۲ ± ۱/۶۰	۰/۷۵ ± ۰/۲۸
وزن مخصوص (gr/cm^3)	۱/۶ ± ۰/۲۳	۱/۴ ± ۰/۱۷
ماده آلی (٪)	۲/۱۱ ± ۱/۵۴	۱/۴۳ ± ۱/۳۱
شیب (٪)	۱۳/۵۸ ± ۱۰/۰۵	۵/۷ ± ۲/۹



شکل ۱- نقشه مناطق مورد مطالعه در ایران و استان ایلام

روش کار: در قسمت سایه انداز درختان زالزالک، ۵۴ نمونه از خاک به همراه ریشه از عمق 30-0 سانتیمتری برداشت شد. همچنین عوامل فیزیوگرافی و مشخصه‌های درخت شامل قطر و ارتفاع نیز یادداشت گردید. جهت برداشت شیب منطقه و ارتفاع درخت از شیب سنج سونتو، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا از GPS استفاده گردید. نمونه‌های خاک جهت استخراج و شناسایی قارچ‌های همزیست، اندازه‌گیری فراوانی اسپور قارچ‌ها، درصد کلنیزاسیون و نیز اندازه‌گیری عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم، فسفر، اسیدیته، شوری و بافت (درصد شن، سیلت و رس) به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های خاک در هوای آزاد خشک شده و سپس از آنها، جهت آنالیز عناصر، جداسازی و تعیین فراوانی اسپورها استفاده گردید.

شناسایی و جداسازی اسپورها از خاک: به منظور استخراج قارچ‌ها از روش الک مرطوب و سانتریفیوژ کردن با ساکاروز استفاده شد (مانیمگالی و همکاران، ۲۰۱۱). سانتریفیوژ با ساکارز به منظور تثبیت اسپورها در محلول و روی کاغذ صافی استفاده شد تا شمارش و جداسازی راحت‌تر انجام گیرد. به این منظور، ۱۰ گرم خاک خشک را در یک لیتر آب حل کرده تا به حالت سوسپانسیون درآید. سپس 10 ثانیه صبر کرده تا ذرات شن و خاک رسوب کرده و از سری الک‌های ۲۵، ۸۰ و ۴۰۰ مش که به ترتیب روی هم قرار گرفته‌اند، عبور داده شد. به منظور تخمین تعداد اسپور قارچ های میکوریز آربوسکولار در خاک برای هر نمونه سه تکرار انجام شد و جداسازی اسپورها به روش شستشو توسط الک و سانتریفیوژ در محلول ساکارز صورت گرفت. اسپورها پس از شستشو روی کاغذ صافی جمع آوری شده و با استفاده از استریومیکروسکوپ شمارش شدند. جهت شناسایی قارچ‌ها، پس از تهیه اسلایدهای دایمی از اسپور با استفاده از میکروسکوپ نوری کالیبره شده (Olympius, BH2) قارچ‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و شناسایی گونه‌ها با استفاده از کلید شناسایی Schenck و Perez (۱۹۸۹) و سایت‌های معتبر اینترنتی www.amf-phylogeny.com، http://www.lrz.de/~schuessler/amphylo، http://invam.caf.wvu.edu انجام گردید (۲۸). درصد فراوانی قارچ از فرمول نسبت تعداد نمونه های حاوی قارچ به تعداد کل نمونه ها برآورد شد.

رنگ‌آمیزی ریشه‌ها جهت بررسی همزیستی: جهت رنگ‌آمیزی ریشه‌ها از روش فیلیپس و هیمن (۱۹۷۰) استفاده شد (۲۴). برای این منظور ابتدا، ریشه‌ها را به خوبی شسته و در قطعات یک سانتی‌متری برش داده شد. سپس آن‌ها را در محلول هیدروکسید پتاسیم ده درصد و در دمای هشتاد و پنج درجه سانتی‌گراد در دستگاه بنماری به مدت یک ساعت در حال جوش قرار داده شد تا کاملاً شفاف شوند. زمان و دمای شفاف‌سازی بستگی به تیپ ریشه‌ی مورد نظر دارد، به طوری که ریشه‌های ظریف در دما کمتر و یا زمان کوتاه‌تری شفاف سازی شدند. بعد از این مرحله، ریشه‌ها را با آب مقطر به خوبی شسته تا هیدروکسید پتاسیم از آن‌ها خارج شود. در صورتی که ریشه ظریف و فاقد رنگریزه بودند، نیازی به عمل سفید کردن با محلول آب اکسیژنه نبود، در غیر این صورت عمل سفید کردن روی ریشه‌ها انجام گرفت. سپس ریشه‌ها را به منظور رنگ آمیزی بهتر برای مدت ۵-۳ دقیقه در محلول اسید کلریدریک ۱ درصد قرار داده شد. ریشه‌ها به منظور رنگ آمیزی بهتر در اسید کلریدریک قرار گرفت. در این پژوهش ریشه‌ها در محدوده زمانی یک تا پنج دقیقه تکرار شد و بهترین نتیجه در سه تا پنج دقیقه بدست آمد.

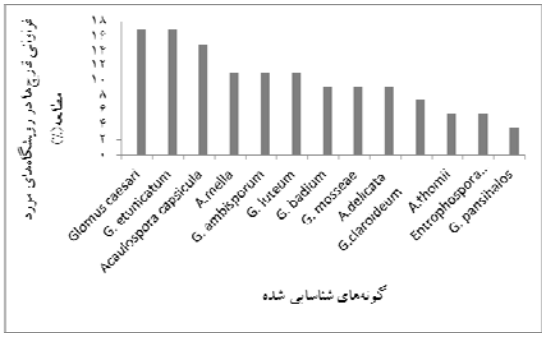
از این مرحله به بعد نباید ریشه‌ها را با آب شستشو داد. برای رنگ آمیزی، ریشه‌ها را در محلول ۵٪ درصد آنیلین بلو در لاکتوفنل قرار داده و به مدت ۴۵ دقیقه در بنماری در حال جوش قرار گرفت. سپس نسبت به رنگ بری ریشه‌ها توسط لاکتوفنل اقدام شد. بعد این مرحله، ریشه‌ها رنگ خود را از دست داده و اندام‌های قارچی به رنگ آبی قابل مشاهده هستند. در نهایت با استفاده از PVLG یا لاکتوفنل، اسلاید دائمی تهیه گردید. به منظور تعیین کلنیزاسیون ریشه‌های زالزالک، از روش بیرمن و لیندرمن (۱۹۸۱) استفاده شد (۱). برای این منظور ریشه‌های رنگ آمیزی شده در زیر میکورسکوپ نوری مشاهده و حضور یا عدم حضور اندام قارچی (هیف، اربسکول، ویزکول) ارزیابی شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک: اسیدیته خاک با دستگاه pH متر و شوری خاک با دستگاه هدایت الکتریکی‌سنج در گل اشباع اندازه‌گیری شد (۱۴). علاوه بر این، پتاسیم با دستگاه Flame photometer (۱۴)، نیتروژن به روش کجدال (۲)، فسفر به روش اولسن (۲۲)، ماده آلی به روش Walkley-Black (۳۱)، بافت خاک به روش هیدرومتری و وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه (۱۶) اندازه‌گیری شد.

آنالیزهای آماری: جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS.16استفاده شد. بعد از بررسی نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون‌های کولموگراف اسمیرنوف، به منظور مقایسه فراوانی اسپورها در دو رویشگاه مورد مطالعه از آنالیز تی غیرجفتی استفاده شد و از آنالیز پیرسون جهت بررسی همبستگی بین عوامل محیطی و فراوانی اسپورها استفاده گردید. مؤثرترین عوامل محیطی با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) مشخص شدند و نتایج آن بر روی محورهای دو بعدی نشان داده شد.

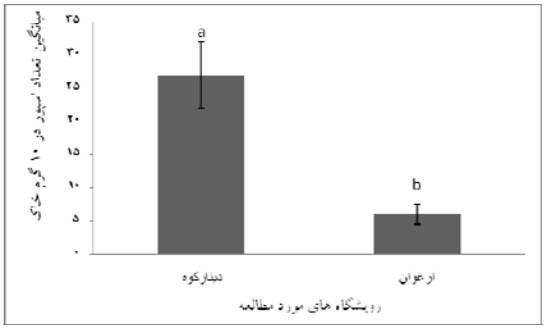
نتایج

در این تحقیق ۱۳ گونه قارچ میکوریز همزیست متعلق به ۵ جنس شناسایی شد. گونه‌های *Claroideoglomus etunicatum* و *Glomus caesaris* دارای بیشترین فراوانی و گونه‌های *Entrophospora infrequens* و *Acaulospora thomii* کمترین فراوانی را به خود اختصاص دادند (شکل ۲).



شکل ۲- درصد فراوانی قارچ‌های میکوریز همزیست با زالزالک

نتایج آنالیز تی نیز نشان داد رویشگاه دینارکوه با میانگین ۲۷ اسپور در هر ۱۰ گرم خاک به طور معنی‌داری بیشتر از رویشگاه ارغوان با میانگین ۶ اسپور در هر ۱۰ گرم خاک را دارد (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه رویشگاه‌های دینارکوه و ارغوان از نظرتعداد اسپور قارچ‌ها

نتایج نشان داد که گونه‌های *Acaulospora mellea*، *Acaulospora delicata*، *Acaulospora capsicula*، *Claroideoglomus claroideum*، *Claroideoglomus luteum*، *Funneliformis mosseae* در رویشگاه‌های دینارکوه و ارغوان حضور داشتند. در حالیکه گونه‌های *Entrophospora infrequens*،

Acaulospora thomii، *Glomus ambisporum*، *badium* *Claroideoglomus* ، *Glomus pansihalos* فقط در *Funneliformis*، *Glomus caesaris*، *etunicatum* رویشگاه دینارکوه مشاهده شدند (جدول ۲).

جدول ۲- گونه‌های شناسایی شده از ریزوسفر زالزالک در رویشگاه‌های دینارکوه و ارغوان

خانواده	جنس	گونه	دینارکوه	ارغوان
Acaulosporaceae	*Acaulospora*	*Capsicula*	*	*
Acaulosporaceae	*Acaulospora*	*Delicate*	*	*
Acaulosporaceae	*Acaulospora*	*Mellea*	*	*
Acaulosporaceae	*Acaulospora*	*thomii*	*	
Acaulosporaceae	*Entrophospora*	*infrequens*	*	
Glomeraceae	*Glomus*	*Ambisporum*	*	
Glomeraceae	*Funneliformis*	*badium*	*	
Glomeraceae	*Glomus*	*caesaris*	*	
Claroideoglomeraceae	*Claroideoglomus*	*Claroideum*	*	*
Claroideoglomeraceae	*Claroideoglomus*	*Etunicatum*	*	
Claroideoglomeraceae	*Claroideoglomus*	*luteum*	*	*
Glomeraceae	*Funneliformis*	*mosseae*	*	*
Glomeraceae	*Glomus*	*pansihalos*	*	

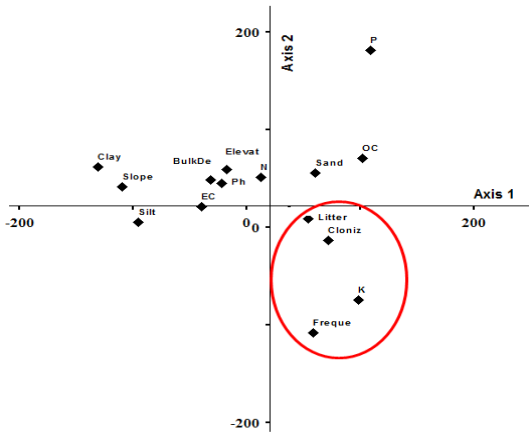
نتایج همبستگی: نتایج همبستگی نشان داد که فراوانی اسپور قارچ‌ها با پتاسیم، اسیدیته و درصد کلینیزاسیون همبستگی مثبت داشت. در حالیکه بین فراوانی اسپور قارچ‌ها و سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمایی خاک، همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین نتایج همبستگی نشان داد که درصد کلینیزاسیون قارچ‌ها با پتاسیم، اسیدیته و فراوانی اسپور قارچ‌ها، همبستگی مثبت دارد و با سایر پارامترها هیچ‌گونه همبستگی وجود ندارد.

نتایج آنالیز چند متغیره: نتایج نشان داد که درصد کلنیزاسیون، فراوانی اسپور قارچ‌ها، ماده آلی، ضخامت لاشبرگ، پتاسیم و درصد شن با محور یک همبستگی مثبت و وزن مخصوص ظاهری، اسیدیته، شوری، رس، سیلت و درصد شیب همبستگی

بحث

در این تحقیق به منظور بررسی فراوانی قارچ‌های میکوریزی همزیست با درختان زالزالک و همچنین تأثیر عوامل محیطی بر روی فراوانی آن‌ها، مطالعه‌ای در دو رویشگاه دینارکوه آبدانان و دره‌ی ارغوان انجام گردید. نتایج تحقیق نشان داد که دو رویشگاه از نظر تعداد اسپور قارچ‌های میکوریز آربسکولار با همدیگر متفاوت هستند. به صورتی‌که رویشگاه دینارکوه بالاترین تعداد اسپور را داشت.

منفی دارند. به عبارت دیگر بر اساس نتایج آنالیز مؤلفه-های اصلی، درصد کلینیزاسیون و فراونی اسپور قارچ‌ها با پتاسیم، لاشبرگ، ماده آلی و درصد شن همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد. به طوری‌که همه آن‌ها در یک سمت محورها قرار گرفته‌اند (شکل ۴).



شکل ۴- نتایج آنالیز مؤلفه‌های اصلی بین عوامل محیطی، درصد کلنیزاسیون و فراوانی اسپور قارچ‌ها

جدول ۳- همبستگی عوامل محیطی با فراوانی اسپورها و درصد کلینیزاسیون

پارامتر	ارتفاع از سطح دریا (m)	شیب (٪)	هدایت الکتریکی dS/m	کلینیزاسیون (٪)	فسفر (mg/kg) قابل جذب	ضخامت لاشبرگ (cm)	وزن مخصوص (gr/cm^3)
فراوانی اسپور	-۰/۰۸۱	-۰/۱۶۱	-۰/۲۶۵	۰/۲۸۰*	-۰/۰۵۶	-۰/۰۶۱	-۰/۰۹۶
درصد کلینیزاسیون	-۰/۰۵۶	۰/۰۶۳	-۰/۱۳۸		۰/۰۵۷	۰/۱۶۶	۰/۰۷۲
پارامتر	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	نیتروژن کل (٪)	پتاسیم (mg/kg) قابل جذب	pH	ماده آلی (٪)
فراوانی اسپور	-۰/۲۲۴	۰/۰۹۸	۰/۰۸۴	۰/۱۲۱	۰/۲۸۱*	۰/۳۴۶*	۰/۱۲۰
درصد کلینیزاسیون	-۰/۱۴۲	-۰/۰۰۸	۰/۱۱۲	۰/۱۱۴	۰/۲۸۲*	۰/۳۲۰*	۰/۱۲۴

**اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹ درصد، *اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد

اسپورزایی قارچ‌های میکوریز آربسکولار وابسته به دامنه وسیعی از قارچ، فاکتورهای محیطی و تنوع در پتانسیل رویشی‌شان در زمان‌های مختلف سال می باشد (۱۸، ۱۹). از بین عوامل محیطی مورد نظر، پتاسیم و اسیدیته روی فراوانی و کلنیزاسیون قارچ‌های میکوریز آربسکولار تأثیرگذار بودند.

نتایج همبستگی نشان داد که فراوانی اسپورها با پتاسیم همبستگی مثبت دارد که با نتایج بورنی و همکاران که گزارش کردند فراوانی اسپورها با پتاسیم همبستگی مثبت دارد مطابقت داشت (۳). پتاسیم جز ضروری از سلول‌های زنده است (۳۱) و تقاضا برای این عنصر به عنوان کاتیون اصلی در تنظیم اسمزی بالاست و همچنین قارچ‌ها برای تشکیل اسپوروفور به آن نیاز دارند (۳۰).

نتایج همبستگی نشان داد که بین فراوانی اسپور قارچ‌ها و درصد کلینیزاسیون ریشه با اسیدیته خاک همبستگی مثبت وجود دارد. اسیدیته خاک اثر مهمی روی ایجاد رابطه میکوریزی و رشد گیاهان دارد که ممکن است موجب کاهش یا افزایش قابلیت دسترسی مواد مغذی و الگوی جذب مواد مغذی و در نهایت پراکنش میکروارگانیسم‌ها در خاک شود. عکس العمل گونه‌های مختلف قارچ میکوریز آربسکولار نسبت به تغییرات pH متفاوت است، بنابراین تغییرات در pH ممکن است روی فراوانی قارچ میکوریزی تأثیر داشته باشد (۴).

در تحقیق حاضر همبستگی مثبت و معنی‌داری بین فراوانی اسپور و درصد کلینیزاسیون مشاهده شده است. تنوع در کلینیزاسیون قارچ میکوریز آربسکولار همزیست با گونه‌های مختلف گیاهی میزبان ممکن است توسط انواع مکانیزم‌های بالقوه، از جمله ویژگی‌های بیولوژیکی ریزوسفر گونه میزبان، وابستگی میکوریزی (۳۳)، شرایط زیستگاه خاص (۲۹)، ترکیب گونه و تنوع قارچ میکوریز آربسکولار (۱۰)، تغییرات فصلی و یا رویشی (۱۳) و تقاضای مواد مغذی از میزبان تأثیر بگیرند (۲۱).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که درصد کلینیزاسیون ریشه‌ی درخت زالزالک در رویشگاه‌های طبیعی آن‌ها بسیار کم و در حدود ۱۲ درصد می‌باشد، برخی از گونه های قارچ‌های میکوریز نمی توانند ریشه ها را به صورت مؤثری کلنیزه نمایند، هر چند که قادرند اسپورهای فراوانی در خاک تولید کنند. در مقابل، برخی دیگر ازگونه‌ها اسپورهای اندکی تولید نموده اما قادرند به طرز مؤثری ریشه های گیاه میزبان را کلنیزه نمایند (رضایی دانش، ۲۰۱۳). از طرفی، میزان کلنیزاسیون ریشه و تراکم اسپورهای قارچهای میکوریز در میان خانواده های مختلف گیاهی نیز متفاوت است. عوامل مختلفی شامل صفات ریختی، ژنتیکی و فنولوژی گونه

گیاهی، وابستگی میکوریزایی و تغییر محیط میکروبی خاک به واسطه گیاه میزبان و سایر خصوصیات ناشناخته گیاه میزبان در تراکم اسپورها و میزان کلنیزاسیون ریشه گیاهان میزبان توسط قارچ‌های میکوریز مؤثرند (۷). پایین بودن درصد کلینیزاسیون در ریشه‌ی زالزالک، احتمالاً به خاطر تخریب رویشگاه‌های منطقه و عدم وجود اسپورهای سالم می‌باشد. همچنین تنوع تعداد و تراکم اسپورهای قارچ میکوریز آربسکولار بین نمونه‌ها می‌تواند مربوط به فاکتورهایی مانند خصوصیات خاک، پوشش گیاهی، سن گیاه میزبان، اختلال و توانایی اسپورزایی مختلف جنس‌های قارچ میکوریز آربسکولار باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد ۱۳ گونه قارچ میکوریزی متعلق به ۵ جنس به صورت همزیست با زالزالک وجود دارند. گونه‌های *Claroideoglomus etunicatum* و *Glomus* cae*saris* بیشترین فراوانی و *Entrophospora infrequens* و *Acaulospora thomii* کمترین فراوانی را دارا هستند. نتایج این پژوهش نشان داد که کاهش حاصلخیزی خاک که ممکن است در اثر عواملی مانند چرای دام و تخریب بیش از حد صورت گیرد، سبب کاهش فراوانی اسپور قارچ‌ها و درصد کلنیزاسیون ریشه گردد.

سپاسگزاری

این پژوهش مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد در دانشگاه ایلام می‌باشد. بنابراین نگارندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از دانشگاه ایلام و اعضای محترم گروه علوم جنگل به جهت فراهم آوردن امکان این تحقیق قدردانی نمایند. همچنین کارشناسان آزمایشگاه‌های خاکشناسی و بیماری‌های گیاهی دانشگاه ایلام تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

منابع

1- Biermann, B., Linderman, R.G. 1981. Quantifying vesicular-arbuscular mycorrhizae: Proposed method towards standardization. New Phytologist 87: 63-67.

2- Bremner, J.M., 1996. Nitrogen-total, In: Sparks, D.L., et al. (Ed.), methods of soil analysis, part 3-chemical methods, Book Series No. 5. SSSA and ASA, Madison, WI, pp. 1085–1123.

3- Burni, T., Hussain, F., and Sharief, M. 2011. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) associated with the rhizosphere of *mentha arvensis L*., and *longifolia huds*. Pakistan Journal of Botany 43(6): 3013-3019.

4- Choudhary, B.K., Ali khan, M. and Saxena, K.G. 2010. Mycorrhizal spore density in relation to physico-chemical properties of soil: A case study of central himalaya. International Journal of Science and Technology 5: 243-251.

5- Dehkordi, N. G.H., Ghannadi, A. and Khabbaz Mehrjardi, A. 2012. Microscopical, macroscopical and chemical investigations and their uses in chemotaxonomy of Crataegus pontica C. Koch. Taxonomy and Biosystematics 10(4): 53-62.

6- Donmez, A. 2009. *Crataegus zarrei* (Rosaceae), A new species from Iran. Annals Botanici Fennici 46: 439-442.

7- Eom, A.H., David, C., Hartnett, A., Gail, W.T., Wilson, C. 2000. Host plant species effects on arbuscular mycorrhizal fungal communities in tall grass prairie. Oecologia, 122: 435-444.

8- Erfani Moghadam, J. and Kheiralipour, K. 2015. Physical and nutritional properties of hawthorn fruit (*Crataegus pontica* L.). Agricultural Engineering International 17(1): 232-237.

9- Feyzi Kamareh, T., Shirvany, A., Matinizadeh, M., Etemad, V. and Khoshnevis, M. 2011. Arbuscular mycorrhizal fungi in endemic and native tree species, wild pear *(Pyrus glabra*) and maple (*Acer cinerascens).* African Journal of Agricultural Research 6(18): 4308-4317.

10- Gange, A.C., Brown, V.K. and Farmer, L.M. 1990. A test of mycorrhizal benefit in an early successional plant community. New Phytologist 115: 85–91.

11- Ghahreman, A. 1994. Plant Systematic, Cormophytes of Iran, Vol. 2, University Press, Tehran, 548-550, (In Persian).

12- Hajianshahri, M., and Abbasi, M. 2004. Mycorrhizal fungal spores population density of vesicular-arbuscular in the soil natural forests *Pistacia* province of Khorasan. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 8: 77-85 (In Persian).

13- Jakobsen, I., Smith, S.E. and Smith, F.A. 2002. Function and diversity of arbuscular mycorrhizae in carbon and mineral nutrition. In MGA van der Heijden, IR Sanders, Eds, Mycorrhizal Ecology. Springer-Verlag, Berlin, pp *75*-92.

14- Kalra, Y.P. and Maynard, D.G., 1991. Methods manual for forest soil and plant analysis. Forestry of Canada, Northwest Region, Northern Forest Center, Edmonton, AB. Information Report, NOR-X-311, 116 p.

15- Khatamsaz, M. (1992). Flora of Iran. Roseaceae, Institute of Forests and Rangelands, 6, 92-141, (In Persian).

16- Klute, A. 1986. Methods of soil analysis. Part1-Physical and mineralogical methods. Seconds edition. Soil Science Society of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin. USA.

17- Koid, R.T. 2010. Mycorrhizal symbiosis and plant reproduction. In: arbuscular mycorrhizas: physiology and function, Koltai, H. and Kapulnik, Y. (Eds.). Springer, New york, USA. 297-320.

18- Manimegalai, V., Selvaraj, T. and Ambikapathy, V. 2011. Studies on isolation and identification of VAM fungi in *Solanum viarum* of medicinal plants. Pelagia research library 2: 621-628.

19- Martin, S. L., Mooney, M. J., Dickinson, H. M. and West. 2012. The effects of simultaneous root colonization by three *Glomus* species on soil spore characteristics. Soil Biology & Biochemistry 49:167-173.

20- Mirzaei, J, Akbarinia, M., Mohamadi Goltapeh, E., Sharifi, M. and Rezaei Danesh, Y. 2013. Classification of *Pistacia atlantica* and *P. khinjuk* sites in Ilam based on environmental factors and arbuscular mycorrhizal fungi. Journal of Plant Biology 26(3): 57-62.

21- Muthukumar, T. and Udaiyan, K. 2002. Growth and yield of cowpea as influenced by changes in arbuscular mycorrhiza in response to organic manuring. Journal Agronomy and Crop Science 188: 123–132.

22- Olsen, S.R. & L.E. Sommers, 1982. Phosphorus, In: Page. A.L (Ed). Methods of Soil Analysis. Part2.Chemical and Microbiological properties, Soil Science Society of America, Madison, 403-430.

23- Ong, K.H., Chubo, J.K., King, J.H., Lee, C. S., A n SU, D. S. and Sipen, P. 2012. Influence of soil chemical properties on relative abundance of arbuscular mycorrhiza in forested soils in Malaysia. Turkish Journal of Agriculture 36: 451-458.

24- Philips, J.M. and Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. Transactions of the British Mycological Society 55: 158–160.

25- Posada, R.H., Franco, L.A., Ramos, C., Plazas, L.S., Sua rez, J.C. and lvarez, F. A. 2007. Effect of physical, chemical and environmental characteristics on arbuscular mycorrhizal fungi in *Brachiaria decumbens* (Stapf) pastures. Journal of Applied Microbiology, 1364-5072.

26- Rezaee Danesh, Y. 2013. Status of mycorrhizal fungi associated with Barley in Damghan region. Journal of Plant Protection 26(4): 437-449.

27- Salehi, F., Abusaeidi, D. and Aliasgharzadeh, N. 1998. The presence of fungi (vesicular-arbuscular) of pistachio roots different trees in Kerman province. Plant Diseases (3, 4) 34: 236-237. (In Persian)

28- Schenck, N. C., Perez, Y. 1989. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. Synergistic publications. 286 pp.

29- Stajerova, K., Smilauerová, M., and Smilauer, P. 2009. Arbuscular mycorrhizal symbiosis of herbaceous invasive neophytes in the Czech Republic, Preslia 81(4): 341–355.

30- Tyler, G. 1982. Accumulation and exclusion of metals in *Collybia peronata* and *Amaniuta rubescens.* Transactions of the British Mycological Society 79: 239-245.

31- Vinichuk, M., Taylor, A.F.S., Rosén, K. and Johanson, K.J. 2010. Accumulation of potassium, rubidium and caesium (133Cs and 137Cs) in various fractions of soil and fungi in a Swedish forest. Science of the Total Environment 408: 2543-8.

32- Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.

33- Wu, Q. S. and Zou, Y. N. 2009. Mycorrhizal influence on nutrient uptake of citrus exposed to

drought stress. The Philippine Agricultural Scientist 92: 33-38.

34- Yazdinezhad, A., Najafi, F. and Mousavi, A. 2014. Pharmacognostic and phytochemical studies of leaves of *Crataegus pontica* C. Koch. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research 6(3): 994-1001.

35- Zare, M., Mohammadi Anaraki, S. and Rod, M.E. 2008. Arbuscular mycorrhiza fungi of *Pistacia atlantica* and assessment of soil effects on frequency of endomycorrhizal spores, Pajouhesh-va- Sazandegi 13(4): 30-32. (In Persian)

The relationship between soil characteristics and arbuscular mycorrhiza fungi associated with *Crataegus pontica*

Mirzaei J. and Noorbakhsh N.

Dept. of Forest Science, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, I.R. of Iran

Abstract

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are one of the most symbiotic in nature that has forced many benefits, including the absorption of water and nutrients in host plants. The purpose of this study was to investigate the relationship between AMF associated with *Crataegus pontica* and environmental factors. For this purpose, 54 samples of soil and root were collected from a depth of 0-30 cm. Soil samples for extraction and identification of fungi and physico-chemical properties (soil texture, bulk density, thickness of the litter, pH, EC, potassium, phosphorus, organic matter, nitrogen) were transferred to the laboratory. The results showed that 13 species of AMF species associated with *Crataegus pontica* trees. *Claroideoglomus etunicatum* and *Glomus caesaris* were the most and *Acaulospora thomii* and *Entrophospora infrequens* were the least species. Also, the results showed that the frequency of fungal spores in the Dinarkoh habitat were more than Arghavan habitat. Furthermore, there are significant correlation between root colonization, spore frequency and soil potassium and pH. The results of principal component analysis showed that there are significant correlation between colonization and spore density and soil potassium and litter thickness.

Key words: *Crataegus pontica,* Environmental Factors, colonization, Mycorrhizal fungi, Ilam