رسته‌بندی رویشگاه‌های بنه (*Pistacia atlantica*) و خنجوک (*Pistacia khinjuk*) استان ایلام براساس عوامل محیطی و قارچهای میکوریزی آربسکولار

جواد میرزایی[۱]، مسلم اکبری نیا[۲]، ابراهیم محمدی گل تپه[۳،*]، مظفر شریفی[۴] و یونس رضایی دانش[۵]

[۱] ایلام، دانشگاه ایلام، دانشکده کشاورزی، گروه علوم جنگل

[۲] نور، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، گروه جنگلداری

[۳] تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، بیماری‌شناسی و قارچ شناسی گیاهی

[۴] تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم زیستی، گروه زیست شناسی

[۵] ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، گروه بیماریهای گیاهی

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱/۱۵

چکیده

در مناطقی که خاک از لحاظ عناصر غذایی و آبی با مشکل مواجه است، میکروارگانیسم‌ها، به‌ویژه قارچهای آربسکولار میکوریزا، همزیستی مفیدی را با گیاهان برقرار کرده و در جذب آب و عناصر معدنی به آنها کمک می‌کنند. در این مطالعه به‌منظور بررسی عوامل تأثیرگذار بر قارچ‌های آربسکولار میکوریزا همزیست با درختان بنه و خنجوک، رویشگاه‌های این دو گونه در استان ایلام شناسایی و در هر رویشگاه نمونه‌هایی از خاک به همراه عوامل فیزیوگرافی و ویژگی‌های درختان طی دو فصل بهار و پاییز یادداشت گردید. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه آنالیز و عناصر N، P، K، Ca، Mg، Na، اسیدیته، شوری، وزن مخصوص ظاهری، درصد رس، شن و سیلت اندازه‌گیری شد. علاوه‌براین قارچ‌های آربسکولار میکوریزا شناسایی و فراوانی هاگ‌ها نیز تعیین گردید. در این تحقیق، جنس *Glomus* و گونه *G. fasiculatum* بیشترین فراوانی را در منطقه به خود اختصاص دادند. نتایج مقایسه رویشگاه‌ها نشان داد که رویشگاه‌های میشخاص، ایوان و نخچیر در شمال استان بیشترین هاگ و رویشگاه‌های تنگه‌ور و بدره در جنوب استان کمترین میزان هاگ را داشتند. نتایج همبستگی نیز نشان داد که فراوانی هاگ‌ها با ارتفاع از سطح دریا، درصد تاج پوشش درختی، قطر درختان، ضخامت لاشبرگ و ماده‌آلی همبستگی مثبت و با فسفر، منیزیوم و وزن مخصوص ظاهری همبستگی منفی داشت. علاوه بر این نتایج نشان داد که فراوانی هاگ‌ها در فصل بهار بیشتر از فصل پاییز بود.

واژه‌های کلیدی: قارچ‌های آربسکولار میکوریزا، *Pistacia atlantica*، *Pistacia khinjuk*، *Glomus fasiculatum*، ایلام

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۳۸۴۱۵۵۶ ، پست الکترونیکی: emgoltapeh@modares.ac.ir

مقدمه

میکوریز یک نوع همزیستی متقابل بین قارچهای موجود در خاک و ریشه گیاهان عالی است (۱۶ و ۲۲). در این همزیستی قارچها آب، مواد غذایی، نیتروژن، فسفر و سایر عناصر معدنی را برای گیاه میزبان فراهم می‌کنند و گیاه نیز کربوهیدرات را در اختیار قارچ قرار می‌دهد (۸). اولین گزارش در زمینه اثرات احتمالی قارچها بر رشد گونه‌های گیاهی در سال ۱۸۸۱ (۲۱) ارائه شد. درحالی‌که براساس مطالعات فسیل‌شناسی قارچهای میکوریزی از ۴۵۰ میلیون سال پیش یعنی از دوران اردویسین وجود داشته است (۲۰). امروزه دو نوع میکوریز شناخته شده است، دسته اول

Archive of SID
www.SID.ir

قارچهای اکتومیکوریزی می‌باشند که در سطح خارجی پوست ریشه گیاه تشکیل پوشش هیفی می‌دهد. این نوع میکوریزها با ریشه بیشتر گیاهان مناطق معتدله همزیستی دارند. اما دسته دوم، قارچ‌های اندومیکوریز می‌باشند که در بین و داخل سلولهای ریشه گیاه میزبان قرار دارند (۱۸). این دسته خود شامل Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM)، Ericoid، Arbutoid، Ectendomycorrhizas، Orchid و Monotropoid می‌باشند (۱۶). قارچهای آربسکولار میکوریزا از شناخته‌ترین نوع قارچهای میکوریزی هستند که پراکنش وسیع‌تری داشته و با اغلب گونه‌های گیاهی (بیش۹۰ درصد گونه‌های گیاهی) (۱۰) به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک (۹) همزیستی دارند.

اثرات مفید قارچهای میکوریزی در جذب عناصر غذایی از خاک، لزوم مطالعه این قارچها و نیز رابطه فراوانی آنها با عوامل محیطی و تعیین شرایط محیطی مورد دلخواه قارچهای همزیست با گونه‌های گیاهی را ضروری ساخته است. به عبارتی تعیین شرایط محیطی که در آن قارچها فراوانیها بیشتری دارند از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا این گونه پژوهش‌ها می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های بعدی جهت بهبود وضعیت قارچی خاک مفید باشد. به‌طوری‌که در این راستا Bhardwaj et *al* (۱۹۹۷)، Palenzuela *et al* (۲۰۰۲)، Bouamri *et al* (۲۰۰۶)، Khade and Rodrigues (۲۰۰۸) و Ghose and Komar (۲۰۰۸) مطالعاتی را انجام داده‌اند (۶، ۷، ۱۱، ۱۲ و ۱۵). گرچه در خصوص رابطه فراونی قارچها با عوامل محیطی پژوهشهای پراکنده ای در ایران صورت گرفته (۱، ۲، ۳، ۴)، اما فراوانی قارچهای میکوریزی همزیست با درختان بنه و خنجوک با عوامل محیطی به خوبی مورد بررسی قرار نگرفته است. این تحقیق در نظر دارد ضمن تعیین فراوانی قارچهای میکوریزی همزیست با ریشه این درختان در استان ایلام، رابطه عوامل فیزیوگرافی و عناصر خاکی را با فراوانی آنها بررسی نماید تا بتوان از این طریق رویشگاه‌هایی که از نظر فعالیت‌های بیولوژیکی خاک در وضعیت بهتری قرار دارند را معرفی نماید (۱۴).

مواد و روشها

مواد : منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، رویشگاه‌های بنه و خنجوک در استان ایلام می‌باشد. این رویشگاه‌ها شامل ۲۰ رویشگاه می‌باشد که در شهرستان‌های ایوان، دره شهر، مهران، شیروان چرداول و ایلام قرار دارند. در این رویشگاه‌ها گونه غالب را گونه‌های بنه و خنجوک تشکیل داده که به همراه آنها گونه‌های بلوط، زالزالک، داغداغان، محلب و غیره نیز مشاهده می‌گردد. با توجه به اینکه دامنه پراکنش این دو گونه در کل استان ایلام می‌باشد، بنابراین از اقلیم نیمه‌خشک در شمال استان تا اقلیم گرم خشک در بخش‌های جنوبی و روی دامنه وسیعی از تغییرات خاکی و فیزیوگرافی دیده می‌شوند (جدول ۱).

روشها، نمونه‌برداری : به‌منظور انجام این تحقیق، ابتدا رویشگاه‌های دو گونه بنه و خنجوک در استان ایلام روی نقشه‌های توپوگرافی تفکیک گردید. سپس در داخل هر رویشگاه طی دو فصل بهار و پاییز، در قسمت سایه‌انداز درخت (Mycorhizosphere)، نمونه‌های ترکیبی (حداقل ۶ نمونه) از خاک به همراه ریشه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه گردید (۷، ۱۳ و ۱۷). سپس به‌منظور حفظ ساختمان، نمونه‌های خاک در ظرفهای پلی‌اتیلنی نگهداری و جهت استخراج و شناسایی قارچهای همزیست، اندازه‌گیری فراوانی اسپور قارچها و نیز عناصر N، P، K، Ca، Mg ، Na، اسیدیته، شوری، وزن مخصوص ظاهری، درصد رس، شن و سیلت به آزمایشگاه منتقل شد. علاوه‌براین ویژگی‌های مرفولوژیکی هر درخت و عوامل فیزیوگرافیک یادداشت گردید تا رابطه این پارامترها با فراوانی قارچها نیز مورد بررسی قرار گیرد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در رویشگاه‌های مورد مطالعه

شهرستان	مهران			دره شهر				ایوان		شیروان چرداول					ایلام					
رویشگاه	نخجیر	صالح آباد	ملگ شاهی	سکسان	تنگه ور	بدره	چشمه خونی	ایوان	چهار مله	چرمین	دوگر	قلاجه	مانشت	قاضی خان	قلارنگ	چوار	میش خاص	سه راهی ملگ شاهی	جعفر آباد
ارتفاع از دریا	۱۷۰۱	۱۴۴۴	۱۳۹۳	۱۱۵۷	۸۷۲	۱۱۲۱	۱۸۳۴	۱۱۶۴	۱۶۲۵	۱۵۸۱	۱۱۹۹	۱۹۲۶	۱۹۵۳	۱۱۲۱	۱۹۱۹	۱۵۹۱	۱۳۴۸	۱۵۲۰	۱۳۸۶
شیب	۳۳/۷	۳۵	۲۰	۴۲/۵	۲۸/۷	۲۱/۶	۱۳/۲	۵۲/۶	۲۲/۵	۳۸	۵۱/۶	۲۲/۵	۲۶/۶	۴۲/۵	۳۵	۷۲/۵	۴۷/۵	۵۸/۳	۴۰
پوشش درختی	۳۱	۲۵	۱۷/۵	۱۵	۶/۲	۸/۳	۱۱/۲	۳۵	۱۲/۵	۱۹/۲	۲۰	۲۳/۷	۶۱/۶	۱۴/۲	۴۱	۱۵	۱۳/۷	۱۶/۶	۱۳/۳
EC	۵۱۶	۵۲۲	۵۶۱	۴۰۶	۴۳۵	۲۹۰	۵۴۳	۵۱۲	۵۹۳	۴۲۶	۳۸۲	۵۰۸	۴۹۷	۲۸۶	۴۰۸	۳۹۸	۴۳۵	۴۸۱	۴۷۱
PH	۷/۱۳	۷/۸	۷/۴	۸	۸/۲	۷/۹۶	۷/۷	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۸/۱	۷/۷	۷/۴	۷/۷	۷/۳	۷/۵	۷/۱	۷/۱	۷/۶
رس	۳۰	۲۵	۳۰	۲۹/۵	۳۰	۲۸/۷	۲۸/۵	۲۶/۵	۲۴	۳۰/۵	۲۳/۳	۲۳	۲۱/۳	۲۵/۵	۲۸	۲۲	۲۶	۲۰	۳۱/۳
لای	۳۱	۳۴	۳۰	۲۷	۳۷	۳۲/۷	۴۱	۳۷/۵	۳۶	۲۶	۳۹/۳	۳۳/۵	۴۰/۷	۳۸/۵	۳۰/۸	۳۱	۳۱/۵	۴۰/۷	۲۴/۷
شن	۳۹	۴۱	۴۰	۴۳/۵	۳۳	۳۸/۷	۳۰/۵	۳۶	۴۰	۴۳/۵	۳۷/۳	۴۳/۵	۳۸	۳۶	۴۱/۲	۴۷	۴۲/۵	۳۹/۳	۴۴
N	۰/۴۵	۰/۳۸	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۳۵	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۴۹	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۲۳	۰/۳۳	۰/۲	۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۲۵
C	۱/۲۸	۰/۹۳	۰/۸۹	۰/۴۷	۰/۶۶	۰/۵۷	۰/۲۸	۱/۲	۱/۲۶	۱/۲۵	۰/۸۳	۱/۱	۱/۱۸	۱/۵۵	۱/۱۵	۰/۹	۱/۲	۱/۱۴	۱/۴۵
Oc	۲/۲	۱/۵۹	۱/۵۳	۰/۸۱	۱/۱۳	۰/۹۸	۰/۴۹	۲/۱۷	۲/۰۹	۲/۱۵	۱/۴۲	۱/۱	۲/۰۴	۱/۸	۱/۹۷	۱/۵۵	۲/۱۹	۱/۹۶	۲/۵
K	۵۰/۷	۶۸/۷	۲۷/۷	۲۶/۳	۱۴۱	۶۵	۴۷	۴۱/۷	۵۷	۶۴/۳	۵۴/۶	۵۲	۷۱	۷۵/۱	۷۱/۹	۴۳/۸	۴۰/۱	۷۲/۵	۵۸/۸
Ca	۱۱۱۵	۱۱۵۷	۷۴۷	۹۴۱	۷۳۳	۵۵۰	۷۰۸	۸۶۸	۷۶۵	۹۳۸	۹۶۳	۸۱۱	۱۲۴۰	۱۰۲۸	۹۷۹	۸۰۳	۸۴۸	۷۶۶	۸۹۱
Mg	۲۰	۳۲/۵	۲۲/۵	۲۵	۲۲/۵	۲۸/۳	۲۰	۲۲/۵	۲۵	۱۶/۲	۲۵	۲۰	۲۸/۳	۳۰	۱۸	۲۳/۷	۱۱/۲	۳۰	۲۱/۶
آهک	۴۰/۳	۳۸/۷	۴۱	۴۱	۴۱/۱	۳۶/۹	۳۵/۲	۴۰/۱	۳۴/۱	۳۹/۹	۴۰/۵	۳۵/۵	۳۶/۱	۴۰/۲	۳۹	۴۱	۴۱	۴۰/۵	۴۴
عمق لاشبرگ	۳/۲	۲	۲/۲	۱	۰/۵	۱/۱	۱/۵	۳	۲/۷	۳/۱	۰/۸	۳/۷	۷/۳	۳	۳/۲	۳/۲	۵/۶	۳/۳	۲/۶
وزن مخصوص	۱/۱	۱/۲۲	۱/۵۶	۱/۶۹	۱/۶۲	۱/۴۶	۱/۲۵	۱/۱	۱/۱۵	۱/۲۱	۱/۳	۱/۳۵	۱/۳	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۲۴	۱/۲	۱/۱۸	۱/۴
تعداد اسپور	۲۲۹	۱۰۲	۱۲۰	۴۹/۷	۳۶/۵	۴۱/۳	۶۱/۵	۲۴۹	۲۵۴	۲۲۵	۲۲/۶	۱۴۵	۱۷۷	۱۳۶	۱۶۳	۱۰۸	۲۳۷	۱۵۹	۲۰۴

Archive of SID

www.SID.ir

جداسازی و شمارش قارچهای میکوریزی: به‌منظور استخراج هاگ قارچها از روش الک مرطوب و سانتریفوژ کردن از محلول ساکارز۶۰ درصد استفاده شد (۱۹). برای این منظور ۱۰۰ گرم خاک را پس از شستشو از یکسری الکهای ۲۶، ۸۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میکرون عبور داده شد و بعد از دو بار سانتریفیوژ کردن جهت شمارش اسپورها به داخل ظرفهای مخصوص انتقال داده شد.

شناسایی قارچ: به‌منظور شناسایی اسپورها از نمونه‌های بدست آمده از کشت تله‌ای (Trap Culture) استفاده شد. جهت کشت تله‌ای از گیاه ذرت به مدت ۵ ماه استفاده گردید. اسپورهای جدا شده از این مرحله همانند روش قبلی جداسازی و برای شناسایی به لام‌هایی که دارای محلولی به نسبت ۱:۱ PVLG و ملز پود منتقل و اسلاید دائمی تهیه گردید. سپس براساس خصوصیات مورفولوژیک (۱۰) نظیر رنگ اسپور و رنگ لایه‌ها، شکل اسپور، دیواره اسپور، تعداد و ضخامت لایه‌های آن، نحوه اتصال ریسه به اسپور، شکل ایجاد شده در محل اتصال ریسه به اسپور، تشکیل یا عدم تشکیل اسپور در ریشه و غیره شناسایی گردید.

آنالیز نمونه‌های خاک: نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه خاک‌شناسی به مدت دو هفته در هوای آزاد خشک گردید و از الکهای دو میلی‌متری عبور داده شد. وزن مخصوص ظاهری قبلا به روش کلوخه اندازه‌گیری شد. دانه‌بندی خاک به روش هیدرومتری، اسیدیته خاک به وسیله دستگاه pH متر، شوری با استفاده از دستگاه هدایت الکتریکی‌سنج و برحسب واحد میلی‌موس بر سانتی‌متر، فسفر قابل جذب به روش Flam photometry بر حسب واحد ppm، کلسیم، منیزیوم و پتاسیم با استفاده از روش جذب اتمی (Atomic absorbtion) و بر حسب واحد ppm، درصد نیتروژن به کمک دستگاه Kjeltect Distribution Unit و درصد ماده آلی به روش Walkley-Black به‌دست آمد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها : به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای SPSS، JMP و PC-ORD استفاده شد. بدین صورت که پس از تست نرمالیته و همگنی واریانس داده‌ها، توسط آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف و لون، با استفاده از آنالیز واریانس و آزمون دانکن رویشگاه‌های مختلف با همدیگر مقایسه گردیدند. جهت مقایسه تغییر در میزان اسپورها در دو فصل بهار و پاییز از آنالیز تی جفتی استفاده شد. از آنالیز پیرسون جهت بررسی روابط همبستگی بین عوامل محیطی و فراوانی اسپور قارچها استفاده گردید. در نهایت با استفاده از آنالیز خوشه‌ای و روش Ward میزان شباهت رویشگاه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. علاوه براین با استفاده از تمامی فاکتورهای اندازه-گیری شده میزان شباهت رویشگاه‌ها روی محورهای PCA نشان داده شد. براساس این آنالیز رویشگاه‌هایی که میزان شباهت بیشتری از نظر عوامل محیطی و فراوانی قارچ داشتند، فاصله کمتری در روی محورها با همدیگر داشتند.

نتایج

شناسایی قارچ: قارچهای *Glomus fasiculatum* (Thaxter) Gerd & Trappe emend، *G. geosporum* (Nicolson & Gerdemann) Walker، G. mosseae (Nicol & Gerd) Gerdemann & Trappe، *G. claroideum* Schenck & Smith، *G. ambiosporum* Schenck & Smith، G. intraradices Schenck & Trappe، G. spp ، و Acaulospora spp به‌عنوان گونه‌های همزیست با درختان بنه و خنجوک در استان ایلام معرفی شدند. براساس این نتایج جنس Glomus و گونه *Glomus fasiculatum* بیشترین فراوانی را در منطقه مورد مطالعه به خود اختصاص دادند.

مقایسه رویشگاه‌ها از نظر فراونی اسپور: نتایج آنالیز واریانس (One Way Anova) نشان داد که بین رویشگاه های مختلف از نظر فراونی اسپورها اختلاف معنی‌داری وجود دارد (F= ۵۴/۹۳، d.f= ۱۹، p=۰/۰۰۰).

Archive of SID
www.SID.ir

به‌طوری‌که رویشگاه‌های میشخاص، ایوان و نخچیر بیشترین میزان هاگ و رویشگاه‌های تنگه‌ور و بدره کمترین میزان هاگ را داشتند (جدول ۲).

همبستگی عوامل محیطی با فراوانی هاگها: نتایج همبستگی نشان داد که فراوانی هاگ‌ها با ارتفاع از سطح دریا (p= ۰/۰۰۰)، درصد تاج پوشش درخت (p=۰/۰۱۵)، قطر درخت (p=۰/۰۰۰)، درصد ماده آلی (p=۰/۰۰۰) و ضخامت لاشبرگ (p=۰/۰۰۰) همبستگی مثبت و با وزن مخصوص ظاهری (p=۰/۰۰۰)، منیزیوم (p=۰/۰۱۵) و فسفر (p=۰/۰۰۰) همبستگی منفی دارد (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه مقایسه میانگینهای رویشگاه‌های مختلف از نظر فراوانی اسپور قارچها براساس آزمون دانکن

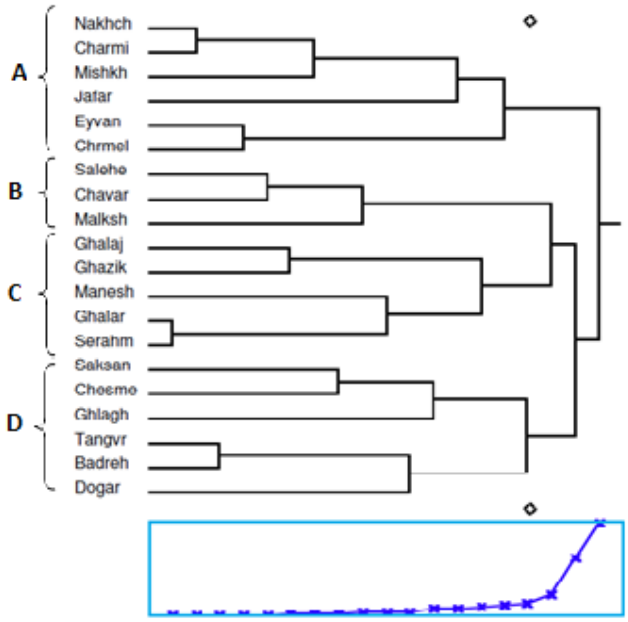
شهرستان	مهران			دره‌شهر			ایوان		شیروان چرداول					ایلام					
رویشگاه	نخچیر	صالح‌آباد	ملگ‌شاهی	سکسان	تنگه‌ور	بدره	ایوان	چهار مله	چرمین	دوگر	قلاجه	مانشت	قاضی خان	قلاقیران	چوار	میش خاص	قلارنگ	سه راه ملگ	جعفر آباد
میانگین ± اشتباه	۲۲۹ ± ۷/۵۶	۱۰۱/۷۵ ± ۱/۳۷	۱۲۰/۵ ± ۰ /۵	۴۹/۷۵± ۴/۴۷	۳۶/۵± ۴/۷۳	۴۱/۳± ۱/۳۳	۲۴۹± ۱۵/۴۴	۲۰۴± ۴	۲۲۵/۲± ۲۶/۰۳	۳۲/۶۶± ۳/۷۱	۱۴۵/۵± ۲/۰۲	۱۷۷/۳± ۱۳/۶۷	۱۳۶± ۳/۵۳	۸۰± ۰/۵	۱۰۸± ۴/۵۴	۲۳۷/۷۵± ۱۴/۲۳	۱۶۳± ۵/۳۸	۱۵۹± ۴/۹۳	۲۰۴± ۲/۰۸
اختلاف	**ab**	**Ij**	**ghi**	**Klm**	**lm**	**lm**	**a**	**bc**	**ab**	**m**	**ef**	**cd**	**efg**	**ik**	**hij**	**a**	**de**	**de**	**bc**

جدول ۳- ضریب همبستگی پیرسون بین فاکتورهای اندازه‌گیری شده و فراوانی هاگها

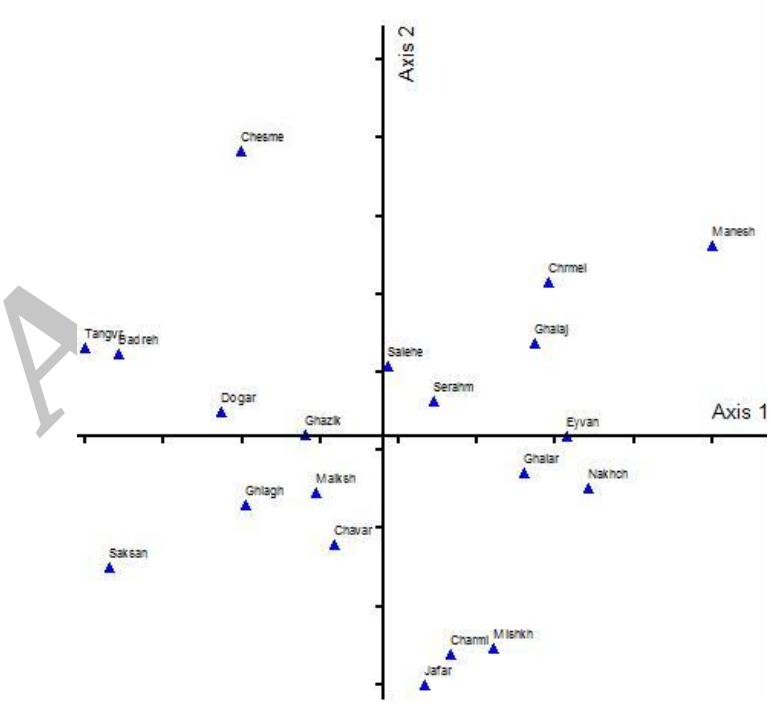
پارامتر	ارتفاع از سطح دریا	درصد شیب	تاج پوشش	قطر درخت	هدایت الکتریکی	اسیدیته	عمق لاشبرگ	وزن مخصوص	درصد ماده آلی
ضریب همبستگی	۰/۴۹۹	۰/۰۹۵	۰/۲۸۹	۰/۳۴۱	۰/۲۳۵	-۰/۱۱۱	۰/۶۲۳	-۰/۴۴۵	۰/۶۹۷
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰ **	۰/۴۳۵ ns	۰/۰۱۵ *	۰/۰۰۴ **	۰/۰۵ ns	۰/۳۶۰ ns	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **	۰/۰۰۰ **
پارامتر	رس	سیلت	شن	آهک	نیتروژن	منیزیوم	پتاسیم	کلسیم	فسفر
ضریب همبستگی	-۰/۰۱۶	-۰/۱۳۱	۰/۱۳۷	۰/۰۳۱	۰/۱۵۲	-۰/۲۹۰	-۰/۱۷۹	۰/۱۵۰	-۰/۴۱۸
سطح معنی‌داری	ns ۰/۸۹۴	۰/۷۹۷ ns	۰/۲۵۷ ns	۰/۷۹۷ ns	۰/۲۰۹ ns	۰/۰۱۵ *	۰/۱۳۷ ns	۰/۲۱۴ ns	۰/۰۰۰ **

ns: عدم وجود اختلاف معنی دار **: اختلاف معنی دار در سطح ۹۹ درصد *: اختلاف معنی دار در سطح ۹۵ درصد

Archive of SID
www.SID.ir



نمودار ۱- نتایج خوشه‌بندی رویشگاه‌ها براساس روش Ward



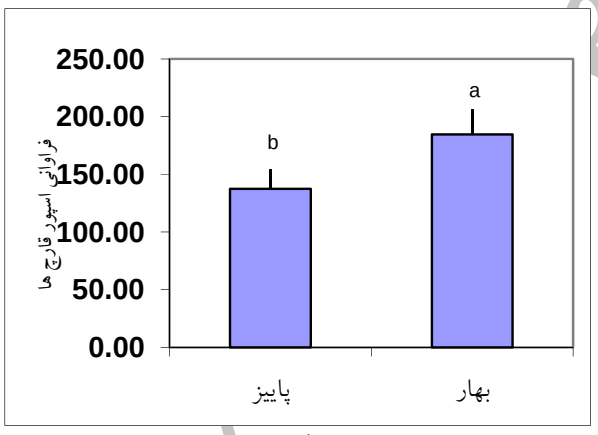
نمودار ۲- دیاگرام رسته‌بندی PCA برای رویشگاه‌های مورد مطالعه براساس پارامترهای اندازه‌گیری شده

www.SID.ir

نتایج خوشه‌بندی رویشگاه‌ها از نظر فراوانی هاگ: نتایج خوشه‌بندی نشان داد که تمام رویشگاه‌ها در چهار گروه قرار گرفتند که براساس آن، رویشگاه‌های نخچیر، چرمین، میش‌خاص، جعفرآباد، ایوان و چهارمله در خوشه (A)، رویشگاه‌های صالح‌آباد، چوار و ملک‌شاهی در گروه (B)، رویشگاه‌های قلاجه، قاضی‌خان، مانشت، قلارنگ و سه-راهی ملگ‌شاهی در گروه (C) و رویشگاه‌های سکسان، چشمه‌خونی، قلاقیران، تنگه‌ور، بدره و دوگر در خوشه (D) می‌باشند (نمودار ۱).

نتایج تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA): از پارامترهای اندازه‌گیری شده در هر یک از رویشگاه‌ها جهت دسته‌بندی و طبقه‌بندی رویشگاه‌ها استفاده شد. برای این منظور از محورهای یک و دو PCA به دلیل دارا بودن سهم بیشتری از ارزش ویژه (محور یک ۶/۰۱ و محور دو ۳/۱۸) و درصد واریانس (محور یک ۲۸/۶۶ درصد و محور دو ۱۵/۱۷) استفاده شد. رویشگاه‌هایی که نزدیک به هم می‌باشند نشانگر تشابه آنها از نظر فاکتورهای اندازه-گیری شده است. هرچقدر فاصله پلات‌ها در روی محورها از همدیگر دور می‌شود، اختلاف بین آنها از نظر این عوامل فاحش‌تر می‌شود. براساس آنالیز PCA، مهمترین فاکتورهایی که در تفکیک رویشگاه‌ها نقش داشتند به‌ترتیب اهمیت شامل سلیت، درصد آهک، شن، عمق لاشبرگ، ارتفاع از سطح دریا، ماده آلی، قطر درخت، شیب، فسفر، وزن مخصوص ظاهری و درصد پوشش درختی می‌باشد (جدول ۴). به طوری که ارتفاع از سطح دریا، عمق لاشبرگ، قطر درخت، ماده آلی، درصد تاج پوشش و تعداد اسپور با محور یک همبستگی مثبت دارد، به عبارتی پارامترهای مذکور در رویشگاه‌هایی که در سمت راست محور یک می‌باشند، از میزان بالایی برخوردارند که شامل رویشگاه‌های ایوان، قلارنگ، نخچیر، مانشت، قلاجه، سه راه ملک شاهی و چهارمله می‌باشند (نمودار ۲). درحالی‌که رویشگاه‌های ملک‌شاهی، قلاقیران، سکسان، دوگر، بدره و تنگه‌ور در نقطه مقابل این رویشگاه‌ها قرار گرفته و وزن مخصوص ظاهری و فسفر بالایی داشتند (جدول ۴ و نمودار ۲). علاوه‌براین سیلت با محور دو همبستگی مثبت و آهک، شیب و درصد شن همبستگی منفی دارد (جدول ۴). به عبارتی می‌توان گفت که رویشگاه‌های میش‌خاص، جعفرآباد، چوار و چرمین با آهک، شیب و درصد شن همبستگی مثبت دارند و رویشگاه‌های صالح‌آباد و چشمه-خونی که در نقطه مقابل این رویشگاه‌ها و در سمت بالای محور دو قرار دارند با سیلت همبستگی مثبت دارد (جدول ۴ و نمودار۲).

مقایسه فراوانی هاگها بین فصل بهار و پاییز : نتایج نشان داد که فراوانی هاگ‌ها در دو فصل بهار و پاییز با همدیگر متفاوت است ($df= ۳۱، t= -۲/۲۹، p= ۰/۰۲۹$). به طوری که تعداد هاگ در هر صد گرم خاک در فصل بهار (۲۱/۸۵ ± ۱۸۴/۵) بیشتر از فصل پاییز (۱۶/۸۶ ± ۱۳۷/۴) بود (نمودار ۳).



نمودار ۳- نتایج مقایسه فراوانی هاگهای همزیست با درختان در فصل بهار و پاییز

بحث

در یک اکوسیستم طبیعی روابط پیچیده‌ای بین عوامل زنده و غیر زنده وجود دارد. به‌طوری که تغییر در هر یک از اجزای این اکوسیستم، روی سایر اجزا تأثیرگذار می‌باشد. به طور مثال در داخل یک اکوسیستم جنگلی، گونه‌های درختی از یک طرف با عوامل محیطی غیر زنده مانند

www.SID.ir

خاک، فیزیوگرافی، اقلیم و غیره در ارتباط می‌باشند و از طرف دیگر با عومل زنده دیگری مانند گونه‌های گیاهی، موجودات و میکروارگانیسم‌ها ارتباط تنگاتنگ دارند. حفظ این اکوسیستم‌های طبیعی، به‌ویژه اکوسیستم‌هایی که در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته‌اند، مستلزم توجه بیشتر به تمامی اجزاء آن می‌باشد که در یک ارتباط تنگاتنگ و چند جانبه، پایداری را در این اکوسیستم به‌وجود می‌آورند.

جدول ۴- همبستگی پارامترهای اندازه‌گیری شده با محورهای یک و دو PCA

پارامتر	محور یک	محور دو	پارامتر	محور یک	محور دو
ارتفاع از سطح دریا	۰/۳۲۸	۰/۱۶۰	آهک	-۰/۱۲۸	-۰/۴۲۰
شیب	-۰/۰۱۳	-۰/۳۰۳	نیتروژن	۰/۱۹۲	۰/۱۱۳
جهت	-۰/۰۶۹	-۰/۰۳۳	ماده آلی	۰/۳۱۶	-۰/۲۱۵
درصد پوشش	۰/۲۳۵	۰/۰۴۱	پتاسیم	-۰/۰۶۱	۰/۱۳۸
قطر	۰/۳۰۶	۰/۱۸۶	کلسیم	۰/۱۹۲	-۰/۰۷۵
عمق لاشبرگ	۰/۳۳۱	-۰/۰۴۷	فسفر	-۰/۲۶۵	-۰/۰۸۵
وزن مخصوص ظاهری	-۰/۲۵۵	-۰/۰۱۵	هدایت الکتریکی	۰/۲۰۹	۰/۱۷۳
رس	-۰/۱۲۸	-۰/۱۷۶	اسیدیته	-۰/۰۶۶	۰/۱۷۶
سیلت	۰/۰۳۷	۰/۴۴۲	منیزیوم	-۰/۰۹۰	۰/۲۰۹
شن	۰/۰۶۰	-۰/۳۹۳	تعداد اسپور	۰/۳۴۵	-۰/۲۰۰

در این تحقیق به‌منظور بررسی فراوانی قارچهای آربسکولار میکوریزا که به‌عنوان میکروارگانیسم‌های مفید در خاک محسوب می‌شوند و همچنین رابطه این قارچها با عوامل محیطی و درختان بنه و خنجوک مطالعه‌ای در استان ایلام انجام شد. نتایج تحقیق نشان داد که رویشگاه‌های مختلف این گونه‌ها از نظر فراوانی قارچهای آربسکولار میکوریزا و عوامل محیطی با همدیگر متفاوت می‌باشند. به‌طوری‌که رویشگاه‌های میش‌خاص، ایوان و نخچیر بالاترین فراوانی و رویشگاه‌های بدره و تنگه‌ور کمترین فروانی هاگ را داشتند. به عبارت دیگر رویشگاه‌هایی که در اقلیم خشک جنوب استان قرار داشتند از میزان هاگ‌های کمتری برخوردار بودند. براساس این نتایج رویشگاه‌هایی که در ارتفاعات بالاتر و از شرایط اقلیمی و خاکی مناسب‌تری برخوردارند، از هاگهای بیشتری نیز برخوردار بودند. نتایج همبستگی نیز نشان داد که فراوانی قارچها با ارتفاع از سطح دریا، درصد تاج پوشش درخت، قطر درخت، درصد ماده آلی و عمق لاشبرگ همبستگی مثبت و با وزن مخصوص ظاهری، منیزیوم و فسفر همبستگی منفی دارد. علاوه بر این، باید متذکر شد که نتایج آنالیزهای خوشه‌ای و آنالیز چند متغیره PCA نیز مؤید همین نکته می‌باشد.

در این مناطق با افزایش ارتفاع از سطح دریا، درجه حرارت کاهش یافته، و شرایط برای رشد و توسعه اندامهای قارچ (وزیکول، آربسکول و هیف) مناسب می‌شود. بنابراین همراه با استرس محیطی قارچ شروع به اسپورزایی و تولید هاگ زیاد می‌کند. بنابراین می‌توان اظهار داشت در قسمت هایی از منطقه زاگرس که اقلیم آن خشک تا نیمه‌خشک می‌باشد، ارتفاعات بالا از میزان هاگهای بیشتری برخوردارند. نتایج این بخش با پژوهش‌های قصریانی و همکاران (۱۳۸۶) همخوانی داشت(۴). همان‌گونه که قبلا نیز ذکر گردید، رویشگاه‌هایی که در شمال استان قرار داشتند و از شرایط اقلیمی مناسب‌تری برخوردار بودند، از میزان هاگ بیشتری برخوردار بودند. کوچکی و همکاران (۱۳۷۶) نیز توسعه کم قارچهای میکوریزی را در خاکهای خشک، ناشی از تنش مستقیم آب بر گیاه و یا تأثیر

Archive of SID

www.SID.ir

غیرمستقیم تغییر در قابلیت دسترسی به عناصر غذایی خاک می‌دانند (۵).

علاوه براین، نتایج نشان داد که فراوانی هاگها با فسفر قابل جذب رابطه عکس داشت که با نتایج تحقیقات Bouamri و همکاران (۲۰۰۶)، قصریانی و همکاران (۱۳۸۶)، حاجیان شهری و عباسی (۱۳۸۳) و صالحی و همکاران (۱۳۷۷) همخوانی داشت(۱، ۳، ۴ و ۷). Bhardwaj و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که فسفر کل همبستگی مثبت با فراوانی اسپور دارد اما برای فسفر قابل جذب همبستگی معنی‌داری مشاهده نکردند(۶). Komar و Ghose (۲۰۰۸) نیز همستگی منفی بین فسفر و غنای گونه‌ای مشاهده کردند(۱۲) اما برای فراوانی هاگها رابطه معنی‌داری مشاهده نکردند. رابطه منفی فراوانی اسپورها با فسفر قابل جذب احتمالا به این دلیل است که در خاکهایی که از نظر فسفر قابل جذب محدودیت وجود دارد قارچها شروع به تکثیر کرده و اسپورزایی می‌کنند، تا بتوانند از طریق جذب فسفر کمبود آن را در گیاه جبران نمایند. اما در مناطقی که خاک از نظر فسفر قابل جذب غنی می‌باشد، گیاه به راحتی آن را جذب کرده و نیازی به تکثیر قارچ نیست.

نتایج تحقیق نشان داد که کربن آلی با فراوانی هاگها همبستگی مثبت دارد. Khade and Rodrigues (۲۰۰۸) نشان دادند که فراوانی آربسکول‌ها با مواد آلی خاک همبستگی مثبت دارد. در این تحقیق با افزایش مواد آلی خاک شرایط برای رشد قارچها مناسب شده و اندام‌های رویشی قارچ رشد کرده‌اند. در این حالت همراه با یک تنش محیطی مانند خشکی و سرما قارچ به شدت شروع به تکثیر کرده و اسپورهای زیادی تولید شده است. در این راستا Palenzuela و همکاران (۲۰۰۲) نیز به همبستگی مثبت مواد آلی و قارچهای میکوریزی اشاره کردند(۱۵). اما نتایج با یافته‌های حاجیان شهری و عباسی (۱۳۸۳) و زارع و همکاران (۱۳۷۸) همخوانی ندارد(۱ و ۲).

نتایج نشان داد که تراکم اسپورها در فصل بهار نسبت به پاییز بیشتر است، درحالی‌که بیشتر پژوهشها نشان دادند که فراوانی قارچها در تابستان و پاییز بیشتر است (۱ و ۴). Bhardwaj و همکاران (۱۹۹۷) نیز با مطالعه‌ای در اکوسیستم‌های طبیعی هند نشان دادند که فراوانی اسپورها در فصل زمستان نسبت به فصل تابستان بیشتر است(۶). از آنجایی که در منطقه مورد مطالعه فصل خشک در اردیبهشت‌ماه شروع شده و در این تحقیق زمان نمونه برداری اواخر اردیبهشت‌ماه بود؛ بنابراین احتمال دارد که با مناسب شدن شرایط اقلیمی در اسفند و فروردین بخش‌های زایشی شروع به رشد کرده و با شروع گرما و استرس خشکی، تکثیر قسمت‌های زایشی و تولید اسپورها ادامه یابد. درحالی‌که چنین فرصتی برای رشد قسمت‌های رویشی قارچ در فصل تابستان و پاییز که منطقه بشدت خشک می‌باشد فراهم نیست. ناگفته نماند که Khade and Rodrigues (۲۰۰۸) با مطالعه‌ای در یک منطقه خشک در هند به نتیجه مشابهی دست یافتند.

نتیجه‌گیری کلی

همانگونه که نتایج تحقیق نشان داد، تراکم اسپور در مناطقی که خاک و پوشش گیاهی منطقه از وضعیت بهتری برخوردار بود، بیشتر می‌باشد. به‌طوری‌که رویشگاه‌هایی که از درختان قطور و پوشش درختی بیشتر برخوردار بودند و خاک نیز از نظر میزان لاشبرگ و ماده آلی در وضعیت مناسبی قرار داشت، میزان هاگ‌های بیشتری داشتند. همچنین تراکم هاگ در رویشگاه‌هایی که در شمال استان بودند و از شرایط اقلیمی بهتری نسبت به جنوب برخورد بودند، بیشتر بود. علاوه بر این در ارتفاعات نیز که شرایط اقلیمی مناسب‌تر از ارتفاعات پایین بود، اسپورها از وضعیت بهتری برخوردار بودند. درحالی‌که برخی از محققان به نتایجی مخالف با این یافته‌ها دست پیدا کرده بودند. آنها در اظهارات خود بیان کرده بودند در مناطقی که خاک تحت تنش بوده و از نظر اقلیمی در شرایط سختی

Archive of SID
www.SID.ir

قرار دارد میزان اسپورزایی بیشتر است. از آنجایی که شرایط خاکی و اقلیمی مناطق مختلف با هم متفاوت است، می‌توان دلایل این امر را اینگونه ارائه کرد که در زاگرس جنوبی که منطقه خشک تا نیمه‌خشک می‌باشد، وضعیت پوششی و به تبع آن خاک منطقه نیز از شرایط مناسبی برخوردار نیست. بنابراین فعالیتهای بیولوژیکی خاک نیز بسیار محدود می‌باشد. در این مناطق هر جایی که وضعیت کمی بهتر شده (ارتفاعات، دامنه‌های شمالی، مناطقی با پوشش بیشتر، مناطق با خاک مناسب‌تر) فعالیت میکروارگانیسم‌ها نیز در خاک بیشتر شده و قارچ نیز به تولید اجزای رویشی مانند هیف، وزیکول و آربسکول می پردازد، درنتیجه همراه با استرس محیطی که همواره در منطقه حکمفرماست، اسپورهای زیادی تولید می‌شود.

منابع

۱ – حاجیان شهری، م.، عباسی، م. ۱۳۸۳. تغییرات جمعیت اسپور قارچی میکوریز وزیکولار–آربسکولار در خاک جنگلهای طبیعی پسته در استان خراسان، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۸: ۷۷–۸۵.

۲ – زارع، م.، محمدی انارکی، ص.، راد، م. ه. ۱۳۸۷. بررسی میکوریزایی بنه (*Pistachia atlantica*) و برخی خصوصیات خاک بر فراوانی اسپور قارچ اندومایکوریزا، پژوهش و سازندگی، ۱۳ (۴): ۳۲–۳۰.

۳ – صالحی، ف.، ابوسعیدی، د.، علی اصغرزاده، ن. ۱۳۷۷. وجود قارچ مایکوریزا (وزیکولار–آربسکولار) در ریشه پایه‌های مختلف پسته در استان کرمان، بیماری‌های گیاهی، ۳۴ (۳ و ۴): ۲۳۷–۲۳۶.

۴ – قصریانی، ف.، زارع مایوان، ح.، چایی چی، م. ر. ۱۳۸۶. پراکنش پوشش گیاهان میکوریزی در ارتباط با برخی از ویژگی‌های خاک در پارک ملی کویر، محیط شناسی، ۴۴: ۱۱۶–۱۰۵.

۵ – کوچکی، ع.، حسینی، م.، خزاعی، ح. ۱۳۷۶. بوم‌شناسی خاک (ترجمه)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۵۸ صفحه.

6 - Bhardwaj. S., Dudeja, S. S., Khurana, A. L. 1997. Distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in the natural ecosystem. Folia Microbial 42(6): 589-594.

7 - Bouamri, R., Dalpe, Y., Serrhini, M. N., Bennani, A. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi species associated with rhizosphere of *Phoenix dactylifera* L. in Morocco. African Journal of Biotechnology, 5(6): 510-516.

8 - Choi, D. S., Quoreshi, A. M., Maruyama, Y., Jin, H. O., Koike, T. 2005. Effect of ectomycorrhizal infection on growth and photosynthetic of *Pinus densiflora* seedling grown under elevated CO2 concenterations. Photosynthetica, 43 (2): 223-229.

9 - Diagne, O., Ingleby, K., Deans, J. D., Lindley, D. K., Diaite, I., Neyra, M. 2001. Mycorrhizal inoculum potential of soils from alley cropping plots in Senegal. Forest Ecology and Management, 146: 35-43.

10 - Fan, Y., Luan, Y., An, L., Yu, K. 2008. Arbuscular mycorrhizae formed by *Penicillium pinophilum* improve the growth, nutrient uptake and photosynthesis of strawberry with two inoculum-types. Biotechnol Lett, DOI 10.1007/s10529-008-9691-8.

11 - Khade, S. W. and Rodrigues, B. F., 2008. Ecology of arbuscular mucorrhizal fungi associated with Carica papaya L. in agro-based ecosystem of Goa, India. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 8: 265 – 278.

12 - Kumar, T., Ghose, M. 2008. Status of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in the Sundarbans of India in relation to tidal inundation and chemical properties of soil. Wetlands Ecology and Management, Volume 16: 471-483.

13 - Marx, D. H., Marrs, L. F., Cordell, C. E. 2002. Practical use of the mycorrhizal fungal technology in forestry, reclamation, arboriculture, agriculture and horticulture. Dendrobiology, 47: 27–40.

14 - Mohammadi Goltapeh, Ebrahim, Y. Rezaee Danesh and Ajit Varma 2013, Fungi as Bioremediators. Soil Biology, Springer.

15 - Palenzuela, J., Azcon, C., Figueroa, D., Caravaca, F., Roldan, A., Barea, J. M. 2002. Effects of mycorrhizal inoculation of shrubs from Mediterranean ecosystems and composed residue application on transplant performance and mycorrhizal development in a desertified soil. Biol Fertile Soils, 36: 170-175.

Archive of SID

www.SID.ir

16 - Peterson, R. L., Masssicotte, H. B., Meliville, L. H. 2004. Mycorrhizas: Anatomy and cell biology. NRC research press, 173 pp.

17 - Powers, J. S., Treseder, K. K., Lerdau, M. T. 2005. Fine roots, arbuscular mycorrhizal hyphae and soil nutrients in four neotropical rain forests: patterns across large geographic distances. New Phytologist, 165: 913-921.

18 - Quilambo, O. A. 2003. The vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. African Journal of Biotechnology, 2(12): 539-546.

19 - Rajni, G. and Mukerji, K. G. 2002. Techniques for the isolation of VAM/AM fungi in soil. In: Mukerji, K. G., Manoharachary C., Chaloma, B. P., (eds), Techniques in mycorrhizal studies. Kluwer, Academic Publishers, Londan, 1-6.

20 - Redecker, D., Kodner, R., Graham, L. E. 2000. Glomalean fungi from the Ordovician. Science, 289: 1920-1921.

21 - Sjoberg, J. 2005. Arbuscular mycorrhizal fungi, occurrence in Sweden and integration with a plant pathogenic fungus in barley. PhD thesis, Swedish University of agriculture science, Uppsala, 53pp.

22 - Smith, S. E., Read, D. J. 1997. Mycorrhizal symbiosis. Academic press, 599 pp.

Classification of *Pistacia atlantica* and *P. khinjuk* sites in Ilam based on environmental factors and arbuscular mycorrhizal fungi

Mirzaei J[1], Akbarinia M.[2], Mohamadi Goltapeh E.[3], Sharifi M.[4] and Rezaei Danesh Y.

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

[2] Foresty Dept., Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modaress University, Noor, I.R. of Iran

[3] Plant Pathology Dept., Faculty of Agriculture, Tarbiat Modaress University, Tehran, I.R. of Iran

[4] Biology Dept., Faculty of Biological Science, Tarbiat Modaress University, Tehran, I.R. of Iran

[5] Plant Protection Dept., Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, I.R. of Iran

Abstract

Arbuscular mycorrhiza fungi have beneficial symbiosis with plants and help them to absorb nutrient and water, especially in regions with these limitations. For studying the effects of environmental factors on mycorrhizal fungi associated with *Pistacia atlantica* and *P. khinjuk* in Ilam, soil and physiographic factors was sampled in their habitats and N, P, K, Ca, Mg, Na, pH, Ec, apparent specific weight of soil, Clay, Silt and Sand were analyzed. Moreover fungi were identified and frequency of spore determined. Result showed that *Glomus* genus and *G. fasiculatum* had the most number of spores in this region. Mishkhas, Eyvan and Nakhchir habitat in north had the most and Tangevar and Badre in south had the least spore abundance. Result also showed that number of spores have positive correlation with elevation, tree cover, tree diameter, litter and organic matter and negative with P, Mg and apparent specific weight of soil. Moreover result showed that spores were abundance in spring.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal fungi, *Pistacia atlantica*, *Pistacia khinjuk, Glomus fasiculatum*, Ilam

Archive of SID

www.SID.ir