تغییرات جمعیت اسپورهای قارچی میکوریز وزیکولار- آربوسکولار در خاک جنگل‌های طبیعی پسته در استان خراسان

محمد حاجیان شهری[۱] و مسعود عباسی[۲]

چکیده

به منظور بررسی تغییرات جمعیت، تعیین درصد کلونیزاسیون ریشه و شناسایی نوع هم‌زیستی میکوریزی همراه ریشه و ریزوسفر درختان پسته جنگلی Pistacia vera، دو ایستگاه در جنگل‌های طبیعی پسته مناطق کلات (چهچهه) و سرخس (شورلق) انتخاب شد. نمونه‌برداری از خاک و ریشه درختان مزبور در فواصل زمانی حداکثر هر ماه یک بار در محدوده سایه انداز آنها و از عمق۳۰ سانتی‌متری به عمل آمد. برای استخراج و جداسازی اسپورها از روش غربال تر استفاده شد. پس از رنگ آمیزی ریشه‌ها، میزان کلونیزاسیون ریشه‌ها و جمعیت اسپور این قارچ‌ها اندازه‌گیری شد. در همین ارتباط میزان تأثیر برخی خصوصیات خاک شامل pH، میزان رطوبت، ماده آلی و مقدار فسفر قابل جذب خاک نیز بر جمعیت اسپور مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج به دست آمده نشان داد که نوع هم‌زیستی میکوریزی درختان پسته از نوع میکوریز وزیکولار - آربوسکولار (Vesicular Arbuscular Mycorrhiza) می‌باشد. متوسط میزان کلونیزاسیون ریشه‌ها در ایستگاه کلات۱۳٪ و در ایستگاه شورلق ۱۱٪ و متوسط تعداد اسپور در منطقه کلات ۱۲ و در منطقه سرخس ۱۰ عدد در هرگرم خاک خشک بود. محاسبه هم‌بستگی بین تغییرات جمعیت اسپور با میزان رطوبت، ماده آلی، فسفر قابل جذب، pH خاک و میزان کلونیزاسیون ریشه نشان داد که جمعیت اسپور با میزان کلونیزاسیون ریشه هم‌بستگی مثبت و با میزان رطوبت خاک، ماده آلی، فسفر قابل جذب وpH خاک هم‌بستگی منفی دارند.

واژه‌های کلیدی: *میکوریز وزیکولار- آربوسکولار، پسته، کلونیزاسیون ریشه، جمعیت اسپور، فسفر قابل جذب*

مقدمه

قارچ‌های میکوریز VA (Vesicular Arbuscular) تقریباً در همه خاک‌ها وجود دارند. حضور آنها در اکثر خاک‌های مناطق گرمسیری، معتدل و سردسیری به اثبات رسیده است(۳۳). تنها خاک‌های مناطق معدودی ممکن است عاری از این گروه قارچ‌ها باشند، از آن جمله می‌توان به اراضی فرسایش یافته، خاک‌های ضدعفونی شده و در زمین‌هایی که به علت حفاری به هم خورده‌اند و لایه بالایی خاک که این قارچ‌ها در آن وجود

۱. مربی پژوهشی بیماری شناسی گیاهی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی استان خراسان، مشهد
۲. کارشناس بیولوژی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی استان خراسان، مشهد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.4.7.9]
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

داشته و حذف شده‌اند، اشاره نمود(۵). اهمیت بررسی و تحقیق در زمینه میکوریزVA به علت نقش مؤثر این نوع هم‌زیستی در اقتصاد کشاورزی است. مهم‌ترین تأثیر میکوریزVA کمک به افزایش رشدگیاهی است. البته در برخی گیاهان دارای میکوریز کاهش رشد دیده می‌شود که این پاسخ منفی به کلونیزاسیونVA می‌تواند مربوط به نوع سیستم ریشه‌ای و یا تجمع غلظت بالای مواد معدنی قابل دسترس گیاه باشد(۵). جنگل‌های پسته استان خراسان یکی از چندین نواحی مهم اقتصادی و ذخایر ژنتیکی کشور می‌باشند. در بررسی مقدماتی علائم زوال و مرگ درختان پسته در این رویشگاه‌های طبیعی دیده شد که همراه با نشانه‌های کمبود عناصر غذایی بود (۲) بنابراین از آنجایی که تصور می‌شد قارچ‌های میکوریز بتوانند نقش فعالی در جذب مواد غذایی برای درختان پسته داشته باشند و از آنجا که اطلاعات کمی درباره میزان جمعیت و نوع قارچ‌های میکوریز در خاک این مناطق وجود داشت، این پژوهش با هدف شناسایی نوع ارتباط میکوریزی، اندازه‌گیری میزان و تغییرات جمعیت این گروه از قارچ‌ها در این مناطق و مطالعه هم‌بستگی بین کلونیزاسیون ریشه‌ها و شاخص‌های دیگر خاک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

جنگل‌های طبیعی پسته خراسان در شمال شرقی ایران در محدوده ۳۸- ۳۵ درجه عرض شمالی و ۶۰-۵۶ درجه طول شرقی به صورت رویشگاه‌های منقطع با تراکم کم تا متوسط در اغلب رویشگاه‌ها و تراکم انبوه در بعضی از قسمت‌ها، در مسیر جاده کلات - مشهد و سرخس- مشهد دیده می‌شوند. بیشترین تراکم درختان در حد ارتفاعی ۱۲۰۰-۹۰۰ متر دیده می‌شود. میزان بارندگی سالیانه ۲۵۰- ۲۰۰ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۱۷/۵- ۱۵درجه سانتی‌گراد و مساحت تقریبی این جنگل‌ها ۲۰ هزار هکتار است(۲).

نمونه برداری

نمونه‌برداری به صورت هر دو هفته یک بار از مهرماه ۱۳۷۶تا مهرماه سال ۱۳۷۷ در هر دو منطقه (چهچهه کلات وشورلق سرخس) و از خاک و ریشه درختان پسته از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری انجام شد. در طول سال ۱۸ بار نمونه‌برداری از مناطق تحت مطالعه انجام گرفت. کلیه نمونه‌ها به کیسه‌های نایلونی منتقل و تا زمان بررسی در یخچال نگه‌داری شدند. در هر بار نمونه‌برداری حدود دو کیلوگرم خاک از اطراف ریشه همراه با ریشه‌های ظریف فرعی جمع‌آوری شدند.

روش شمارش تعداد اسپور

از هر نمونه خاک ۵ سری ۲۰ گرمی جدا و اسپورها به روش کلیرونوموس و همکاران(۲۰) جداسازی شدند. نمونه خاک در یک بشر ۵۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد و ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه و مخلوط فوق به صورت سوسپانسیون در آورده شد و پس از یک دقیقه به هم زدن در به هم زن برقی با دور بالا، از الک‌هایی با قطر منافذ ۵۰۰ میکرومتر و سپس ۴۵ میکرومتری عبورداده شدند. محتویات سطح الک ۴۵ میکرومتری دوباره در یک لیتر آب مقطر سوسپانسیون و از سطح الک ۴۵ میکرومتری عبورداده شد و سرانجام محتویات سطح الک در ۶۰- ۴۰ میلی‌لیتر آب جمع‌آوری گردید. سوسپانسیون اسپوری به طور مساوی در دو لوله سانتریفوژ در داخل محلول ساکارز۶۰٪ شناور شدند و در ۷۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ شدند(۲۰) مایع رویی که حاوی اسپورها بود در روی یک کاغذ صافی جمع‌آوری شدند و در روی یک کاغذ شطرنجی در زیربینوکولر با درشت نمایی ۵۰-۳۰ برابر شمارش گردیدند و میانگین تعداد اسپورهای مربوط به ۵ تکرار برای هر نمونه خاک محاسبه شد.

روش رنگ بری و رنگ آمیزی ریشه

برای تعیین شدت کلونیزاسیون ریشه و شناسایی نوع رابطه میکوریزی درختان پسته از روش فیلیپس و هیمن استفاده شد (۲۶).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.4.7.9]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

براساس روش فوق ابتدا ریشه‌ها را در زیر آب جاری شستشو می‌دهیم و سپس آنها را در ظروف درب‌دار و در محلول FAA (فرمالین، اسید استیک و الکل به نسبت حجمی ۵:۵:۹۰) نگه‌داری می‌کنیم. ریشه‌های تازه و یا ریشه‌های نگه‌داری شده در FAA را چندین بار با آب جاری شستشو داده و برای بی‌رنگ کردن و نرم‌شدن بافت‌ها نخست آنها را در محلول هیدروکسید پتاسیم ۱۰ درصد به مدت ۲۴ ساعت در شرایط آزمایشگاه قرار می‌دهیم. سپس ریشه‌ها را از این محلول خارج کرده و سه بار با آب مقطر شستشو می‌دهیم. ریشه‌ها سپس برای بی‌رنگ شدن کامل بافت‌ها به محلول حاوی آب اکسیژنه قلیایی که باید تازه تهیه شود انتقال داده شده و به مدت دوساعت در این محلول نگه‌داری می‌شوند. نمونه‌ها را از محلول آب اکسیژنه قلیایی خارج کرده و با آب مقطر شستشو می‌دهیم تا اثر H_2O_2 از بین برود. سپس این نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در محلول اسیدکلریدریک ۱٪ قرار داده شده تا آماده رنگ‌پذیری شوند. سپس ریشه‌ها مستقیماً از محلول اسیدی به محلول رنگی تریپان بلو ۰/۱٪ درصد در لاکتوفنل منتقل و به مدت ده دقیقه در این محلول به منظور رنگ‌پذیری ساختمان‌های قارچیVA نگه‌داری شدند.

اندازه‌گیری درصدکلونیزاسیون ریشه

تعیین در صد کلونیزاسیون ریشه‌ها براساس روش بیرمن و لیندرمن (۶) انجام گرفت. براساس این روش ۱۰۰ قطعه یک سانتی‌متری از ریشه‌های رنگ آمیزی شده به منظور ارزیابی درصد کلونیزاسیون ریشه توسط قارچ‌هایVA به صورت تصادفی انتخاب شدند. برای ارزیابی قطعات ریشه، هر قطعه ریشه در روی لام و درداخل محلول لاکتوفنل در زیر میکروسکوپ ارزیابی شد. میزان کلونیزاسیون با برآورد طولی از ریشه که به ساختمان‌های قارچی (وزیکول، آرباسکول و هیف) آلوده بودند محاسبه شد و میانگین کلونیزاسیون ریشه برای این صد قطعه تعیین گردید.

اندازه‌گیری برخی شاخص‌های فیزیکی وشیمیایی خاک مناطق مورد مطالعه

برای اندازه‌گیری رطوبت خاک از روش وزنی، برای اندازه‌گیری pH از روش الکتریکی، برای اندازه‌گیری فسفر قابل جذب خاک در مورد کلیه نمونه‌ها از روش اولسن و همکاران (۲۵) و برای اندازه‌گیری ماده آلی خاک از روش والکلی و بلک بهره‌گیری شد(۳۴). هم چنین برای انجام کلیه محاسبات آماری از نرم افزارSAS و برای ترسیم نمودارها نیز از نرم افزارExcell استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج

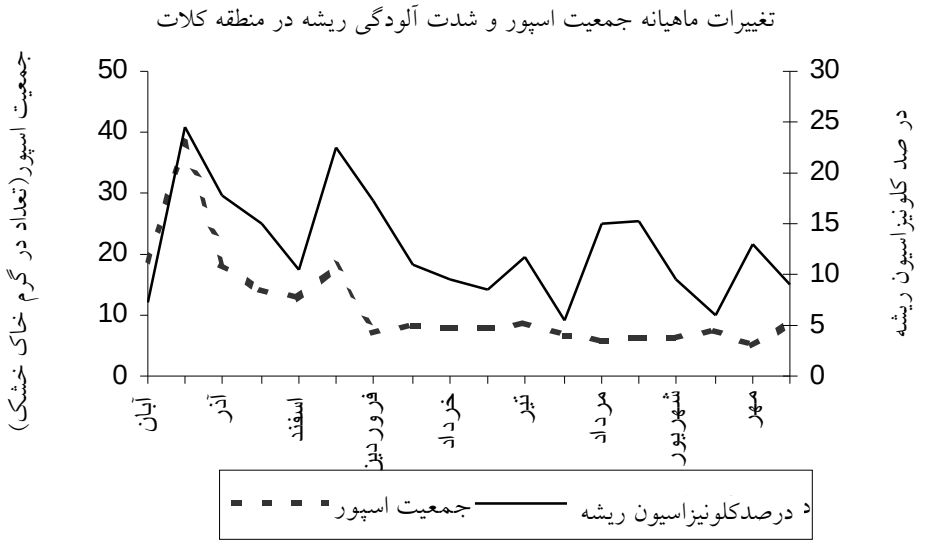
پس از رنگ آمیزی ریشه‌های درختان پسته نمونه‌برداری شده از مناطق سرخس(شورلق) و کلات (چهچهه)، حضور اندام‌های قارچی میکوریز شامل وزیکول و آرباسکول در داخل سلول‌های پوست ریشه و نیز وجود اسپورهای قارچ‌های اندومیکوریز در ریزوسفر درختان پسته همزیستی این درختان را با قارچ‌های میکوریز نوع VA نشان داد. شمارش اسپور در خاک مناطق مورد بررسی سرخس و کلات نشان داد که تعداد اسپور در هر گرم خاک خشک در منطقه سرخس ۲۶- ٤ و در منطقه کلات ۳۸ - ۵ متغیر بود. میزان کلونیزاسیون ریشه در منطقه سرخس (شورلق) بین۲۳- ۵ درصد و در منطقه کلات (چهچهه) بین ۲۴- ۶ درصد متغیر بود. شکل‌های ۱و ۲ تغییرات میزان کلونیزاسیون ریشه و جمعیت اسپور را در طی یک دوره یک ساله ازآبان ماه ۱۳۷۶ تا آبان ماه سال ۱۳۷۷ نشان می‌دهند.

در منطقه کلات بیشترین میزان کلونیزاسیون ریشه در آبان ماه و کمترین آن در تیرماه و در منطقه سرخس بیشترین میزان کلونیزاسیون ریشه در آبان ماه و کمترین آن در خرداد ماه اندازه‌گیری شد. هم‌چنین کمترین و بیشترین تعداد اسپور در ایستگاه شورلق (سرخس) به ترتیب در شهریورماه ۴ عدد و آبان ماه ۲۶ عدد و در ایستگاه چهچه(کلات) به ترتیب در شهریور ماه۶ عدد و آذرماه ۳۸ عدد در هرگرم خاک خشک شمارش شدند. با ملاحظه

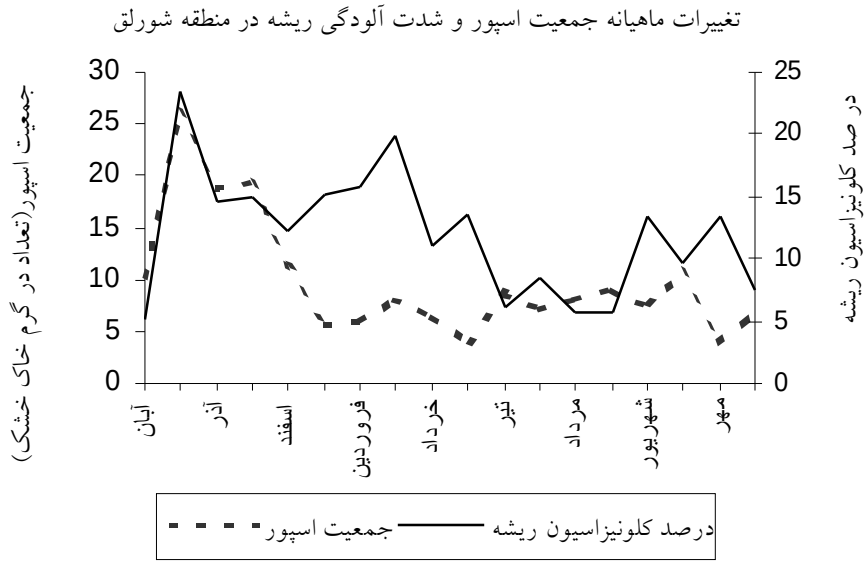
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.4.7.9]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com



شکل۱. تغییرات جمعیت اسپور و میزان کلونیزاسیون ریشه در منطقه شورلق

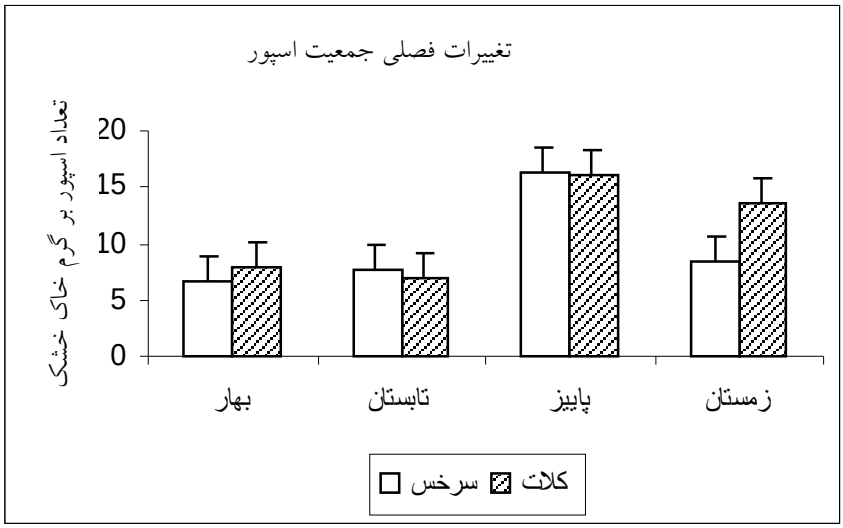


شکل۲. تغییرات ماهیانه جمعیت اسپور و میزان کلونیزاسیون ریشه در منطقه سرخس

شکل‌های۱ و ۲ دیده می‌شود که تغییرات قابل ملاحظه‌ای در مقدار کلونیزاسیون ریشه‌ها درماه‌های مختلف وجود دارد. کلونیزاسیون ریشه‌ها در هر دو ایستگاه از مهرماه تا آذرماه افزایش ودر طی ماه‌های زمستان کاهش می‌یابد و دوباره طی ماه‌های فصل بهار به تدریج افزایش یافته و در ماه‌های تابستان نسبت به ماه‌های بهار تقریباً ثابت است در همین ارتباط با ملاحظه شکل‌های ۱و۲ دیده می‌شود که تغییرات جمعیت اسپور نیز در هر دو ایستگاه تقریباً روند مشابهی دارند.

شکل۳ نشان می‌دهد که در هر دو ایستگاه بیشترین تعداد اسپور در فصل پاییز با میانگین کلات (۱۶اسپور در هرگرم خاک خشک) و سرخس (۱۶ اسپوردر هرگرم خاک خشک) شمارش شده است. محاسبه هم‌بستگی بین جمعیت اسپور و کلونیزاسیون ریشه، هم‌بستگی مثبت، بین این دو فاکتور را نشان داد که ضریب هم‌بستگی آنها به ترتیب در کلات

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.4.7.9]
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com



شکل۳. تغییرات فصلی جمعیت اسپور در دوایستگاه کلات و سرخس

(r =۰/ ۶۱، P<۰/۰۵) و سرخس (r =۰/۴۳، P<۰/۰۵) می‌باشد و به لحاظ آماری در هر دومنطقه معنی‌دار بودند (جداول۱و۲). محاسبه هم‌بستگی بین میزان ماده آلی خاک جمعیت اسپور در منطقه کلات منفی ولی درمنطقه سرخس مثبت و به لحاظ آماری در هر دو منطقه معنی‌دار نبود (جداول ۱ و۲).

هم‌بستگی بین فسفر قابل جذب خاک و جمعیت اسپور در هر دو منطقه کلات و سرخس منفی و به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. محاسبه هم‌بستگی بین فسفر قابل جذب خاک و کلونیزاسیون ریشه در منطقه کلات منفی و معنی‌دار(r=۰/ ۶، P<۰/۰۵) و در منطقه سرخس منفی و به لحاظ آماری معنی‌دارنبود. هم‌چنین هم‌بستگی منفی بین فسفر قابل جذب خاک و میزان رطوبت خاک در دو منطقه دیده شد که به لحاظ آماری در هر دو منطقه معنی‌دار می‌باشد ولی بین تعداد اسپور و pH خاک در ایستگاه کلات مثبت و در ایستگاه سرخس بود که به لحاظ آماری این هم‌بستگی‌ها معنی‌دار نبودند(جداول۱ و ۲).

بحث

خانواده Anacardiaceae از جمله خانواده‌های گیاهی است که وجود هم‌زیستی میکوریزی در بین اعضای آن به اثبات رسیده است (۳۰). حضور اندام‌های قارچ‌های میکوریز (وزیکول، آرباسکول) در ریشه‌ها و نیز وجود اسپورهای قارچ‌های میکوریزVA ریزوسفر درختان پسته *Pistachia vera* هم‌زیستی این درختان را با قارچ‌های میکوریز نوعVA نشان می‌دهد (۱، ۴، ۸ و۳۰). تعداد و نوع اسپورهای اندومیکوریزVA موجود در خاک با عوامل بسیاری ارتباط دارد که از جمله این فاکتورها می‌توان به فعالیت‌های میکروبی خاک(۲۸)، درجه حرارت (۲۹)، عملیات خاکی انجام شده (۳۷) نور (۱۷) و حاصل‌خیزی خاک (۲۳) اشاره کرد. هم‌چنین عواملی مانندpH میزان فسفر خاک جوانه‌زنی و تولید اسپور را تحت تأثیر قرار می‌دهند ولی روی رنگ، اندازه و ساختمان اسپور تأثیری ندارند(۱۰و۳۲). pH خاک یکی از عوامل مهم در رشد گیاه و قارچ‌های میکوریز می‌باشد ولی بین کلونیزاسیون ریشه واسپورزایی، واکنش‌های متضادی در برابر pH دیده می‌شود. بررسی‌های جانسون و همکاران (۱۸) نشان می‌دهد که کلونیزاسیون ریشه توسط قارچ‌های VA بیشتر از اسپورزایی آنها به pH خاک وابستگی دارد ولی پورتر و همکاران (۲۷) ثابت کردند که بین pH خاک و تعداد اسپورهای تولید شده قارچ‌هایVA نیز هم‌بستگی مثبت وجود دارد. هیمن و استولد (۱۳) ثابت کردند که قارچ‌های VA و به خصوص گونه *Glomus fasciculatum* قادرند در دامنه وسیعی از pH فعالیت کنند و تنش‌های اسیدی شدید را در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.4.7.9]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

جدول ۱. هم‌بستگی بین برخی شاخص‌های قارچ‌های VA و خصوصیات خاک در ایستگاه کلات

	تعداد اسپور	درصدکلونیزاسیون ریشه	فسفر قابل جذب	ماده الی خاک	رطوبت خاک	PH
تعداداسپور	۱					
درصد کلونیزاسیون ریشه	۰/۶۱۶*	۱				
فسفر قابل جذب خاک	-۰/۱۸۰	-۰/۶۰۲*	۱			
ماده الی خاک	۰/۱۲۷	۰/۲۸۰	۰/۱۳۱	۱		
رطوبت خاک	۰/ ۳۶۹	۰/ ۳۶۷	-۰/ ۴۸۴*	-۰/۲۹۴	۱	
pH	۰/۰۲۰	-۰/۱۴۳	۰/۳۲۹	-۰/۱۴۵	-۰/۰۸۶	۱

* : اعداد داخل جدول که با ستاره مشخص شده است در سطح P<.05 معنی‌دار شده‌اند و بقیه اعداد به لحاظ آماری معنی‌دار نشده‌اند.

جدول ۲ . هم‌بستگی بین برخی شاخص‌های قارچ‌های VA و خصوصیات خاک در ایستگاه سرخس

	تعداد اسپور	درصد کلونیزاسیون ریشه	فسفر قابل جذب	ماده الی خاک	رطوبت خاک	pH
تعداد اسپور	۱					
درصد	۰/۴۳۴*	۱				
فسفر قابل جذب	-۰/۳۸۴	-۰/۱۳۴	۱			
ماده الی خاک	-۰/۲۱۳	-۰/ ۳۹۰	-۰/۰۸۶	۱		
رطوبت خاک	۰/ ۰۲۸	۰/ ۳۹۳	-۰/ ۴۶۹*	-۰/۲۱۲	۱	
PH	-۰/۰۶۸	۰/۱۵۹	-۰/۱۳۷	-۰/۴۶۲	-۰/۵۴۱	۱

* : اعداد داخل جدول که با ستاره مشخص شده است در سطح P<.05 معنی‌دار شده‌اند و بقیه اعداد به لحاظ آماری معنی‌دار نشده‌اند.

محیط رویش گیاهان کاهش دهند. در این پژوهش pH مناطق مورد بررسی بین ۸-۷ بود که در محدوده بهینه برای رویش پسته و ایجاد رابطه اندومیکوریزی است ولی هم‌بستگی معنی‌داری بین جمعیت اسپور و pH خاک در مناطق فوق دیده نشد. هم‌بستگی بین میزان کلونیزاسیون ریشه توسط میکوریز VA و تغذیه فسفر گیاهان به حدی است که بیشترین توجه محققان را در این زمینه به خود جلب کرده است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های قارچ‌های VA توانایی جذب فسفر ازخاک‌هایی با میزان کم فسفر قابل دسترس می‌باشد و همین امر به تثبیت گیاه در محیط‌های خاکی با فقر فسفر کمک می‌کند. ژیائولین و همکاران(۳۵) ثابت کردند که در شرایط کمبود فسفر، بیش از ۸۰٪ فسفر گیاه می‌تواند توسط هیف‌های خارجی قارچ‌هایVA تأمین شود. طبق گزارش مارشنر(۲۱)، افزایش رشد ریشه‌های میکوریزی ناشی از افزایش جذب فسفر می‌باشد یعنی میزان فسفر خاک در میکوریزی شدن گیاه تأثیر دارد و غلظت زیاد فسفردر خاک از میکوریزی شدن گیاه و در نتیجه، افزایش رشد حاصل از این هم‌زیستی جلوگیری می‌کند. صالحی و همکاران (۳) هم‌بستگی منفی بین فسفرقابل جذب خاک و تعداد اسپور در ریزوسفر درختان پسته(*P. vera*) در استان کرمان را گزارش می‌کنند. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که بین میزان فسفر قابل جذب خاک و تعداد اسپور هم‌بستگی منفی وجود دارد ولی این هم‌بستگی به لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جداول ۱ و۲). هم‌چنین بین میزان فسفر قابل جذب خاک و میزان کلونیزاسیون ریشه نیز این هم‌بستگی منفی و در منطقه کلات به لحاظ آماری معنی‌دار و در منطقه سرخس معنی‌دار نبود (جداول ۱و۲). این نتایج نشان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.4.7.9]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

مـی‌دهـد که اگر چه رابطه هم‌بستگی بین این دو فاکتور در این بررسـی بـه لحـاظ آماری معنی‌دار نیست ولی میزان فسفر قابل جـذب خـاک، هـم چـنان مـی‌تواند به عنوان یک عامل محدود کنـنده رشد قارچ‌های VA حتی در اکوسیستم‌های طبیعی مطرح باشـد. تحقیقات نشان می‌دهند که افزایش ماده آلی خاک باعث کـاهش آلودگـی اندومیکوریزی می‌شود(۵) در این پژوهش بین میـزان مـاده الـی خـاک بـا درصـد کلونیزاسـیون ریشه و تعداد اسـپورها درخـاک مـنطقه سرخس هم‌بستگی منفی و در منطقه کلات هم‌بستگی مثبت دیده شد که هر دو مورد به لحاظ آماری معنـی‌دار نـبود (جـداول ۱و۲). ایـن نتـیجه متناقض و نتایج به دسـت آمده از بررسی روابط هم‌بستگی بین فسفر قابل جذب با میـزان کلونیزاسـیون ریشـه و تعـداد اسـپورها نشان می‌دهد که احتمالاً عوامل تأثیرگذار دیگری غیر از عوامل خاکی در فعالیت ایـن قارچ‌ها در منطقه مؤثر می‌باشند، که باید در تحقیقات آینده مـورد بررسـی قـرار گیرند. هرچند زارع مایوان و همکاران (۲) هـم‌بسـتگی منفـی بین میزان ماده الی و تعداد اسپورهایVA در ریزوسفر درختان بنه (*P.atlantica*) را گزارش می‌کنند.

در ایـن پـژوهش، هـم‌بستگی مثبت و معنی‌داری($P<۰/۰۵$) بـین میـزان کلونیزاسـیون ریشـه و جمعـیت اسپور درخاک دو ایسـتگاه دیـده شـد، نبود ارتباط خیلی قوی آماری بین جمعیت اسـپور بـا میـزان کلونیزاسیون ریشه‌ها براساس تحقیقات هیمن (۱۴) می‌تواند به دلایل زیر باشد:

۱ . اختلاف درجمعیت گونه‌های VA موجود در خاک که تولید اسپور نکردند.

۲ . آلودگی حاصل از هیف و قطعات ریشه‌ای آلوده کننده سایر گـیاهان کـه باعـث افزایش اینوکولوم در خاک و افزایش میزان کلونیزاسیون ریشه‌ها می‌شوند.

تحقیقات کیانمهر (۱۹) روی گیاه زعفران نشان داد که رابطه معنـی‌داری بین تعداد اسپور و میزان کلونیزاسیون ریشه‌ها وجود نـدارد. تحقـیقات مورتـون (۲۴) وجیووانتـی و نیکولسـون (۱۲) نیز چنین نتیجه‌ای را تأیید می‌کند. نبود هم‌بستگی بالا بین جمعـیت اسـپور و میـزان کلونیزاسـیون ریشـه توسـط محققین دیگـری نیـز گزارش شده است (۱۳،۱۱ و ۳۶). به نظر می‌رسد اسپورها در کلونیزه کردن ریشه‌ها نقش مهمی نداشته باشند (۷) زیـرا برخی از گونه‌های قارچ‌های VA برای جوانه زنی به زمان زیـادی نـیاز دارنـد (۲۲) و برخـی قابلیت جوانه‌زنی ندارند. در اکوسیسـتم‌هـای طبیعی اسپورهای زنده و فعال درصد زیادی از کـل جمعیت اسپور را تشکیل نمی‌دهند (۹ و ۱۶) علاوه بر این پروپاگول‌های دیگری به جز اسپورها مانند هیف‌ها (در خاک یا درون ریشـه‌هـای مرده) و زیکول‌ها (در خاک یا ریشه) توانایی آلـوده نمـودن ریشـه‌هـا را دارنـد (۵). در این پژوهش، بررسی تغییـرات جمعـیت اسـپورها در فصـول مخـتلف نشـان داد که فراوانـی اسـپورها در دو منطقه در پاییز بیشتر است(شکل۳) و بـین تغییـرات جمعـت اسپور و میزان کلونیزاسیون ریشه‌ها یک هم‌آهنگی تقریبی دیده می شود که این نتیجه می‌تواند مؤید این موضـوع باشـد کـه احتمالاً عوامل خاکی در دو منطقه خیلی در فعالـیت ایـن قـارچ‌هـا مؤثـر نیسـتند. تغییرات فصلی در میزان جمعـیت اسـپور قـارچ‌هایVA در ریزوسفر گیاهان میکوریزی توسـط محققـین مختلفـی دیده شده است(۱۱ و ۳۱). در اغلب ایـن تحقـیقات نشـان داده شده است که معمولاً بیشترین تعداد اسـپور در اواسـط یا اواخرفصل رشد دیده می‌شود (۱۴ و ۱۵). کلیـرومونوس و همکـاران (۲۰) نیز گزارش نمودند که فراوانی اسـپورهای ایـن قارچ‌ها در فصل پاییز در ریزوسفر درختان افرا *Acer saccharum* بیشتر بوده است.

در نتـیجه‌گیری کلی از این پژوهش می‌توان اظهار داشت که اطلاعـات مختلف به دست آمده در مورد عوامل مؤثر تأثیرگذار بـر هـم‌زیسـتی قـارچ‌هـای اندومیکوریـز VA مـی‌تواند تا حد وسـیعی، حتـی در زیسـتگاه‌هـای مشـابه متفاوت باشد. در این تحقـیق مـا شـواهدی را بـه دسـت آوردیم که نشان می‌دهد که تحت شرایط اکوسیستم‌های طبیعی ودر زیستگاه‌هایی با شرایط رویـشی مشـابه، قـارچ‌های انـدومیـکوریز VA می‌توانند رفتار متفاوتـی داشـته باشـند. تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده پیشـنهاد مـی‌کـند کـه عـوامل مؤثـر بـر هـم‌زیسـتی قارچ‌های اندومیکوریـز VA در مـناطق مـورد بررسـی در این پژوهش با

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.4.7.9]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

توجه به نتایج حاصل از بررسی هم‌بستگی بین عوامل خاکی و فعالیت این گروه از قارچ‌ها (جداول ۱و۲) و یک‌نواختی تقریبی بین تغییرات فصلی جمعیت اسپورهای این گروه از قارچ‌ها و میزان کلونیزاسیون ریشه‌ها (شکل‌های ۲و۳) خیلی به عوامل خاکی وابسته نیستند و احتمالاً بیشتر تحت تأثیرعوامل محیطی و میزبان می‌باشند. بنابراین می‌توان نتایج متنوع به دست آمده از این بررسی را وقتی به اکوسیستم‌های مختلف نگاه می‌کنیم مستثنی کرد، به ویژه زمانی که اکوسیستم‌های کشاورزی و طبیعی با هم مقایسه شوند. بنابراین، در این زمینه تلاش بیشتر برای شفاف‌سازی ارتباطات بین عوامل خاکی و محیطی تأثیرگذار بر نقش این قارچ‌ها در رشد گیاهان ضروری به نظر می‌رسد.

منابع مورد استفاده

۱. رمضانی، م. و م. حاجیان. ۱۳۷۵. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی مقدماتی توده‌های جنگلی *Pistacia vera* در استان خراسان. انتشارات وزارت جهاد سازندگی، تهران.

۲. زارع، م. ص. محمدی انارکی و م. ه. راد. ۱۳۷۸. بررسی هم‌زیستی میکوریزایی بنه (*Pistacia atlantica*) و برخی خصوصیات خاک بر فراوانی اسپور قارچ‌های اندومیکوریزا. فصلنامه پژوهش و سازندگی ۱۳(٤) :۳۰-۳۲.

۳. صالحی، ف.، د. ابوسعیدی و ن. علی اصغر زاده. ۱۳۷۷. وجود قارچ میکوریزا (وزیکولا- آربوسکولار) در ریشه پایه‌های مختلف پسته در استان کرمان. بیماری‌های گیاهی ۳٤(۳ و ٤) : ۲۳۶-۲۳۷.

٤. مهرآوران، ح. ۱۳۶۸. اثر اندومیکوریزا بر رشد نهال‌های پسته. خلاصه مقالات نهمین کنگره گیاه پزشکی ایران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مشهد. ۱۸-۲۳ شهریور ماه ۱۳۶۸.

5. Abbot, L. K. and A. D. Robson.1991. Factors influence the occurrence of vesicular – arbuscular mycorrhizas. Agric. Ecosys. Environ. 35:121 – 150.
6. Bierman, B. and R. G. Linderman.1980. Quantifying vesicular – arbuscular mycorrhizae: a proposed method towards standardization. New Phytol. 87:63 – 67.
7. Brundrett, M. 1991. Mycorrhizas in natural ecosystem. Adv. Ecol. Res. 21: 171-313.
8. Estaun, V. and C. Clavarta. 1990.Vesicular-arbuscular mycorrhizal on *Pistacia* sp. Symbiosis 9(3): 309 – 313.
9. Gay, P .E., P .J. Gyubb and H. J. Hudson. 1982. Season changes in the concentrations of Nitrogen, Phosphorus and Potassium, and in the density of mycorrhiza in biennial and matrix forming perenial species of closed chalkland turf. Ecol. 70: 571-593.
10. Green, N. E., S.D. Graham and N.C. Schenck. 1976. The influence of pH on the germination of vesicular-arbuscular mycorrhizal spores. Mycologia 68:929-934.
11. Giovannetti, M.1985. Seasonal variation of vesicular-arbuscular mycorrhizal spores. Mycologia 68: 929-934.
12. Giovannetti, M. and T. H. Nicolson.1983. Vesicular – arbuscular mycorrhiza in Italian sand dunes. Trans. Br. Mycol. Soc. 80: 552 – 557.
13. Hayman, D. S. and G. E. Stovold.1979. Spore population and infectivity of vesicular arbuscular mycorrhizal Fungi in New South Wales. Aust.J. Bot. 27: 227 – 233.
14. Hayman, D. S. 1970. *Endogone* spore numbers in soil and vesicular – arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment. Trans. Br. Mycol. Soc. 54 (1): 53-63.
15. Jacobsen, I. and N. E. Nielsen. 1983. Vesicular-arbusculr mycorrhiza in field grown crops :I. Mycorrhizal infection in cereals and peas at various times and soil depths. NewPhytol. 93: 401 – 403.
16. Janos, D. P. 1980. Mycorrhizae influence tropical succession. Biotropica 12: 56-95.
17. Johnson, C. R., J. A. Menge. S. S. Chawb and I. P. Ting. 1982. Interaction of photoperiod and vesicular – arbuscular mycorrhiza on growth and metabolism of sweet orange. New Phytol. 90:665-669.
18. Johnson, N. C. D. R. Zak, D. Tilman and G. L. Pfleger. 1991. Dynamics of vesicular – arbuscular mycorrhizae during old field succession. O ecologia 86: 349-358.
19. Kianmehr, H. 1981. Vesicular – arbuscular mycorrhizal spore population and infectivity of saffron (*Crocus Sativus*) in Iran. New Phytol. 88 : 79 – 82.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.4.7.9]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

20. Klironomos, J. N., P. Mouroglis, B. Kendrick and P. Widden. 1993. A Comparison of spatial heterogenecity of VAM fungi in two maple-forest soil. Can. J. Bot. 71: 1472 – 1480.
21. Marshner, H. and B. Dell. 1996. Nutrient uptake in Mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil 159: 89 – 102.
22. McGee, P. A.1989. Variation in propagul numbers of VAM fungi in a semi-arid soil. Mycol. Res. 92: 28-33.
23. Menge, J. A., O. Steirle, D. J. Bagyaraj, E. L.V. Johnson and R.T. Leonard. 1978. Phosphorus concentration in plant responsible for inhibition of mycorrhizal infection New Phytol. 85:575-578.
24. Morton, J. B. 1985. Variation in mycorrhizal and spore morphology of *Glomus occultum* and *Glomus diaphanum* as influenced by plant host and soil environment. Mycologia 77 (2): 192-204.
25. Olsen, S. R. 1952. Measurment of surface Phosphate on Hydroxyapatite and Phosphate rock with radiophosphorus. J. Phys. Chem. 56:630-632.
26. Phillips, J. M. and D. S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc. 55: 159-161.
27. Porter, W. M., A. D. Robson and L. K. Abbott. 1987. Field survey of the distribution of vesicular – arbuscular mycorrhizal fungi in relation to soil pH. J. Appl. Ecol. 24: 659-662.
28. Ross, J. P.1980. Effect of nontreated field soil on sporulation of vesicular – arbuscular mycorrhizal fungi associated with soybean. Phytopathol. 70: 100 – 105.
29. Schroder, N. V. 1974. Temperature response of *Endogone* mycorrhiza on soybean roots. Mycologia 66: 600 – 605.
30. Schubert, A. and A. Martinelli. 1989. Effect of vesicular arbuscular mycorrhizae and growth of invitro propagated *Pistacia integrima*. Acta Hort. 227: 441 – 443.
31. Sylvia, D. M. 1986. Spatial and temporal distribation of vesicular – arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Uniola paniculata* in florida forodune. Mycologia 78:728-734.
32. Sylvia, D. M. and N. C. Schenck. 1983. Application of superphosphate to mycorrhizal plants stimulates sporulation of Phosphorus – tolerant vesicular – arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol. 95: 566 – 661.
33. Vestbery, M. 1995. Occurrence of some *Glomales* in Finland. Mycorrhiza 5: 329 – 336.
34. Walkley, A. and I. A Black. 1934. An examination of the Degetiareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.
35. Xiao-lin, L. G. Erchhard., H. Marchner and Jun-Ling., Zhang. 1997. Phosphorus acquisition from compacted soil by hyphae of a mycorrhizal fungus associated with red clover (*Trifolium pratence*). Can.J.Bot. 75:723-729.
36. Young. J. L. E. A. Davis and S. L. Rose. 1985. Endomycorrhizal fungi in breeder wheats and Triticale cultivars field grown on fertile soil. Agron. 77: 219 – 224.
37. ZaK, J. C., R. M. Danielson and D. Parkinson. 1982. Mycorrhizal fungal spore numbers and species occurrence in two amended mine spoils in Alberta, Canada. Mycologia 74: 785- 792.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1383.8.4.7.9]

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com