تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر فراوانی جمعیت قارچی میکوریز آربوسکولار ریشه تاک‌های انگور

آرزو مهدوی بیله سوار[۱]، وحید سروی مغانلو[۲*] و فرهاد مهدوی بیله سوار[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۲۲)

چکیده

همزیستی قارچ- گیاه یکی از مهم‌ترین روابط متقابل مفید در اکوسیستم‌های زمینی است که آثار مثبت آن بر رشد و فیزیولوژی گیاهان مختلف اثبات شده است. این مطالعه به منظور بررسی ارتباط برخی از ویژگی‌های مهم فیزیکوشیمیایی خاک نظیر pH، هدایت الکتریکی (EC)، بافت خاک، درصد کربن آلی، میزان پتاسیم و میزان فسفر قابل دسترس با فراوانی جمعیت قارچی صورت پذیرفت. پس از تقسیم‌بندی مناطق مورد بررسی به ۴ ناحیه اقدام به تهیه ۴۳ نمونه مرکب خاک از مناطق مورد نظر شد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و ارتباط آنها با فراوانی جمعیت اسپوری قارچ‌های میکوریز آربوسکولار نشان داد که رابطه همبستگی بین شاخص هدایت الکتریکی(EC)، pH، درصد رس، درصد فسفر قابل دسترس خاک، درصد پتاسیم و درصد کربن آلی با میانگین تعداد اسپورهای قارچی منفی بود. از طرفی نوعی همبستگی مثبت بین شاخص‌های درصد سیلت و شن موجود در خاک با میانگین تعداد اسپور دیده شد. با توجه به ضرایب تبیین بررسی شده، بهترین مدل براساس شرایط مطالعه در نمونه‌های ریزوسفر مدلی بود که در آن شاخص‌های درصد فسفر قابل دسترس خاک به‌عنوان متغیرهای مستقل و میانگین جمعیت اسپور قارچ به‌عنوان متغیر وابسته بودند. هم‌چنین با انجام آنالیزهای رگرسیونی بر روی داده‌های موجود رابطه همبستگی بین شاخص درصد فسفر قابل دسترس در نمونه‌های خاک با میانگین تعداد اسپورهای قارچی از نظر آماری در سطح P <۰/۰۵ معنی‌دار و منفی بود و بین مابقی شاخص‌ها و جمعیت اسپوری رابطه آماری معنی‌دار وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، همبستگی، فراوانی، انگور

۱. کارشناس‌ارشد بیماری‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیله سوار مغان

۲. دانشجوی سابق دکتری علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۳. کارشناس‌ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیله سوار مغان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: vsarvi@gmail.com

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

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.13.24.2]

مقدمه

موجودات زنده با یکدیگر و با محیط پیرامون خود دارای روابط پیچیده و همه جانبه هستند، به‌طوری‌که محیط و موجودات زنده تشکیل یک مجموعه مرتبط را می‌دهند و این مجموعه یک سیستم پیچیده اکولوژیکی را به وجود می‌آورد. این گونه روابط در بقای اکوسیستم‌های طبیعی نقش مؤثری را دارند و در سطح ارگانیسم‌های پیچیده انواع گوناگونی از همزیستی وجود دارد که در بین آنها همزیستی از نوع دوطرفه (حالتی‌که هر دو طرف سود می‌برند) از همه فراوان‌تر و از اهمیت اکولوژیکی بیشتری برخوردار است (۲ و ۱۵). از انواع همزیستی مسالمت‌آمیز در طبیعت می‌توان به روابط بین قارچ و جلبک در گلسنگ، رابطه بین باکتری و نهاندانگان در گرهک‌های تثبیت‌کننده ازت و به ارتباط گیاه و قارچ تحت نام همزیستی میکوریزی اشاره کرد. درتمام این موارد دو موجود زنده و یا بیشتر که از لحاظ فیزیولوژیکی تفاوت دارند، در کنار یکدیگر هم فعالیت می‌نمایند و به این ترتیب پتانسیل مجموعه جدید بیش از مجموع پتانسیل آنها در حالت منفرد می‌باشد (۷).

قارچ‌های میکوریزی براساس نقش خود به‌عنوان یک رابط بین خاک و گیاه در تغذیه از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشند. میکوریزها به همان میزان که در انتقال عناصر غذایی بین گیاه و خاک دخالت دارند می‌توانند به‌عنوان یک عامل محافظت‌کننده خاک نیز به حساب آیند. در سال ۱۹۹۱، توسط نیوتون (Nioton) و بتیلنفالواری (Betilnefalovari) میکوریزها تحت عنوان تقویت‌کننده خاک نام گرفتند و به این ترتیب علاوه بر مطالعه اثر آنها بر روی خصوصیات و فلور میکروبی خاک، مطالعه و استفاده از قارچ‌های میکوریزی جهت بهبود رشد گیاه نیز مورد استفاده قرار گرفت (۴). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نظیر میزان رطوبت، نوع خاک، مقدار و نوع مواد آلی خاک و شرایط اقلیمی مثل میزان نور، حرارت و نوع پوشش گیاهی و هم‌چنین فلور میکروبی خاک همگی بر روی نوع میکوریز و شدت رابطه آنها مؤثر هستند. رشد گیاهان اغلب در خاک‌هایی که کمبود و یا محدودیت غذایی دارند کاهش می‌یابد اغلب شرایط محدودکننده مربوط به عناصر P و K است در چنین شرایطی گیاهان میکوریزی و یا گیاهان تیره نخود که توانایی مشارکت با سایر موجودات زندهٔ ذره‌بینی را دارند از توانایی رشد بالاتری برخوردار هستند. در مناطقی که ترکیبات معدنی سمی وجود دارد، بیشتر گیاهان میکوریزی دیده می‌شود. زیرا بسیاری از قارچ‌ها مخصوصاً میکوریزها این گونه فلزات سنگین و آلاینده‌ها را جذب کرده، ذخیره و تحمل می‌نماید و اغلب این عناصر را به میزبان انتقال نمی‌دهد. بدین علت این قارچ‌ها مانند فیلترهایی جهت کاهش مقدار فلزات سنگین و آلاینده‌ها در گیاهان عالی عمل می‌نمایند (۶، ۸ و۱۶).

میزان کلنیزاسیون و تراکم جمعیت اسپوری این قارچ‌ها در بین تیره‌های مختلف گیاهی متفاوت است که شاید این پدیده بستگی به برخی ویژگی‌های مربوط به گیاه میزبان نظیر ساختار مرفولوژیکی ریشه، ویژگی‌های ژنتیکی میزبان و نحوه رشد و نمو میزبان داشته باشد (۲). ویژگی‌های گیاه میزبان بدون شک تأثیر مستقیمی بر تراکم و فراوانی جمعیت اسپوری و نیز کلنیزاسیون توسط قارچ‌های میکوریز آربوسکولار دارد. بدین جهت پراکنش قارچ‌های میکوریز آربوسکولار نه تنها بستگی به ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاهان میزبان دارد بلکه وابسته به خصوصیات مرفولوژیک آنها نیز می‌باشد. قارچ‌های میکوریز آربوسکولار نیز به‌طور مستقیم با خاک در ارتباط می‌باشند، زیرا که هیف‌های خارجی و برون سلولی در خاک وجود دارند و بدین ترتیب استعداد سلول‌های ریشه را در جذب آب و مواد غذایی افزایش می‌دهد. پس از تلقیح گیاه با قارچ تغییراتی در غلظت ترکیبات تنظیم‌کننده رشد مانند سیتوکنین، اکسین و جیبرلین به وجود می‌آید و سرعت فتوسنتز افزایش یافته و موقعیت مواد غذایی در بافت میزبان تغییر می‌کند. از این رو مقدار و موقعیت ترشحات ریشه تغییر می‌یابد و این تغییر ترشحات ریشه باعث تغییر در موقعیت موجودات زندهٔ ذره‌بینی موجود در محیط اطراف ریشه می‌شود (ریزوسفر) که در حضور میکوریز این محیط را میکوریزوسفر می‌نامند. در واقع زمانی‌که میکوریز شکل می‌گیرد تغییر فلور میکروبی ریزوسفر نیز انجام

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

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.13.24.2]

می‌شود، در این حالت تحت نام میکوریزوسفر نامیده می‌شود (۷). زمانی‌که قارچ میکوریز با ریشه گیاه میزبان همزیستی برقرار می‌کند، همزمان این قارچ در بافت ریشه و در خارج آن یعنی در محیط خاک تواماً زندگی می‌کند. لذا می‌توانند به‌طور مستقیم با دیگر موجودات زندهٔ ذره‌بینی خاک تأثیر گذارند. در این زمینه همزیست‌های ریشه مانند باکتری‌های تشکیل‌دهنده گرهک نیز می‌توانند به‌طور غیرمستقیم بر رفتار قارچ میکوریز از طریق تغییر فیزیولوژی میزبان اثرگذار باشند. عوامل مختلفی که بر روی میزبان و قارچ مؤثر هستند، روی میکوریزوسفر نیز مؤثرند. به‌عنوان مثال می‌توان به عواملی مثل شرایط آب و هوایی، مقدار عناصر غذایی و شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک اشاره کرد. علاوه بر این، تغییرات ژنوتیپی میزبان نیز به روی طبیعت همزیستی میکوریز اثر دارد. بنابراین تمام عوامل مؤثر بر ژنوتیپ، فیزیولوژی میزبان، شرایط خاک و عوامل محیطی روی واکنش‌های میکوریزوسفر مؤثرند (۱۱).

بنابراین با توجه به اهمیت میکوریز در افزایش توان مقاومت و میزان رشد گیاه و تأثیر خصوصیات خاک بر روی توسعه و فعالیت میکوریز، بررسی و مطالعه رابطه بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با بر فراوانی قارچ‌های آربوسکولار در ریزوسفر درختان انگور منطقه ارومیه هدف این مطالعه است.

مواد و روش‌ها

طی مطالعات انجام شده بر روی سطح زیر کشت انگور و پراکندگی آن در شهرستان ارومیه، ۴ منطقه جهت نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری در ماه‌های مرداد و شهریور ۱۳۸۷ به‌صورت زیر انجام گرفت: برای دستیابی به جمعیت و تنوع بیشتر از قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در منطقه، از روش نمونه‌برداری مرکب استفاده شد. بدین‌صورت که در هر کدام از ۴ منطقه مورد نظر بسته به تراکم باغ‌های انگور تعداد ۲۰-۱۵ باغ انتخاب و از هر کدام ۸ نمونه خاک مرکب به‌عنوان شاخص برداشته شد. نمونه‌برداری از ناحیه ریزوسفر درختان و تا عمق ۳۵ سانتی‌متری خاک انجام شد. به‌دلیل وجود رطوبت در برخی از نمونه‌های خاک و جلوگیری از رشد عوامل ساپروفیت، خاک‌ها به‌مدت ۱۰-۷ روز در معرض جریان هوای عادی خشک و سپس در یخچال در دمای ۴درجه سانتی‌گراد برای مطالعات بعدی نگهداری شدند. بعد از نمونه‌برداری مقداری از خاک هواخشک شده و عبور داده شده از الک ۲ میلی‌متری جهت اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آماده شد. بافت خاک به روش هیدرومتری، اسیدیته خاک (pH) در گل اشباع، هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع (EC_e)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (۱۹۹۴) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، تعیین درصد کربن آلی به روش اکسایش تر (واکلی و بلاک) و کربنات کلسیم معادل (درصد آهک) به روش تیتراسیون برگشتی با اسیدکلریدریک ۰/۵ نرمال اندازه‌گیری شدند. برای جداسازی و شمارش قارچ‌های میکوریزی از روش الک مرطوب و سانتریفوژ در محلول ساکاروز ۵۵ درصد انجام. بدین ترتیب که ۲۵۰ گرم از هر نمونه خاک از سری الک‌های ۲۰۰، ۴۰۰ و ۸۰۰ مش عبور داده شد. پس از شستشو محتوی الک ۴۰۰ مش به پتری دیش منتقل و میزان اسپورها زیر میکروسکوپ نوری شمارش شدند.

پس از ثبت داده‌های مربوط به هر کدام از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در نمونه‌های بررسی شده، آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام گرفت و تبدیل داده مناسب انجام پذیرفت. تجزیه رگرسیون چند گانه و همبستگی بین متغیرها (خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و تعداد اسپور قارچ‌های میکوریز) و نیز تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی مناطق و نمونه‌های خاک جمع آوری شده براساس تراکم جمعیت اسپوری قارچ با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

نتایج

الف) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

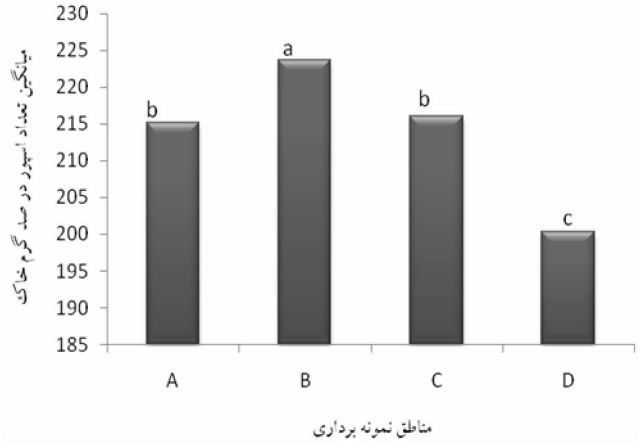
نتایج آنالیزهای فیزیکوشیمیایی خاک نشان داد که دامنه تغییرات pH در نمونه‌های خاک مورد بررسی بین ۷/۲ تا ۸ با میانگین

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

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.13.24.2]

جدول ۱. میانگین شاخص‌های ارزیابی شده برای هر منطقه

منطقه	pH	EC (ds/m^{-1})	کربن آلی (%)	پتاسیم (%)	میزان فسفر (mg/kg)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
A	۷/۵	۰/۹۱	۰/۹	۳۸۲/۹	۲۸/۴	۳۵/۷	۳۴/۶	۲۹/۶
B	۷/۵	۱/۳	۱/۰۳	۶۶۱/۹	۴۱/۷	۳۶/۶	۳۸/۲	۲۵/۰۵
C	۷/۶	۱/۱۰	۱/۲	۳۹۹/۴	۴۹/۴	۲۴/۸	۳۴/۷	۳۷/۷
D	۷/۵	۱/۱	۰/۹	۴۱۲/۸	۵۴	۳۱/۰۴	۲۶/۶	۴۱/۸



شکل ۱. میانگین فراوانی اسپور در خاک مناطق چهارگانه

ستون‌های که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار براساس آزمون دانکن (۵%) هستند.

۷/۶، دامنه تغییرات EC از ۰/۴ تا ۴/۵ با میانگین ۲/۴۵، دامنه تغییرات درصد کربن آلی در نمونه‌های خاک از ۰/۳۲ تا ۱/۷۲ درصد با میانگین ۱/۰۴ درصد، دامنه تغییرات درصد پتاسیم خاک از ۹۳/۴ تا ۱۲۴۸/۵ درصد با میانگین ۶۷۰/۹۵ درصد، دامنه تغییرات میزان فسفر قابل دسترس در نمونه‌های خاک از ۵ تا ۱۳۶/۹ با میانگین ۷۰/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم، دامنه تغییرات درصد رس خاک از ۱۷/۵ تا ۴۵ درصد با میانگین ۳۱/۲۵ درصد، دامنه تغییرات درصد سیلت خاک از ۱۲/۵ الی ۴۲/۵ درصد با میانگین ۲۷/۵ درصد و در نهایت دامنه تغییرات میزان درصد شن موجود در نمونه‌های خاک نیز از ۱۲/۵ الی ۶۷/۵ درصد با میانگین ۴۰ درصد بود. میانگین هر یک از شاخص‌های فیزیکوشیمیایی به تفکیک مناطق مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

ب) نتایج شمارش اسپور قارچ‌های میکوریز آربوسکولار

با بررسی نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از باغات ارومیه و جداسازی و شمارش اسپوری، مشخص شد که جمعیت اسپور قارچ‌های میکوریز آربوسکولار صرف نظر از نوع گونه قارچی بین ۶۴۶/۶۶–۳۸/۶۶ عدد اسپور در ۱۰۰ گرم نمونه خاک بود. براساس نتایج به‌دست آمده بیشترین میانگین جمعیت اسپوری قارچ در ناحیه B (جاده نازلو-سرو) با میانگین ۲۲۳/۷۷ اسپور در ۱۰۰ گرم خاک خشک مشاهده شد و پس از آن به‌ترتیب ناحیه C (جاده اشنویه و دره شهدا)، ناحیه A (جاده مهاباد و نقده) و ناحیه D (جاده سلماس) با میانگین‌های ۲۱۶/۰۶، ۲۱۵/۲۳ و ۲۰۰/۳۶ اسپور در ۱۰۰ گرم خاک قرار داشتند (شکل ۱). دلایل مختلفی می‌تواند بر این اختلاف جمعیت اسپوری اثر داشته باشد که از آن جمله می‌توان به ژنوتیپ گیاه، شرایط فیزیکوشیمیایی خاک و شرایط اقلیمی منطقه اشاره نمود.

تجزیه واریانس مربوط به فراوانی جمعیت اسپور قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در مناطق مختلف نمونه‌برداری شده از

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

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.13.24.2]

جدول ۲. تجزیه واریانس مربوط به فراوانی جمعیت اسپور قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در مناطق مختلف نمونه‌برداری شده از ریزوسفر انگور

منابع تغییر	درجه آزادی	جمع مربعات	میانگین مربعات	F
منطقه	۳	۴۶/۹۳	۸۲/۳۱	۰/۰۷^{ns}
منطقه/نمونه خاک	۳۹	۸۹/۱۹	۲۵/۴۸	۷۲/۲۹**
کل	۱۲۸	۶۷/۲۰		

ns : از نظر آماری بی‌معنی، **: معنی‌دار در سطح P<۰/۰۱

جدول ۳. مقایسه میانگین فراوانی اسپور میکوریز در نمونه خاک‌های منطقه چهارگانه

منطقه نمونه‌برداری							
A		B		C		D	
شماره نمونه خاک	میانگین تعداد اسپور قارچ	شماره نمونه خاک	میانگین تعداد اسپور قارچ	شماره نمونه خاک	میانگین تعداد اسپور قارچ	شماره نمونه خاک	میانگین تعداد اسپور قارچ
G7	۳۸۱/۶۷^{a}	G16	۳۹۹/۳۳^{a}	G26	۶۴۶/۶۷^{a}	G36	۳۶۴/۳۳^{a}
G6	۳۴۴^{ab}	G15	۳۸۳/۳۳^{a}	G24	۲۸۱/۶۷^{b}	G43	۳۳۲/۳۳^{ab}
G8	۳۲۱/۳۳^{ab}	G11	۳۵۵/۳۳^{a}	G29	۲۳۶/۳۳^{bc}	G42	۳۰۹/۳۳^{ab}
G2	۲۷۹/۶۷^{bc}	G19	۲۶۸/۳۳^{b}	G30	۲۲۵^{bcd}	G32	۲۶۷/۳۳^{bc}
G10	۲۲۳/۶۷^{cd}	G17	۲۱۷/۶۷^{bc}	G27	۲۱۶^{bcde}	G40	۲۱۵/۶۷^{cd}
G1	۲۰۶/۳۳^{cd}	G13	۱۹۳^{c}	G23	۲۰۳/۳۳^{cde}	G33	۲۰۶/۶۷^{cd}
G4	۱۵۱^{de}	G18	۸۰/۳۳^{d}	G22	۱۷۶^{cdef}	G41	۱۵۷/۶۷^{de}
G9	۱۱۵/۳۳^{ef}	G14	۷۴/۳۳^{d}	G31	۱۵۳^{def}	G34	۱۴۳^{de}
G5	۹۰/۶۷^{ef}	G12	۴۲/۳۳^{d}	G28	۱۴۸/۳۳^{def}	G35	۱۳۲/۳۳^{e}
G3	۳۸/۶۷^{f}			G21	۱۴۳/۳۳^{ef}	G38	۱۲۱/۶۷^{ef}
				G20	۱۰۴/۳۳^{fg}	G39	۹۶/۳۳^{ef}
				G25	۵۸/۶۷^{g}	G37	۵۷/۶۷^{f}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

باغات انگور ارومیه (جدول ۲) نشان داد که مناطق مختلف ۴ گانه نمونه‌برداری انگور با هم هیچ اختلافی آماری معنی‌داری ندارند ولی نمونه‌های خاک داخل مناطق از نظر آماری در سطح P < ۰/۰۱ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند. همان‌طوری که در جدول ۳ دیده می‌شود می‌توان نتایج را به شرح زیر تفسیر نمود. در منطقه A (جاده مهاباد و نقده)، بیشترین میانگین تعداد اسپور مربوط به نمونه G_7 با ۳۸۱/۶۷ عدد اسپور در ۱۰۰ گرم خاک و کمترین مربوط به نمونه G_3 با مقدار ۳۸/۶۷ عدد اسپور در ۱۰۰ گرم خاک بود. در منطقه B (جاده نازلو-سرو)، بیشترین میانگین تعداد اسپور مربوط به نمونه G_{16} با میزان ۳۹۹/۳۳ عدد اسپور در ۱۰۰ گرم خاک و کمترین مربوط به نمونه G_{12} به میزان ۴۲/۳۳ عدد اسپور در ۱۰۰ گرم خاک بود. در منطقه C (جاده اشنویه و دره شهدا) بیشترین میانگین مربوط به نمونه G_{26} با میانگین ۶۴۶/۶۷ اسپور در ۱۰۰ گرم خاک و کمترین میانگین مربوط به نمونه G_{25} با میانگین ۵۸/۶۷ اسپور در ۱۰۰ گرم خاک بود. در منطقه D (جاده سلماس)، بیشترین فراوانی جمعیت در نمونه G_{36} با میانگین ۳۶۴/۳۳ اسپور در ۱۰۰ گرم خاک و کمترین فراوانی در نمونه G_{37} با میانگین ۵۷/۶۷ اسپور در ۱۰۰ گرم خاک دیده شد.

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

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.13.24.2]

جدول ۴. میانگین شاخص‌های ارزیابی شده برای هر منطقه

	میانگین تعداد اسپور	pH	EC	کربن آلی (%)	پتاسیم (%)	فسفر قابل دسترس	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
میانگین تعداد اسپور	۱								
pH	-۰/۲۱	۱							
EC	-۰/۰۲۴	-۰/۲۶	۱						
کربن آلی(%)	-۰/۲۵	۰/۴۲	۰/۲۸	۱					
پتاسیم (%)	-۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۵۷	۰/۲۴	۱				
فسفر قابل دسترس	-۰/۳۷*	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۶	۰/۳۲	۱			
رس(%)	-۰/۱۴	-۰/۳۱	۰/۱۵	-۰/۱۲	۰/۳۵	-۰/۰۹	۱		
سیلت(%)	۰/۰۲۷	-۰/۰۹	۰/۲۸	۰/۰۹	۰/۳۲	-۰/۰۲	۰/۴۹	۱	
شن(%)	۰/۰۵۸	۰/۲۲۲	-۰/۲۵۳	۰/۰۰۳	-۰/۳۸۷	۰/۰۵۹	-۰/۸۳۳	-۰/۸۸۷	۱

*: اعداد داخل جدول که با ستاره مشخص شده است در سطح P<۰/۰۵ معنی‌دار شده و بقیه اعداد از نظر آماری معنی‌دار نشده‌اند.

ج) ضریب همبستگی خصوصیات خاک با فراوانی قارچ

نتایج به‌دست آمده در جدول ۴ نشان می‌دهد که رابطه همبستگی بین شاخص میزان فسفر قابل دسترس در خاک ریزوسفر انگور با میانگین تعداد اسپورهای قارچی از نظر آماری در سطح P<۰/۰۵ معنی‌دار شده است و در سایر موارد همبستگی معنی‌دار نمی‌باشد. از طرفی همبستگی در شاخص‌های هدایت الکتریکی، pH، درصد کربن آلی، درصد پتاسیم و درصد رس منفی است یعنی می‌توان گفت که با افزایش این شاخص‌ها از میزان جمعیت اسپوری کاسته می‌شود ولی در شاخص‌های درصد سیلت و درصد شن این همبستگی مثبت است. بایستی خاطر نشان نمود که این روابط همبستگی اشاره شده براساس شرایط مطالعه صورت پذیرفته کنونی است و نمی‌توان نتایج را عمومیت داده و در هر شرایط دیگری نیز ارائه نمود.

پس از مشخص شدن همبستگی بین متغیرهای مستقل و وابسته، با استفاده از روش‌های آماری اقدام به بررسی مدل‌های رگرسیونی متناسب با شرایط موجود گردید و براساس تجزیه رگرسیونی نزولی (Backward)، هفت نوع مدل با احتساب انواع متغیرهای مستقل موجود (شاخص‌های فیزیکوشیمیایی خاک) مورد بررسی قرار گرفت. با بررسی‌های انجام شده مشخص شد که تنها مدل آماری معنی‌داری (P <۰/۰۵) که می‌تواند منطبق با شرایط موجود در مطالعه اخیر باشد مدلی است که در آن متغیر میزان فسفر قابل دسترس در خاک (مدل ۷) به‌عنوان متغیر مستقل دخالت داده شده است (جدول ۵). سایر مدل‌ها از نظر آماری معنی‌دار نیستند یعنی نمی‌توان از آنها برای تفسیر ارتباط بین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی موجود در خاک و میانگین جمعیت اسپور قارچ‌های میکوریز آربوسکولار استفاده نمود. نتایج تجزیه واریانس مربوط به مدل رگرسیونی ۷ یعنی مدل در برگیرنده میانگین تعداد اسپور قارچ‌های میکوریز آربوسکولار به‌عنوان متغیر تابع و میزان فسفر قابل دسترس در خاک به‌عنوان متغیر مستقل نیز نشان‌دهنده این اختلاف آماری معنی دار بود (جدول ۶). بنابراین با توجه به‌نتایج به‌دست آمده، معادله رگرسیونی مربوط به این مدل پس از برازش، به‌شرح زیر به‌دست آمد:

$$Y= 264/16–1/26X1$$

Y: میانگین تعداد اسپور قارچ‌های میکوریز آربوسکولار،

X_1: فسفر قابل دسترس خاک

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

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.13.24.2]

جدول ۵. تجزیه رگرسیون نزولی برای تعداد اسپورهای قارچ میکوریز آربوسکولار به‌عنوان متغیر تابع و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک ریزوسفر انگور به‌عنوان متغیرهای مستقل

مدل	متغیرهای مستقل	مقدار ثابت	ضرایب رگرسیون							مقدار F نهایی
			b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	B_6	b_7	
۱	pH، درصد سیلت، درصد رس، درصد کربن آلی،EC ،درصد پتاسیم، فسفر قابل دسترس،	۱۱۱۷	-۰/۱۹	۰/۱۵	-۰/۳۸	-۰/۱۵	۰/۰۲۲ -	۰/۱۸	/۳۶	۱/۶۷
۲	pH، درصد سیلت، درصد رس، درصد کربن آلی، درصد پتاسیم، فسفر قابل دسترس	۱۰۷۱	-۰/۱۸	۰/۱۵۰ -	-۰/۳۸	-۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۳۶	---	۲
۳	pH درصد رس، درصد کربن آلی، درصد پتاسیم، فسفر قابل دسترس،	۱۱۰۰	-۰/۱۸	-۰/۳۱	-۰/۱۳	-۰/۱۹	-۰/۳۷	---	---	۲/۲۶
۴	pH، درصد رس، درصد پتاسیم، فسفر قابل دسترس،	۱۲۳۱	-۰/۲۲	-۰/۳۱	۰/۱۷	-۰/۳۹	---	---	---	۲/۶۷
۵	pH درصد رس، فسفر قابل دسترس،	۱۰۹۸	-۰/۱۹	-۰/۲۴	-۰/۳۴	---	---	---	---	۳/۲۴
٦	درصد رس، فسفر قابل دسترس،	۳۴۲	-۰/۱۸	-۰/۳۹	---	---	---	---	---	۴/۰۸
۷	فسفر قابل دسترس،	۲۶۴	-۰/۳۷	---	---	---	---	---	---	۶/۵۵*

جدول ۶. تجزیه واریانس مربوط به مدل رگرسیونی تعداد اسپور قارچ‌های میکوریز آربوسکولار به‌عنوان متغیر تابع و میزان فسفر قابل دسترس در خاک به‌عنوان متغیر مستقل

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	شاخص F
رگرسیون	۱	۵۷۵۱۳/۳۵	۶/۵۵*
باقی‌مانده	۴۱	۸۷۷۶/۱۹	
کل	۴۲		

*: معنی‌دار در سطح P <۰/۰۵

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که بین میزان فسفر منطقه ریشه و گسترش هیف قارچی رابطه معکوس وجود دارد و همبستگی معنی‌داری بین این دو فاکتور در سطح ۵ درصد دیده شد. در توجیه این نتیجه می‌توان گفت انتشار فسفات در خاک بسیار کند بوده و در مقابل سرعت جذب آن توسط ریشه گیاهان بسیار سریع می‌باشد. این وضعیت موجب می‌گردد تا محیط اطراف ریشه سریعاً از فسفات محلول تخلیه گردد و مرتباً بر وسعت این ناحیه از خاک افزوده گردد. بنابراین دریافت فسفر توسط گیاه با توجه به دو خصوصیت فوق الذکر محدود گردد. علت این امر را می‌توان بخش فعال از ریشه در مقابل بخش گسترده‌ای از خاک که فاقد فسفر می‌باشد دانست. در مقابل این حالت، ریشه و یا هیف قارچی مرتباً به سمتی از خاک رشد می‌نماید که بتواند فسفر را جذب نماید و لذا حجم جدیدی از خاک در حضور سیستم‌های جذب‌کننده قرار گیرد (۴). بنابراین بین میزان فسفر خاک در محدوده ریشه و میزان توسعه و

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

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.13.24.2]

گسترش هیف قارچی و فراوانی اسپور رابطه عکس وجود دارد. هرچه میزان فسفر خاک افزایش یابد توسعه هیف و فراوانی اسپور میکوریز کاهش می‌یابد (۱۱). مدارک زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد گیاهان تلقیح شده به میکوریز در مقایسه با گیاهان غیرمیکوریز نه تنها رشد بیشتری دارند بلکه غلظت فسفر در بافت‌های آنها نیز بیشتر از گیاهان شاهد می‌باشد. با وجودی‌که نسبت بین ریشه و ساقه در گیاهان میکوریزی کاهش می‌یابد، لیکن مقدار طول ریشه در این گیاهان افزایش می‌یابد. بدین ترتیب مقدار فسفات کل دریافت شده افزایش یافته و با افزایش مقدار فسفات موجود در گیاهان میزان رشد افزایش می‌یابد. زیرا مقدار فسفات می‌تواند یک عامل محدودکننده باشد. از طرف دیگر آثار سینرژیسم بین میکوریز و باکتری‌های حل‌کننده فسفات و هم‌چنین امکان تراوش H^+ ویا هیدروکسیدها از طرف ریشه و هیف می‌تواند موجب افزایش فسفات قابل حل قابل استفاده شود. به‌طورکلی گیاهان تلقیح شده به میکوریز در یافت فسفات از منابع فسفاتی بسیار مؤثرند (۸). نتایج مطالعات ساجدی و همکاران در مورد همبستگی بین توسعه و گسترش هیف قارچی با میزان فسفر خاک، بافت خاک و هدایت الکتریکی خاک همخوانی داشت (۱۵).

از دیگر نتایج مهم این تحقیق رابطه معکوس بین درصد رس و گسترش هیف قارچی می‌باشد. در واقع از عوامل محدودکننده توسعه و کسترش هیف هارچی و فراوانی آنها بافت خاک می‌باشد میزان توسعه و رشد قارچ‌ها در خاک‌های سنگین بافت و با افزایش درصد رس کاهش می‌یابد. هم‌چنین می‌توان گفت که در صورت فراهمی عناصر غذایی و شرایط مناسب برای رشد گیاه رشد و توسعه میکوریز به‌دلیل عدم وجود محرک کاهش می‌یابد (۲). نتایج مطالعات لی و همکاران (۹) نشان داد که با سنگین شدن بافت خاک و افزایش درصد رس علاوه بر این‌که گسترش هیف قارچی کاهش می‌یابد. نقش میکوریز در افزایش جذب فسفر و تجمع عناصر سنگین در هیف قارچی کاهش پیدا می‌کند (۱۱). نتایج مطالعات قیصریانی و همکاران نشان داد که بین میزان فراهمی عناصر غذایی خاک و گسترش و توسعه میکوریز رابطه عکس وجود دارد. هم‌چنین همبستگی فراوانی اسپور با درصد شن مثبت و در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (۱۳). درحالی‌که رابطه معنی‌دار خاصی بین گسترش هیف قارچی با سایر خصوصیات اندازه‌گیری شده دیده نشد که با نتایج برخی تحقیقات همخوانی داشت نتایج برخی محققین در رابطه با تأثیر خصوصیات خاک بر گسترش و توسعه میکوریزا نشان داد که بین میزان فسفر خاک، درصد رس و کادمیوم خاک و درصد کلینیزاسیون و حجم هیف قارچ میکوریز همبستگی معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده گردید در حالی‌که همبستگی با سایر خصوصیات خاک غیرمعنی‌دار بود (۱). که با نتایج برخی دیگر از محققین همخوانی داشت (۶).

منابع مورد استفاده

1. Bhoopander, G. R. and K. G. Mukerji. 2003. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass and mineral nutrition *of Acacia auriculiformis*. *Biology and Fertility of Soils* 38: 170–175.
2. Feng, L. X., F. S. Zhang, C. Y. Tian and C. Tang. 2002**.** Improved tolerance of mazie plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza related to higher accumulation of soluble sugras in roots. *MycorrhizaJournals* 12: 185-190.
3. Gerdmann, J. W. and T. H. Nicollson. 1968. Spores of mycorrhizal endogen species extracted for soil by wet sieving and decanting. *Plant and Soil Journals* 46:235-244
4. Jayachandran, K., A. P. Schwab and B. A. D. Hetrik. 1992. Mineralization of organic phosphorus by Vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry* 24:897-903
5. Jeffries, P., S. Gianinazzi and S. Perotto. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and Fertility of Soils* 37:1–16.
6. Hani, A. 1381. Effect of plant morphological features on the severity of clover and phosphorus levels tend mycorrhiz plant P uptake and plant growth of fungal colonies with VAM. MSc. Thesis. Shahid Chamran University of Ahvaz. (In Farsi).
7. Kucey, R. M. N. and H. H. Janzen. 1987. Effect of VAM and reduced nutrient availability on growth and phosphors

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

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.13.24.2]

and micronutrient uptake of wheat and field beans under greenhouse. *Plant and Soil Journals* 104:71-78.
8. Li, X.L and P. Christie. 2001. Changes in soil solution Zn and pH and uptake of Zn by arbuscular mycorrhizal red clover in Zn-contaminated soil. *Chemosphere Journal* 42:201–207.
9. Li, X., H. Marschner and E. George. 1991. Acquisition of phosphorus and copper by VA/ mycorrhizal hyphae and root-to-shoot transport in white clover (b). *Plant and Soil Journal* 136:49–57.
10. Li, X., E. George and H. Marschner. 1991. Extension of the phosphorus depletion zone in VA-mycorrhizal white clover in a calcareous soil (a). *Plant and Soil Journal* 136: 41–48.
11. Malek-Zadeh, A. and M. R. seodi. 1385. Microbial Biotechnology. *Tehran University*. Tehran. (In Farsi).
12. Mostajeran, A. and F. Zoei. 2006. Mycorrhizal symbiosis (Volume I). *Isfahan University*. Isfahan. (In Farsi).
13. Qhsryany, F., H. Zareh mayvan and M. R. Chaychi. 2007. Distribution of vegetation in connection with some of the characteristics of mycorrhizal soil ¬ Desert National Park. *Journal of Environmental Studies Beheshti University in Tehran* 44: 116-105. (In Farsi).
14. Rohani, N. and A. Ahmadi Moghadam. 2004. Phosphorus nutrition of six varieties of pistachios due to soil type and status of mycorrhizal plants. *Research and Development in Agriculture and Horticulture* 63: 43-50. (In Farsi).
15. Sajedi, n. A and F. Rejali. 2011. Impact of drought on the application and mycorrhizal inoculation on nutrient uptake in corn. *Journal of Soil and Water* 25: 92-83. (In Farsi).

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

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.13.24.2]