

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

آرزو مهدوی بیله سوار^۱، حیدر 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 نظر 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 مرود بررسی به ۴ ناحیه اقدام به تهیه ۴۳ نمونه مرکب خاک از مناطق مرود 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 سیلت و شن موجود در خاک 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 به عنوان متغیرهای مستقل و میانگین جمعیت اسپور قارچ به عنوان 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 $P < 0.05$ 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. کارشناس ارشد بیماری‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیله سوار مغان

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

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

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

مقدمه

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 زنده 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 میزان انتقال نمی‌دهد. بدین علت این قارچ‌ها مانند فیلترهایی جهت کاهش مقدار فلزات سنگین و آلاینده‌ها در گیاهان عالی عمل می‌نمایند (۶، ۸ و ۱۶).

میزان کلینیزاسیون و تراکم جمعیت اسپوری این قارچ‌ها در بین تیره‌های مختلف گیاهی متفاوت است که شاید این پدیده بستگی به برخی ویژگی‌های مربوط به گیاه میزان نظیر ساختار مرغولوژیکی ریشه، ویژگی‌های ژنتیکی میزان و نحوه رشد و نمو میزان داشته باشد (۲). ویژگی‌های گیاه میزان بدون شک تأثیر مستقیمی بر تراکم و فراوانی جمعیت اسپوری و نیز کلینیزاسیون توسط قارچ‌های میکوریز آربوسکولار دارد. بدین جهت پراکنش قارچ‌های میکوریز آربوسکولار نه تنها بستگی به ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاهان میزان دارد بلکه وابسته به خصوصیات مرغولوژیک آنها نیز می‌باشد. قارچ‌های میکوریز آربوسکولار نیز به طور 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 تلچیح گیاه با قارچ تغییراتی در غلظت ترکیبات تنظیم کننده رشد مانند سیتوکینین، اکسین و جیبرلین به وجود می‌آید و سرعت فتوستتر افزایش یافته و موقعیت مواد غذایی در بافت میزان تغییر می‌کند. از این رو مقدار و موقعیت ترشحات ریشه تغییر می‌یابد و این تغییر ترشحات ریشه باعث تغییر در موقعیت موجودات زنده ذره‌بینی موجود در محیط اطراف ریشه می‌شود (ریزوسفر) که در حضور میکوریز این محیط را میکوریزوسفر می‌نامند. در واقع زمانی که میکوریز شکل می‌گیرد تغییر فلور میکروبی ریزوسفر نیز انجام

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 (حالاتی که 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 ثبت‌کننده ازت و به ارتباط گیاه و قارچ تحت نام همزیستی میکوریزی اشاره کرد. در تمام 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 به عنوان 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 به عنوان یک عامل محافظت‌کننده خاک نیز به حساب آیند. در سال ۱۹۹۱، توسط نیوتون (Nioton) و بتیلنهفالواری (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

۳۵ سانتی‌متری خاک انجام شد. به دلیل وجود رطوبت در برخی از نمونه‌های خاک و جلوگیری از رشد عوامل ساپروفیت، خاک‌ها به مدت ۷-۱۰ روز در معرض جریان هوای عادی خشک و سپس در یخچال در دمای ۴ درجه 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)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (۱۹۹۴) توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر، تعیین درصد کربن آلی به روش اکسایش تر (واکلی و بلاک) و کربنات کلسیم معادل (درصد آهک) به روش تیتراسیون برگشتی با اسید کلریدریک 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 پتی 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

می‌شود، در این حالت تحت نام میکوریزوسفر نامیده می‌شود (۷). زمانی که قارچ میکوریز با ریشه گیاه میزبان همزیستی برقرار می‌کند، همزمان این قارچ در بافت ریشه و در خارج آن یعنی در محیط خاک توأمً زندگی می‌کند. لذا می‌توانند به طور مستقیم با دیگر موجودات زنده ذره‌بینی خاک تأثیر گذارند. در این زمینه همزیستهای ریشه مانند باکتری‌های تشکیل‌دهنده گرهک نیز می‌توانند به طور 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. به عنوان مثال می‌توان به عواملی مثل شرایط آب و هوایی، مقدار عناصر غذایی و شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک اشاره کرد. علاوه بر این، تغییرات ژنتیکی میزبان نیز به روی طبیعت همزیستی میکوریز اثر دارد. بنابراین تمام عوامل مؤثر بر ژنتیک، فیزیولوژی میزبان، شرایط خاک و عوامل محیطی روی واکنش‌های میکوریزوسفر مؤثرند (۱۱).

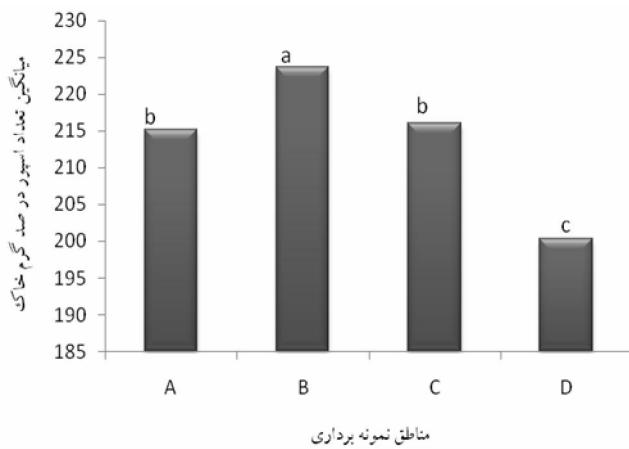
بنابراین با توجه به اهمیت میکوریز در افزایش توان مقاومت و میزان رشد گیاه و تأثیر خصوصیات خاک بر روی توسعه و فعالیت میکوریز، بررسی و مطالعه رابطه بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با بر فرآونی قارچ‌های آربوسکولار در ریزوسفر درختان انگور منطقه ارومیه هدف این مطالعه است.

مواد و روش‌ها

طی مطالعات انجام شده بر روی سطح زیر کشت انگور و پراکنده‌گی آن در شهرستان ارومیه، ۴ منطقه جهت نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری در ماه‌های مرداد و شهریور ۱۳۸۷ به صورت زیر انجام گرفت: برای دستیابی به جمعیت و تنوع بیشتر از قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در منطقه، از روش نمونه‌برداری مرکب استفاده شد. بدین صورت که در هر کدام از ۴ منطقه مورد نظر بسته به تراکم باغ‌های انگور تعداد ۱۵-۲۰ باغ انتخاب و از هر کدام ۸ نمونه خاک مرکب به عنوان شاخص برداشته شد. نمونه‌برداری از ناحیه ریزوسفر درختان و تا عمق

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	۲۷/۴	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 معنی دار براساس آزمون دانکن (۹۵٪) هستند.

جدازی و شمارش اسپوری، مشخص شد که جمعیت اسپور قارچ‌های میکوریز آربوسکولار صرف نظر از نوع گونه فارچی بین ۳۸/۶۶-۶۴/۶۶ عدد اسپور در ۱۰۰ گرم نمونه خاک بود. براساس نتایج به دست 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 به ترتیب ناحیه C (جاده اشنویه و دره شهد)، 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 ژنتیک 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

۷/۶ دامنه تغییرات EC از ۴/۰ 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 ۱۲۴/۵ درصد با میانگین ۶۷/۹۵ درصد، دامنه تغییرات میزان فسفر قابل دسترس در نمونه‌های خاک از ۵ تا ۱۳۶/۹ با میانگین ۷۰/۹۵ میلی گرم 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 تا ۴۲/۵ درصد با میانگین ۲۷/۵ درصد و در نهایت دامنه تغییرات میزان درصد شن موجود در نمونه‌های خاک نیز از ۱۲/۵ تا 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

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

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

P < 0.01 ns : از نظر آماری بی معنی، **: معنی دار در سطح

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

منطقه نمونه‌برداری								
D	C	B	A					
میانگین تعداد اسپور قارچ	میانگین تعداد اسپور قارچ	میانگین تعداد اسپور قارچ	میانگین تعداد اسپور قارچ	شماره نمونه	شماره نمونه	شماره نمونه	شماره نمونه	شماره نمونه
۳۶۴/۳۳ ^a	G36	۶۴۶/۶۷ ^a	G26	۳۹۹/۳۳ ^a	G16	۳۸۱/۶۷ ^a	G7	خاک
۳۳۷/۳۳ ^{ab}	G43	۲۸۱/۶۷ ^b	G24	۳۸۳/۳۳ ^a	G15	۳۴۴ ^{ab}	G6	
۳۰۹/۳۳ ^{ab}	G42	۲۳۶/۳۳ ^{bc}	G29	۳۵۵/۳۳ ^a	G11	۳۲۱/۳۳ ^{ab}	G8	
۲۶۷/۳۳ ^{bc}	G32	۲۲۵ ^{bcd}	G30	۲۶۸/۳۳ ^b	G19	۲۷۹/۶۷ ^{bc}	G2	
۲۱۵/۶۷ ^{cd}	G40	۲۱۶ ^{bcde}	G27	۲۱۷/۶۷ ^{bc}	G17	۲۲۳/۶۷ ^{cd}	G10	
۲۰۶/۶۷ ^{cd}	G33	۲۰۳/۳۳ ^{cde}	G23	۱۹۳ ^c	G13	۲۰۶/۳۳ ^{cd}	G1	
۱۵۷/۶۷ ^{de}	G41	۱۷۶ ^{cdef}	G22	۸۰/۳۳ ^d	G18	۱۵۱ ^{de}	G4	
۱۴۳ ^{de}	G34	۱۵۱ ^{cdef}	G31	۷۴/۳۳ ^d	G14	۱۱۵/۳۳ ^{ef}	G9	
۱۳۲/۳۳ ^e	G35	۱۴۸/۳۳ ^{cdef}	G28	۴۲/۳۳ ^d	G12	۹۰/۶۷ ^{ef}	G5	
۱۲۱/۶۷ ^{ef}	G38	۱۴۳/۳۳ ^{ef}	G21			۳۸/۶۷ ^f	G3	
۹۶/۳۳ ^{ef}	G39	۱۰۴/۳۳ ^{fg}	G20					
۵۷/۶۷ ^f	G37	۵۸/۶۷ ^g	G25					

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

مریبوط به نمونه G₁₆ با میزان ۳۹۹/۳۳ عدد اسپور در ۱۰۰ گرم خاک و کمترین مریبوط به نمونه G₁₂ به میزان ۴۲/۳۳ عدد اسپور در ۱۰۰ گرم خاک بود. در منطقه C (جاده اشنویه و دره شهد) بیشترین میانگین مریبوط به نمونه G₂₆ با میانگین ۶۴۶/۶۷ اسپور در ۱۰۰ گرم خاک و کمترین میانگین مریبوط به نمونه G₂₅ با میانگین ۵۸/۶۷ اسپور در ۱۰۰ گرم خاک بود. در منطقه D (جاده سلاماس)، بیشترین فراوانی جمعیت در نمونه G₃₆ با میانگین ۳۶۴/۳۳ اسپور در ۱۰۰ گرم خاک و کمترین فراوانی در نمونه G₃₇ با میانگین ۵۷/۶۷ اسپور در ۱۰۰ گرم خاک دیده شد.

باغات انگور ارومیه (جدول ۲) نشان داد که مناطق مختلف ۴ گانه نمونه‌برداری انگور با هم هیچ اختلافی آماری معنی داری ندارند ولی نمونه‌های خاک داخل مناطق از نظر آماری در سطح P < 0.01 دارای اختلاف معنی دار 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 مریبوط به نمونه G₇ با ۳۸۱/۶۷ عدد اسپور در ۱۰۰ گرم خاک و کمترین مریبوط به نمونه G₃ با مقدار ۳۸/۶۷ عدد اسپور در ۱۰۰ گرم خاک بود. در منطقه B (جاده نازلو-سرخ)، بیشترین میانگین تعداد اسپور

جدول ۴. میانگین شاخص‌های ارزیابی شده برای هر منطقه

شن (%)	رس (%)	رس (%)	دسترس	پتابسیم (%)	کربن آلی (%)	pH	EC	میانگین تعداد اسپور
۱	-۰/۸۸۷	-۰/۰۵۹	-۰/۰۵۹	-۰/۰۰۳	-۰/۳۸۷	-۰/۲۵۳	-۰/۲۲۲	-۰/۰۵۸
شن (%)	۱	-۰/۰۴۹	-۰/۰۲	-۰/۰۹	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۱
pH	-۰/۰۲۱	۱	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۱
EC	-۰/۰۲۴	۱	-۰/۰۲۸	-۰/۰۲۸	-۰/۰۲۸	-۰/۰۲۸	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۴
(%) کربن آلی	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۱
(%) پتابسیم	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹
فسفر قابل دسترس	-۰/۰۳۷*	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۸	-۰/۰۲۸	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۶	-۰/۰۲۶
(%) رس	-۰/۰۱۴	-۰/۰۳۱	-۰/۰۱۵	-۰/۰۱۲	-۰/۰۱۲	-۰/۰۳۵	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹
(%) سیلیت	-۰/۰۲۷	-۰/۰۰۹	-۰/۰۲۸	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹	-۰/۰۳۲	-۰/۰۰۲	-۰/۰۴۹

*: اعداد داخل جدول که با ستاره مشخص شده است در سطح $P < 0.05$ معنی دار شده و بقیه اعداد از نظر آماری معنی دار نشده‌اند.

خاک) مورد بررسی قرار گرفت. با بررسی‌های انجام شده مشخص شد که تنها مدل آماری معنی‌داری ($P < 0.05$) که می‌تواند منطبق با شرایط موجود در مطالعه اخیر باشد مدلی است که در آن متغیر میزان فسفر قابل دسترس در خاک (مدل ۷) به عنوان 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 به عنوان متغیر تابع و میزان فسفر قابل دسترس در خاک به عنوان متغیر مستقل نیز نشان‌دهنده این اختلاف آماری معنی دار بود (جدول ۶). بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده، معادله رگرسیونی مربوط به این مدل پس از برآش، به شرح زیر به دست آمد:

$$Y = 264/16 - 1/26X_1$$

Y: میانگین تعداد اسپور قارچ‌های میکوریز آربوسکولار،

X_1 : فسفر قابل دسترس خاک

ج) ضریب همبستگی خصوصیات خاک با فراوانی قارچ

نتایج بدست 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 $P < 0.05$ معنی دار شده است و در سایر موارد همبستگی معنی‌دار نمی‌باشد. از طرفی همبستگی در شاخص‌های هدایت الکتریکی، pH، درصد کربن آلی، درصد پتابسیم و درصد رس منفی است یعنی می‌توان گفت که با افزایش این شاخص‌ها از میزان جمعیت اسپوری کاسته می‌شود ولی در شاخص‌های درصد سیلیت و درصد شن این همبستگی مثبت است. با استی 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

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

F نهایی	ضرایب رگرسیون							متغیرهای مستقل	مدل
	b ₇	B ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁		
۱/۶۷	/۳۶	۰/۱۸	۰/۰۲۲	-	-۰/۱۵	-۰/۳۸	۰/۱۵	-۰/۱۹	۱۱۱۷
۲	---	۰/۳۶	۰/۱۷	-۰/۱۵	-۰/۳۸	-	-۰/۱۸	۱۰۷۱	۱
۲/۲۶	---	---	-۰/۳۷	-۰/۱۹	-۰/۱۳	-۰/۳۱	-۰/۱۸	۱۱۰۰	۲
۲/۶۷	---	---	---	-۰/۳۹	۰/۱۷	-۰/۳۱	-۰/۲۲	۱۲۲۱	۳
۳/۲۴	---	---	---	---	-۰/۲۴	-۰/۲۴	-۰/۱۹	۱۰۹۸	۴
۴/۰۸	---	---	---	---	---	-۰/۳۹	-۰/۱۸	۳۴۲	۵
۶/۵۵*	---	---	---	---	---	---	-۰/۳۷	۲۶۴	۶
									۷

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

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

*: معنی‌دار در سطح $P < 0.05$

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 فعلی از ریشه در مقابله بخش گستردگی 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 میزان فسفر خاک در محدوده ریشه و میزان توسعه و

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

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 به دلیل عدم وجود محرك کاهش می‌یابد (۲). نتایج مطالعات لی و همکاران (۹) نشان داد که با سنگین شدن بافت خاک و افزایش درصد رس علاوه بر این که 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 معنی دار بود (۱۳). درحالی که رابطه معنی دار 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 کامبوم خاک و درصد کلینیزاسیون و حجم هیف قارچ میکوریز همبستگی معنی داری در سطح ۵ درصد مشاهده گردید در حالی که همبستگی با سایر خصوصیات خاک غیرمعنی دار بود (۱). که با نتایج برخی دیگر از محققین همخوانی داشت (۶).

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 غلاظت فسفر در بافت‌های آنها نیز بیشتر از گیاهان شاهد می‌باشد. با وجودی که 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 سینزrیسم بین میکوریز و باکتری‌های حل کننده فسفات و هم‌چنین امکان تراویش H^+ و یا هیدروکسیدها از طرف ریشه و هیف می‌تواند موجب افزایش فسفات قابل حل قابل استفاده شود. به طور کلی گیاهان تلقیح شده به میکوریز در یافتن 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 گسترش هیف هارچی و فراوانی آنها

منابع مورد استفاده

- 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.
- 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 sugars in roots. *Mycorrhiza Journals* 12: 185-190.
- Gerdmann, J. W. and T. H. Nicollson. 1968. Spores of mycorrhizal endogenous species extracted for soil by wet sieving and decanting. *Plant and Soil Journals* 46:235-244
- 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
- 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.
- 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).
- Kucey, R. M. N. and H. H. Janzen. 1987. Effect of VAM and reduced nutrient availability on growth and phosphorus

- 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).