نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد هفتم، شماره اول، ۱۳۹۶
http://ejsms.gau.ac.ir

تأثیر خصوصیات شیمیایی خاک بر همزیستی سیب و انگور با قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار

زهره عوض‌زاده مهریان[1] و *مهدی صدروی[2]
[1]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه یاسوج، [2]دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه یاسوج
تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۲۸

چکیده

سابقه و هدف: قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار که همزیست اجباری طبیعی ریشه ۸۰ درصد گیاهان هستند، نقش مهمی در افزایش جذب آب و بعضی عناصر غذایی به‌ویژه فسفر و تولید پایدار محصولات زراعی و باغی دارند. همزیستی تعدادی از این قارچ‌ها با ریشه انگور گزارش شده است. همچنین تلقیح بعضی از آن‌ها به ریشه نهال‌های سیب باعث افزایش رشد آن‌ها شده است. این پژوهش به‌منظور بررسی حضور آن‌ها در باغ‌های سیب و انگور مناطق بویراحمد و دنا و تأثیر خصوصیات شیمیایی خاک بر این رابطه همزیستی انجام شد.

مواد و روش‌ها: شصت نمونه از ریزوسفر سیب و انگور این مناطق، جمع‌آوری شدند. هاگ‌های قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار به روش الک‌تر و سپس سانتریفیوژ کردن در محلول شکر جداسازی و جمعیت هاگ‌ها در ۱۰۰ گرم ریزوسفر شمارش شد. برای به‌دست آوردن هاگ‌های سالم این قارچ‌ها کشت‌های تله گلدانی با ذرت، برای هر نمونه در گلخانه برای ۱٤ هفته مستقر شدند. قارچ‌های هر نمونه با مطالعه و اندازه‌گیری خصوصیات ریختی، هاگ‌های جداسازی شده از ریزوسفر این گیاهان و کشت‌های تله گلدانی، شناسایی گردیدند. درصد کلنیزاسیون طول ریشه سیب و انگور در هر نمونه پس از رنگ‌بری آن‌ها با محلول پتاسیم ۱۰ درصد و رنگ‌آمیزی آن‌ها با محلول لاکتوفنل‌آنیلین‌بلو محاسبه گردید. بافت، اسیدیته، هدایت الکتریکی و میزان فسفر خاک هر نمونه، تعیین شدند. همچنین ضرایب همبستگی خصوصیات شیمیایی خاک با جمعیت هاگ‌های این قارچ‌ها و درصد کلنیزاسیون طول ریشه در هر گیاه نیز محاسبه گردیدند.

یافته‌ها: قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار در تمام نمونه‌ها حضور داشتند و میانگین جمعیت هاگ این قارچ‌ها در ۱۰۰ گرم ریزوسفر، تنوع آن‌ها و درصد کلنیزاسیون طول ریشه، در سیب به‌ترتیب ۱٤۷٤، ۳/۳ و ٦۷/۳ و در انگور ۱۰٤۵، ۲/۸ و ٤۰/٤ بودند. چهارده گونه از این قارچ‌ها متعلق به هشت جنس، به اسامی: *Funneliformis constrictum*، *F. caledonium*، *F. mosseae*، *F. geosporum*، *Glomus deserticola*، *G. microaggregatum*، *Rhizophagus fasciculatus*، *R. clarus*، *Claroideoglomus claroideum*، *C. etunicatum*، *Scutellospora calospora*، *Entrophospora infrequens*، *Acaulospora bireticulata* و *Ambispora gerdemannii* در نمونه‌ها شناسایی شدند. گونه *F. mossea*e با ۷٦/٦ درصد بیش‌ترین فراوانی را داشت. بافت خاک نمونه‌ها از رسی تا لومی، متغیر بود. میزان فسفر، اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک با جمعیت هاگ قارچ‌های

* مسئول مکاتبه: msadravi@yu.ac.ir

میکوریزی آربوسکولار و درصد کلنیزاسیون طول ریشه این گیاهان همبستگی منفی داشتند. ضریب همبستگی جمعیت هاگ این قارچ‌ها در خاک ریزوسفری سیب، با اسیدیته، هدایت الکتریکی و فسفر خاک به‌ترتیب ۰/۰۲-، ۰/٤۲- و ۰/۰٤- و در انگور ۰/٤٥-، ۰/۳۰- و ۰/۰۱- بود. همچنین ضریب همبستگی درصد کلنیزاسیون طول ریشه سیب با اسیدیته، هدایت الکتریکی و فسفر خاک به‌ترتیب ۰/۲۲-، ۰/۱۹- و ۰/۳۸- و در انگور ۰/٤٤-، ۰/۱٥- و ۰/۱٦- بود.

نتیجه‌گیری: حضور این قارچ‌ها در تمام نمونه‌ها حاکی از نیاز این گیاهان به این همزیستی برای رشد و نمو طبیعی است. جمعیت هاگ این قارچ‌ها، تنوع آن‌ها و درصد کلنیزاسیون طول ریشه، در سیب بیش‌تر از انگور بود. فراوانی بیش‌تر قارچ *F. mosseae*، بیانگر توانایی بیش‌تر آن در برقراری رابطه همزیستی با این گیاهان است. همبستگی منفی میزان فسفر، اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک با جمعیت هاگ قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار و درصد کلنیزاسیون طول ریشه، نشان می‌دهد که توانایی برقراری رابطه همزیستی این قارچ‌ها با ریشه این گیاهان و میزان تکثیر آن‌ها در خاک‌های با فسفر و شوری کم و اسیدیته خنثی تا کمی قلیایی بیش‌تر است. بنابراین می‌توان کاربرد این قارچ‌ها را در این گونه خاک‌ها برای بهبود رشد و محصول این گیاهان، پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، فسفر، شوری، *Funneliformis*، *Glomus*

مقدمه

قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار[1] در زیستگاه‌های طبیعی و زراعی، با ریشه بیش از ۸۰ درصد گیاهان همزیستی دارند. این قارچ‌ها از عوامل اصلی سیستم پایدار خاک- گیاه محسوب می‌شوند و با افزایش سطح جذب مؤثر ریشه، به کمک ریسه‌های خارج ریشه‌ای خود، باعث افزایش جذب آب و عناصر غذایی، مانند فسفر، برای گیاهان می‌شوند (۳ و ٤). فسفر عنصری ضروری در تغذیه گیاهان محسوب می‌شود که می‌تواند تنها به‌صورت فسفات محلول جذب گیاه شود، اما در شرایط طبیعی حلالیت فسفر در خاک، کم است. قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار، با ترشح آنزیم فسفاتاز از ریسه‌های خارج ریشه‌ای خود باعث محلول شدن فسفر خاک شده و آن را به شکل پلی‌فسفات‌ها همراه با جریان سیتوپلاسمی درون ریسه خود به درون ریشه منتقل می‌کنند و در آربوسکول‌ها آن‌ها را در اختیار گیاه همزیست قرار می‌دهند (٤ و ۱۰). قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار همزیست ریشه انگور در تاکستان‌های منطقه‌ای در آفریقای جنوبی متعلق به جنس‌های *Acaulospora*، *Gigaspora*، *Glomus*، *Sclerocystis* و *Scutellospora* بودند (۲۰). در ایران نیز از باغ‌های انگور استان‌های خراسان و قزوین ۱۳ گونه از این قارچ‌ها گزارش شده‌اند (۲۸). تلقیح نهال‌های سیب با جدایه‌ای از یک گونه از این قارچ‌ها قبل از کاشت در باغ به‌طور قابل‌توجهی موجب افزایش رشد آن‌ها شده است (۲٥). تلقیح جدایه‌ای از یک گونه این قارچ‌ها به نهال‌های سیب جذب عناصر غذایی غیرمتحرک در خاک مانند فسفر و رشد آن‌ها را به‌طور معنی‌داری افزایش داده است (۲۷).

جمعیت هاگ‌ها و تنوع گونه‌های قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار در زیست‌بوم‌های[2] طبیعی و

1- Arbuscular mycorrhizal fungi

2- Ecosystems

کشاورزی بستگی به گونه گیاهی همزیست و عوامل محیطی مانند میزان عناصر غذایی در دسترس (به‌خصوص فسفر)، بافت، اسیدیته و شوری خاک دارد (۳). برای درک بهتر میزان تأثیر فسفر، اسیدیته و شوری خاک بر رابطه همزیستی این قارچ‌ها با گیاهان مختلف بررسی‌هایی در ایران و سایر کشورهای جهان صورت گرفته است (۱، ۲، ٦، ۹، ١٤، ۱۵ و ۱۸).

درختان میوه در اقتصاد کشورمان جایگاه خاصی دارند. برای استفاده از پتانسیل قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار در افزایش جذب فسفر، رشد و محصول این درختان، نیاز به شناسایی گونه‌های بومی این قارچ‌ها در باغ‌های کشور می‌باشد. این پژوهش جهت شناسایی و معرفی گونه‌های بومی این قارچ‌ها در باغ‌های سیب و انگور مناطق بویراحمد و دنا و همچنین تعیین نقش خصوصیات شیمیایی خاک بر رابطه همزیستی آن‌ها صورت گرفت تا زمینه برای استفاده کاربردی از آن‌ها فراهم گردد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: از اوایل تیر تا اواسط مهرماه ۲۰۱۳ از ۳۰ باغ انگور و ۳۰ باغ سیب در مناطق بویراحمد و دنا در استان کهگیلویه و بویراحمد، بازدید به عمل آمد و در هر باغ ٤ درخت سالم به‌طور تصادفی انتخاب و از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک، از ریشه به همراه خاک اطراف آن نمونه‌برداری شد. هر نمونه به‌طور جداگانه در پاکت‌های پلاستیکی تمیز قرار گرفته و با ثبت مشخصات کامل، گیاه، محل و زمان نمونه‌برداری به آزمایشگاه منتقل شدند.

استقرار کشت‌های تله گلدانی: نظر به این‌که برای شناسایی تمامی گونه‌های قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار حاضر در هر نمونه به تعداد کافی هاگ‌های سالم آن‌ها نیاز است، برای هر نمونه کشت‌های تله گلدانی با ۱۰۰ گرم ریشه و خاک هر نمونه با کاشت ذرت به‌مدت ١٤ هفته در گلخانه انجام گرفت (۱۱).

جداسازی و شمارش جمعیت هاگ در خاک: هاگ‌های این قارچ‌ها از نمونه‌ها و کشت‌های تله گلدانی به روش الک‌تر، یا الک سوسپانسیون ریزوسفر در آب و سپس سانتریفیوژ کردن در محلول شکر ۵۰ درصد جداسازی شدند (۱۲ و ١٦). تعداد هاگ‌های جداسازی شده از ۱۰۰ گرم ریزوسفر هر نمونه سیب و انگور شمارش گردیدند.

رنگ‌آمیزی و تعیین درصد کلنیزاسیون طول ریشه‌های سیب و انگور: برای بررسی حضور قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار در بافت ریشه، درصد کلنیزاسیون طول ریشه در هر نمونه پس از رنگ‌بری آن‌ها با محلول پتاسیم ۱۰ درصد و رنگ‌آمیزی آن‌ها با محلول لاکتوفنل‌آنیلین‌بلو تعیین شد (٢٤).

شناسایی قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار: با تهیه اسلایدهای میکروسکوپی از هاگ‌های جداشده از ریزوسفر این گیاهان و کشت‌های تله گلدانی و مطالعه خصوصیات ریخت‌شناسی آن‌ها مانند ابعاد هاگ، رنگ هاگ، شکل هاگ، تعداد و ضخامت لایه‌های دیواره هاگ، نحوه اتصال ریسه متصل به هاگ و اندازه آن، وجود یا عدم وجود لایه‌های قابل انعطاف تندشی و باز یا بسته بودن روزنه ریسه در محل اتصال به هاگ و مقایسه داده‌های به‌دست آمده با توصیفات قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار، آن‌ها شناسایی شدند (٢٦).

تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک: بافت، اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC) و میزان فسفر قابل‌جذب خاک در هر نمونه تعیین شد (۷، ۲۲ و ۲۳). پس از ثبت داده‌های مربوط به هر خصوصیت شیمیایی خاک، ضریب همبستگی آن‌ها با جمعیت هاگ‌های قارچ‌ها و درصد کلنیزاسیون ریشه‌های هر گیاه با استفاده از نرم‌افزار SPSS20 و تعیین ضریب همبستگی پیرسون تعیین شد.

نتایج و بحث

جمعیت هاگ قارچ‌های میکوریز در ریزوسفر سیب و انگور و درصد کلنیزاسیون طول ریشه آن‌ها: درصد کلنیزاسیون طول ریشه و جمعیت هاگ قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار در ریزوسفر سیب و انگور، همچنین تعداد گونه‌های جداشده این قارچ‌ها از ریزوسفر این گیاهان و کشت‌های تله گلدانی در جدول ۱ آورده شده است، که بیانگر بیش‌تر بودن نسبی میانگین جمعیت هاگ، درصد کلنیزاسیون طول ریشه و تعداد گونه‌های این قارچ‌ها در سیب نسبت به انگور هستند. میزان برقراری رابطه همزیستی قارچ‌های آربوسکول‌دار با ریشه گیاهان و تکثیر آن‌ها بسته به ساختار ریشه گیاه، مواد مترشحه از آن و خصوصیات شیمیایی خاک متفاوت است (۱۵).

قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار سیب و انگور در مناطق بویراحمد و دنا: با مطالعه خصوصیات ریختی هاگ‌های جداشده از ریزوسفر این گیاهان و کشت‌های تله گلدانی در مجموع ١٤ گونه متعلق به ۸ جنس *Funneliformis*، *Glomus*، *Rhizophagus*، *Claroideoglomus*، *Scutellospora*، *Entrophospora*، *Ambispora* و *Acaulospora* شناسایی شدند (جدول ۲). گونه *F. mosseae* با ٧٦/٦ درصد بیش‌ترین فراوانی را در بین این قارچ‌ها داشت. خصوصیات ریخت‌شناسی این قارچ و دو گونه دیگر در شکل ۱ نشان داده شده است. تلقیح جدایه‌ای از این قارچ به نهال‌های سیب باعث افزایش جذب فسفر و رشد آن‌ها شده است (۲۵ و ۲۷). تمامی گونه‌ها بر اساس منابع در دسترس برای نخستین بار از ریزوسفر سیب در دنیا گزارش می‌شوند. گونه‌های *G. microaggregatum*، *Am. gerdemannii*، *A. bireticulata*، *E. infrequens*، *C. claroideum* و *R. clarus* برای نخستین بار از ریزوسفر انگور در ایران گزارش می‌شوند و بقیه از تاکستان‌های استان‌های خراسان و قزوین نیز گزارش شده‌اند (۲۷).

جدول ۱- درصد کلنیزاسیون طول ریشه‌ها، جمعیت هاگ‌ها و تعداد گونه‌های قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار سیب و انگور در منطقه بویراحمد و دنای استان کهگیلویه و بویراحمد.

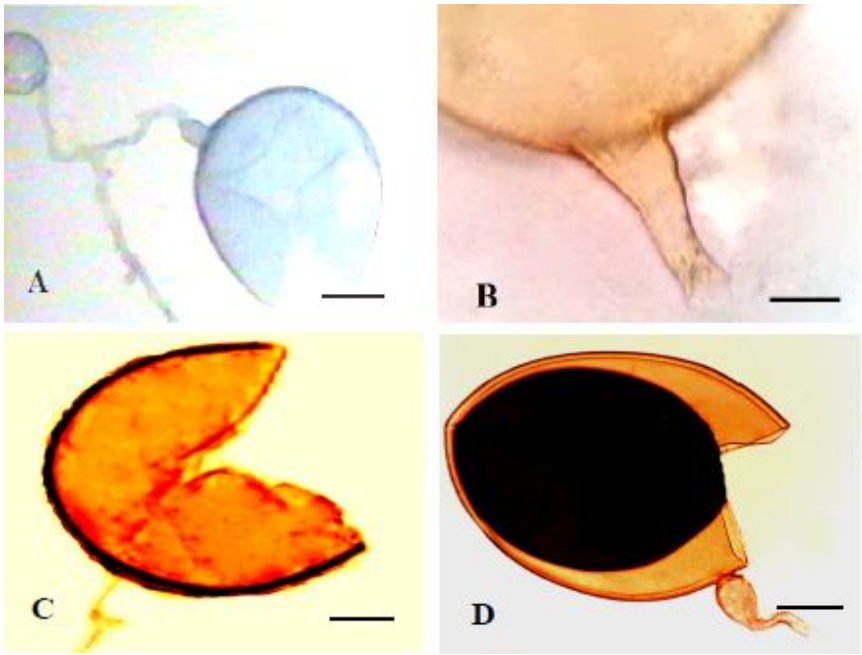
Table 1. Percentage of root length colonization, spores population and number of species of arbuscular mycorrhizal fungi of apple and grape in BoyerAhmad and Dena area of Kohgiluyeh and BoyerAhmad province of Iran.

گیاه Plant	درصد کلنیزاسیون طول ریشه Root length colonization	جمعیت هاگ‌های قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار در ۱۰۰ گرم ریزوسفر Spores population of arbuscular mycorrhizal fungi in 100 gr. rhizospher	تعداد گونه‌های قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار Number of species of arbuscular mycorrhizal fungi
انگور Grape	(18.56-) 40.44 (-65.57)	(474-) 1045 (-2099)	(2-) 2.8 (-5)
سیب Apple	(18.28-) 37.94 (-67.28)	(704-) 1474 (-2035)	(2-) 3.3 (-4)

جدول ۲- قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار انگور و سیب در منطقه بویراحمد و دنا.

Table 2. Arbuscular mycorrhizal fungi of grape and apple in the BoyerAhmad & Dena area.

قارچ Fungus	فراوانی (٪) Frequency		
	سیب Apple	انگور Grape	کل Total
1- *Ambispora gerdemannii* (S.L. Rose, B.A. Daniels & Trappe) C. Walker, Vestberg & A. Schüßler	13.33	10.00	11.66
2- *Acaulospora bireticulata* F.M. Rothwell and Trappe	6.66	3.33	5.00
3- *Entrophospora infrequens* (Hall) Ames and Schneider	6.66	10.00	8.33
4- *Scutellospora calospora* (Nicolson and Gerdman) Walker and Sanders	3.33	-	1.60
5- *Funneliformis constrictum* (Trappe) Walker and Schüßler	16.66	23.33	20.00
6- *F. caledonium* (Nicolson and Gerdman) Walker and Schüßler	53.33	43.33	48.30
7- *F. mosseae* (Nicolson and Gerdman) Walker and Schüßler	80.00	73.33	76.60
8- *F. geosporum* (Nicolson and Gerdman) Walker and Schüßler	23.33	13.33	18.33
9- *Glomus deserticola* Trappe, Bloss and Menge	23.33	20.00	21.66
10- *G. microaggregatum* Koske, Gemma and Olexia	20.00	6.66	13.33
11- *Rhizophagus fasciculatus* (Thaxter) Walker and Schüßler	13.33	13.33	13.33
12- *R. clarus* (Nicolson and Schenck) Walker and Schüßler	23.33	10.00	16.66
13- *Claroideoglomus claroideum* (Schenck and Sm.) Walker and Schüßler	33.33	36.66	35.00
14- *C. etunicatum* (Becker and Gerdman) Walker and Schüßler	13.33	16.66	15.00



شکل ۱- سه گونه قارچ میکوریز آربوسکول‌دار در ریزوسفر سیب و انگور در استان کهگیلویه و بویراحمد: A,B- ***Funneliformis mosseae***، A- هاگ به همراه ریسه مادری، B- ریسه قیفی شکل. C- ***Claroideoglomus claroideum*** هاگ با دیواره ۲ لایه، لایه خارجی لزج ضخیم ناپایدار و لایه داخلی ورقه‌ای. D- ***Scutellospora calospora*** هاگ با سلول مادری پیازی‌شکل و دیواره داخلی که در معرف ملزر به رنگ قرمز تیره درآمده است (خط‌های مقیاس= ۱۰ میکرومتر).

Figure 1. Three species of arbuscular mycorrhizal fungi from rhizospher of grape and apple in the Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province: A,B- *Funneliformis mosseae*, A- Spore with mother hyphae, B- Funnel shape subtending hyphae. C- *Claroideoglomus claroideum*, with 2 layers spore wall, thick mucilaginous impermanent outer layer and laminate inner layer. D- *Scutellospora calospora*, with bulbous shape mother cell and dark red colour inner wall in Melzer's reagent (Bars= 10µm).

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک: بافت خاک نمونه‌ها از رسی تا لومی، رسی‌لومی، سیلتی‌رسی، سیلتی‌رسی‌لومی، رسی‌شنی و حتی رسی‌لومی‌شنی متغیر بود. دامنه تغییرات pH در نمونه‌های انگور بین ۷/۳٤ تا ۸/۱ با میانگین ۷/۷۸ و در نمونه‌های سیب بین ۷/۵۷ تا ۸/۳ و با میانگین ۷/۸۱ بود. دامنه تغییرات EC در نمونه‌های انگور بین ۰/۲۹۹ تا ۲/۱۸۰، با میانگین ۰/۹٤۷ و در نمونه‌های سیب بین ۰/۱۷٦ تا ۱/۸۲۱، با میانگین ۰/٦۸۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. دامنه تغییرات میزان فسفر خاک در نمونه‌های انگور از ۲/۹ تا ۱۰۰/۸، با میانگین ٤۱/۲ و در نمونه‌های سیب از ۲۱/۹ تا ۸۷/۲، با میانگین ٥٦/۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک تعیین گردید.

همبستگی بین ویژگی‌های شیمیایی خاک با رابطه همزیستی سیب و انگور با قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار: نتایج بررسی ضریب همبستگی این عوامل در جدول ۳ نشان داده شده‌اند.

تأثیر فسفر خاک: ضرایب همبستگی فسفر قابل‌جذب خاک با رابطه قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار مانند جمعیت هاگ و درصد کلنیزاسیون طول ریشه سیب و انگور در این پژوهش منفی بودند، که این همبستگی برای درصد کلنیزاسیون طول ریشه سیب در سطح ۵ درصد معنی‌دار و برای بقیه غیرمعنی‌دار بود، پس می‌توان نتیجه گرفت با افزایش فسفر قابل‌جذب خاک درصد کلنیزاسیون طول ریشه این گیاه به نحو معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) و جمعیت هاگ این قارچ‌ها در خاک به میزان غیرمعنی‌داری کاهش می‌یابند. گزارش شده است زمانی‌که مقدار فسفر خاک بالا رود میزان کلنیزاسیون میکوریزایی ریشه‌ها کاهش می‌یابد (۵). پژوهشی دیگر نیز نشان داده، که میزان کلنیزاسیون طول ریشه ذرت توسط این قارچ‌ها با اضافه کردن ۱/۵ گرم یا بیش‌تر از منوفسفات کلسیم به‌ازای هر کیلوگرم خاک به‌شدت کاهش می‌یابد (۲۱). بررسی میزان کلنیزاسیون ریشه‌های گندم و جو در پنج خاک مختلف از نظر میزان فسفر قابل‌استفاده برای گیاه، نیز نشان داده که میزان کلنیزاسیون ریشه‌ها توسط این قارچ‌ها در خاک‌هایی با میزان فسفر قابل‌استفاده کم برای گیاه، بسیار بالا است و با کاربرد کودهای فسفره در خاک میزان کلنیزاسیون ریشه‌ها و جمعیت هاگ این قارچ‌ها در خاک کاهش می‌یابد (۱۷). پژوهش‌های انجام شده نشان داده‌اند که افزایش فسفر قابل‌استفاده گیاه در خاک باعث کاهش میزان کلنیزاسیون ریشه‌ها می‌شود (۸ و ۱۹). یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار توانایی جذب فسفر از خاک‌هایی با میزان کم فسفر قابل‌جذب گیاه می‌باشد و همین امر به استقرار و رشد گیاهان همزیست در این نوع خاک‌ها، کمک می‌کند. افزایش غلظت فسفر محلول در خاک از کلنیزه شدن ریشه گیاه و در نتیجه افزایش رشد حاصل از این همزیستی جلوگیری می‌کند (۲۹ و ۳۰). بین میزان فسفر خاک و تعداد هاگ قارچ‌های همزیست ریشه درختان پسته در استان خراسان نیز همبستگی منفی غیرمعنی‌دار گزارش شده است (۱۳). بررسی‌ها بیانگر این است که مصرف کودهای شیمیایی حاوی فسفر محلول اولین مانع برای ایجاد این نوع همزیستی است و محدود بودن فسفر قابل دسترس گیاه، سبب استقرار سریع قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار می‌شود (۳۰). به‌نظر می‌رسد هنگامی که میزان فسفر خاک کم باشد، گیاهان مقدار زیادی قند و اسیدهای آمینه در خاک ریزوسفری تراوش می‌کنند، که موجب جوانه‌زنی هاگ و رشد ریسه قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار می‌شوند (۲).

جدول ۳- ضریب همبستگی ویژگی‌های شیمیایی خاک با جمعیت هاگ‌های قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار و درصد کلنیزاسیون ریشه سیب و انگور.

Table 3. The correlation coefficient of chemical properties of soil properties and spores population of arbuscular mycorrhizal fungi and root length colonization of apple and grape.

گیاه Plant	قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار Arbuscular mycorrhizal fungi	ویژگی‌های شیمیایی خاک Soil chemical properties		
		اسیدیته pH (mol / l)	هدایت الکتریکی EC (dS / m)	فسفر Phosphorus (mg / Kg)
سیب Apple	جمعیت هاگ Spores population	-0.017^{ns}	-0.418*	-0.037^{ns}
	کلنیزاسیون ریشه Root length colonization	-0.216^{ns}	-0.188^{ns}	-0.378*
انگور Grape	جمعیت هاگ Spores population	-0.454*	-0.296^{ns}	-0.008^{ns}
	کلنیزاسیون ریشه Root length colonization	-0.436*	-0.152^{ns}	-0.164^{ns}

* معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ^{ns} عدم معنی‌داری.

* significant in 5%, ^{ns} no significant.

تأثیر اسیدیته خاک: همبستگی منفی بین اسیدیته این خاک‌ها (۷/۳٤-۸/۱) و جمعیت هاگ و تنوع گونه‌های این قارچ‌ها نشان می‌دهد، که با افزایش اسیدیته و قلیایی شدن بیش‌تر خاک از رشد و تکثیر این قارچ‌ها کاسته می‌شود. بررسی جمعیت هاگ و تنوع قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار در باغ‌های موز ناحیه‌ای در هند نیز نشان داده که در خاک‌های با فسفر کم واسیدیته کمی قلیایی (۷/۵-۸/٤) جمعیت هاگ و تنوع این قارچ‌ها بیش‌تر از خاک‌های آلوده به آفت‌کش‌ها بوده است و قارچ *F. mosseae* گونه غالب بوده است (۲). نتیجه یک پژوهش نشان داده که حداکثر جمعیت هاگ این قارچ‌ها معمولاً در اسیدیته بین ٦ تا ۸ دیده می‌شود و در خارج از این محدوده جمعیت هاگ‌ها کم است، ولی به‌نظر می‌رسد اسیدیته بهینه برای رشد و تکثیر این قارچ‌ها تفاوت دارد (۱۵). بنابراین با توجه به مشابه بودن نتیجه این پژوهش و پژوهش صورت گرفته در باغ‌های موز هند مبنی بر غالب بودن گونه *F. mosseae*، به‌نظر می‌رسد که این قارچ در خاک‌های بااسیدیته خنثی تا کمی قلیایی فراوانی بیش‌تری دارد. پژوهش‌های انجام شده، نشان داده‌اند بین اسیدیته خاک با جمعیت هاگ‌های قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار همبستگی منفی وجود دارد (۲۹). در پژوهش حاضر نیز مشخص گردید که اسیدیته خاک با جمعیت هاگ قارچ‌های میکوریز سیب و انگور همبستگی منفی دارد. رابطه منفی اسیدیته خاک با رشد و تکثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار را می‌توان به محلول شدن و افزایش عناصر غذایی قابل استفاده خاک در اسیدیته‌های پایین‌تر و آماده شدن زمینه برای رشد و تکثیر این قارچ‌ها نسبت داد (۲).

تأثیر شوری خاک: قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار جزء مهمی از زیست‌بوم‌های طبیعی و کشاورزی هستند که برقراری رابطه همزیستی آن‌ها با گیاهان و تکثیرشان تحت‌تأثیر ضریب هدایت الکتریکی یا میزان

شوری خاک قرار می‌گیرد. نتیجه این پژوهش نشان می‌دهد که بین EC خاک با جمعیت هاگ این قارچ‌ها و میزان کلنیزاسیون ریشه سیب و انگور همبستگی منفی وجود دارد. همچنین در پژوهشی در مورد تأثیر ناشی از افزودن چهار سطح کلریدسدیم و چهار سطح مخلوط چهار نوع نمک بر میزان کلنیزاسیون ریشه توسط دو گونه از این قارچ‌ها و وزن میوه و وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه رقم اسپکتروم ۸۸۲ گوجه‌فرنگی در ایران، گزارش شده که درصد کلنیزاسیون طول ریشه، وزن تر میوه، وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه در کم‌ترین سطح شوری از کلرید سدیم و مخلوط املاح به‌میزان معنی‌داری بیش‌تر از سایر سطوح بوده است، که این حالت بیانگر تأثیر منفی شوری خاک بر کارآیی این قارچ‌ها است (٦). تأثیر منفی شوری خاک بر رابطه میکوریزی می‌تواند ناشی از دو عامل باشد، اول: جوانه‌زدن هاگ‌ها و رشد ریسه قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار با افزایش غلظت نمک‌ها در خاک کاهش می‌یابد، دوم: فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه به‌خصوص تولید کربوهیدرات‌ها و تراوش مواد از ریشه که برای جوانه‌زدن هاگ‌ها و رشد این قارچ‌ها مورد نیاز هستند، با افزایش شوری خاک کاهش می‌یابد (۱).

نتیجه‌گیری

حضور این قارچ‌ها در تمام نمونه‌ها بیانگر نیاز این گیاهان به این همزیستی برای رشد و نمو طبیعی است. جمعیت هاگ این قارچ‌ها، تنوع آن‌ها و درصد کلنیزاسیون طول ریشه، در سیب بیش‌تر از انگور بود. فراوانی بیش‌تر قارچ *F. mosseae*، بیانگر توانایی بیش‌تر آن در برقراری رابطه همزیستی با این گیاهان در شرایط اسیدیته خنثی تا کمی قلیایی، شوری و فسفر کم خاک است. همبستگی منفی میزان فسفر، اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک با جمعیت هاگ قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار و درصد کلنیزاسیون طول ریشه، نشان می‌دهد که توانایی برقراری رابطه همزیستی این قارچ‌ها با ریشه این گیاهان و میزان تکثیر آن‌ها در خاک‌های با فسفر، اسیدیته و شوری کم، بیش‌تر است. بنابراین می‌توان کاربرد این قارچ‌ها را در این گونه خاک‌ها برای بهبود رشد و محصول این گیاهان، پیشنهاد کرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مشاوره ارزنده جناب آقای دکتر ابراهیم ادهمی، دانشیار محترم گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج، در اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

1.Abdel Latef, A.A.H., and Miransari, M. 2014. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress. P 23-38, In: M. Miransari (Ed.), Use of Microbes for the Alleviation of Soil Stresses, Vol. 2: Alleviation of Soil Stress by PGPR and Mycorrhizal Fungi. Springer Science+Business Media New York.

2.Abubacker, M.N., Visvanathan, M., and Srinivasan, S. 2014. Impact of pesticides on AMF spore population and diversity in banana (*Musca* spp.) plantation soils. Biolife. 2: 4. 1279-1286.

3.Allen, M.F. 1991. The Ecology of Mycorrhizae. London, Cambridge University Press, UK, Pp: 32-40.

4.Allen, M.F. 1992. Mycorrhizal functioning. Chapman and Hall Publishing. New York, Routledge, USA, Pp: 301-332.

5.Amijee, F., Tinker, P.B., and Stribley, D.P. 1989. The development of endomycorrhizal root systems. VII. A detailed study of effects of soil phosphorus on colonization. New Phytologist. 111: 435-446.

6.Barin, M., Aliasgharzadeh, N., and Samadi, A. 2002. Influence of mycorrhization on the mineral nutrition and yield of tomato under sodium chloride and salts mixture induced salinity levels. Soil and Water Sciences. 20: 1. 94-105. (In Persian)
7.Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. P 545-566, In: C.A. Black (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part I. Monog. Ser. No. 9. ASA. Madison, WI.
8.Douds, D.D., and Schenck, N.C. 1990. Relationship of colonization and sporulation by VA mycorrhizal fungi to plant nutrient and carbohydrate contents. New Phytologist. 116: 621-627.
9.Duke, E.R., Johnson, C.R., and Koch, K.E. 1986. Accumulation of phosphorus, dry matter and betaine during NaCl stress of split-root citrus seedlings colonize with vesicular arbuscular mycorrizal fungion on zero, one or two halves. New Phytologist. 104: 85-110.
10.Duponnois, R., Colombet, A., Hien, V., and Thioulouse, J. 2005. The mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and rock phosphate amendment influence plant growth and microbial activity in the rhizosphere of *Acacia holosericea*. Soil Biology and Biochemistry. 37: 1460-1468.
11.Gaur, A., and Adholeya, A. 2002. Arbuscular mycorrhizal inoculation of five tropical fodder crops and inoculums production in marginal soil amended with organic matter. Biology and Fertility of Soils. 35: 214-218.
12.Gerdemann, J.W., and Nicolson, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet-sieving and decanting. Transactions of the British Mycological Society. 46: 235-244.
13.Hajian, M., and Abbasi, M. 2005. Variation of spores of vesicular arbuscular mycorrhiza population in pistachio natural forest soil in north of Khorassan. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. 8: 4. 77-86. (In Persian)
14.Hirrel, M.C., and Gerdemann, J.W. 1980. Improved growth of onion and bell pepper in saline soils by two vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. J. Soil Sci. Soc. Amer. 44: 654-655.
15.Isobe, K., Aizawa, E., Iguchi, Y., and Ishii, R. 2007. Distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in upland field soil of Japan 1. Relationship between spore density and the soil environmental factor. Plant Production Science. 10: 1. 122-128.
16.Jenkins, W.R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. Plant Disease Reports. 48: 692. (Short report)
17.Jensen, A., and Jakobsen, J. 1980 .The occurrence of vesicular arbuscular mycorrhiza in barley and wheat grown in some Danish soil with different fertilizer treatment. Plant and Soil. 55: 403-414.
18.Juniper, S., and Abbott, L. 1993. Vesicular arbuscular mycorrhizas and soil salinity. Mycorrhiza. 4: 45-57.
19.Menge, J.A., Steirle, D., Bagyaraj, D.J., Johnson, E.L.V., and Leonard, R.T. 1978. Phosphorus concentrations in plants responsible for inhibition of mycorrhizal infection. New Phytologist. 80: 575-578.
20.Meyer, A.H., Valentine, A.J., Botha, A., Archer, E., and Louw, P.J.E. 2005. Young grapevine response and root colonization following inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. J. Enol. Viticul. 25: 1. 26-32.
21.Mosse, B. 1973. Plant growth responses to vesicular–arbuscular mycorrhiza. X. Response of Stylosanthes and maize to inoculation in unsterile soils. New Phytologist. 78: 277-288.
22.Olsen, S.R., and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. Methods of Soil Analysis. Part 2. American Agronomy Society, Madison, Wisconsin, USA, Pp: 403-430.
23.Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2, 2nd ed., American Agronomy Society, Madison, Wisconsin,USA, Pp: 400-403.
24.Phillips, J.M., and Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society. 55: 158-161.
25.Plenchette, C., Furlan, V., and Fortin, J.A. 1981. Growth stimulation of apple trees in unsterilized soils under field conditions with VA mycorrhiza inoculum. Can. J. Bot. 59: 2003-2008.

26. Schenck, N.C., and Perez, Y. 1990. Manual for the Identification of VA Mycorrhizal Fungi. Synergistic Publications, Gainesville, Florida, USA, 286p.
27. Schubert, A., and Lubraco, G. 2000. Mycorrhizal inoculation enhances growth and nutrient uptake of micro propagated apple rootstocks during weaning in commercial substrates of high nutrient availability. Applied Soil Ecology. 15: 113-118.
28. Sedaghati, A., Khosravi, A., Mohammadi Goltapeh, A., Minasian, V., and Rezaei Danesh, Y. 2008. Isolation and identification of grape root symbiotic arbuscular mycorrhizal fungi in the provinces of Khorasan and Qazvin. Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress. BuAliSina University of Hamedan, 643p. (In Persian)
29. Sieverding, E. 1989. Ecology of VAM fungi in tropical agrosystems. Agriculture Ecosystem and Environment. 29: 369-390.
30. Waterer, D., and Coltman, R. 1989. Response of lettuce to pre- and post-transplant phosphorus and pre-transplant inoculation with a VA-mycorrhizal fungus. Plant and Soil. 117: 151-156.

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 7(1), 2017
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

The effect of chemical properties of soil on symbiosis of apple and grape with arbuscular mycorrhizal fungi

Z. Avazzadeh-Mehrian[1] and *M. Sadravi[2]
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Plant Protection, Yasouj University, Yasouj, Iran,
[2]Associate Prof., Dept. of Plant Protection, Yasouj University, Yasouj, Iran
Received: 04/16/2016; Accepted: 12/18/2016

Abstract

Background and Objectives: Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), are natural obligate root symbiont of 80 percent of plants and play a key role in water and some nutrients, particularly phosphorus, absorption and sustainable production of field crops and fruit trees. Some of these fungi reported from grape's rhizosphere and some species increased apple seedlings growth. This research was conducted to investigate the presence of these fungi in apple and grape orchards of Boyer-Ahmad and Dena areas, southwest Iran and the impact of soil chemical properties on their symbiotic relationships.

Materials and Methods: Sixty samples were collected from the rhizosphere of apples and grapes in this region. Spores of AMF were isolated by wet sieving and decanting method and then centrifuged in sugar solution and spores population of these fungi estimated at 100 grams of each samples. The trap pot culture for each sample was established with maize in the greenhouse, for 14 weeks. AMF species were identified with study the morphological characteristics of isolated spores from the samples and trap pot cultures. Root length colonization was measured in each sample, after discoloring roots with 10% KOH and their staining with Lactophenol-Anilinblue solution. Soil texture, pH, EC and soil phosphorus, were appointed, for each sample. The correlation coefficients of soil chemical properties with AMF spores population and root length colonization were measured, for each plant.

Results: AMF were present in all samples. The mean of the spores population, species richness and root length colonization in apple were 1474, 3.3 and 67.28 and in grape were 1045, 2.8 and 40.41. Fourteen species of these fungi belong to the 8 genera were identified as follow: *Funneliformis constrictum, F. caledonium, F. mosseae, F. geosporum, Glomus deserticola, G. microaggregatum, Rhizophagus fasciculatus, R. clarus, Claroideoglomus claroideum, C. etunicatum, Scutellospora calospora, Entrophospora infrequens, Ambispora gerdemannii, Acaulospora bireticulata*. *F. mosseae* had the highest frequency by 76.6%. The soil texture of samples were varied from clay to loamy. Soil pH, EC and phosphorus, had negative correlations with AMF spores population and root length colonization. The correlation coefficient of AMF spores population with soil pH, EC and phosphorus was -0.02, -0.42 and -0.04 in apple and -0.45, -0.30 and -0.01 in grape respectively. Also correlation coefficients of the root length colonization with soil pH, EC and phosphorus were -0.22, -0.19 and -0.38 in apple and -0.44, -0.15 and -0.16 in grape respectively.

Conclusion: The presence of AMF in all samples indicated that these plants need to this symbiosis for their natural growth and development. AMF spores population, species richness and root length colonization in apple samples were greater than the grape. More frequency of *F. mosseae*, reflects its ability to establish symbiotic relationship with these plants and the impact on their growth. The negative correlation between the amount of phosphorus, pH and electrical conductivity of soil with a spores population of AMF and root length colonization indicate that the ability of AMF symbiosis with these plants and their propagation are higher in soils with low phosphorus, pH and salinity. Therefore the use of AMF to improve the growth of these plants can be suggested in such soils.

Keywords: pH, Phosphorus, Salinity, *Funneliformis*, *Glomus*

* Corresponding Author; Email: msadravi@yu.ac.ir