اثر قارچ‌های میکوریز بر زیست پالایی

مسعود کارگر
دانشجوی کارشناسی زیست‌شناسی سلولی و مولکولی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد
حسین لاری یزدی
دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

چکیده

انسان با دخالت‌های غیرمتعارف خود، نظیر کاربرد مداوم سموم و کودهای غیر طبیعی، یا استفاده از ادوات و ابزارهای مصنوعی آسیب‌های شدیدی به سیستم‌های زراعی و محیط زیست تحمیل کرده است. افزایش فعالیت میکروبی در خاک و استفاده از روابط همزیستی بین باکتری‌های محرک رشد گیاه، میکوریز و گیاهان در شرایط آلایندگی ناشی از فلزات سنگین و پالایش اراضی آلوده یک راهکار مدیریتی سودمند و اقتصادی به‌شمار می‌آید. قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، همزیست ۸۰ درصد گیاهان، از جمله اغلب گیاهان زراعی و درختان میوه هستند. آن‌ها ضمن استقرار درون بافت ریشه و تولید آربوسکول درون سلول‌های پوست داخلی آن، شبکهٔ ظریف ریشه‌های خارج ریشه‌ای نیز تولید می‌کنند. این قارچ‌ها با افزایش جذب آب و عناصر غذایی بر گیاهان، تغییر در مواد شیمیایی بافت‌های گیاهی، رقابت با بیماری‌زاها برای محل استقرار و مواد غذایی، تغییر در ساختار ریشه، کاستن از تنش‌های محیطی و افزایش جمعیت باکتری‌های مفید خاک به مدیریت بیماری‌های قارچی، شبه‌قارچی، باکتریائی، فیتوپلاسمایی و فیزیولوژیک گیاهان کمک می‌کنند. جمع‌آوری، شناسایی، خالص‌سازی، تکثیر و تلقیح این قارچ‌ها به گیاهان می‌تواند مصرف کودها و مواد شیمیایی را کاهش دهد.

کلیدواژه‌ها

آربوسکول، بیماری، میکوریز، نماتد، همزیستی، باکتری محرک رشد.

آگاهی در مورد آلاینده‌های خاک و توجه بیشتر به راه‌کاری مناسب برای کاهش آن‌ها، ضرورتی انکارناپذیر است

مقدمه

خاک به‌عنوان جزئی از بیوسفر، نقش مهمی در تولید غذا و پایداری محیط زیست دارد. افزایش جمعیت و به همراه آن افزایش دانش علمی و فنی و گسترش صنایع بدون رعایت مسائل و استانداردهای زیست‌محیطی سبب آلودگی محیط و به‌هم‌خوردن تعادل اکوسیستم خاک شده است. بنابراین، آگاهی در مورد آلاینده‌های خاک و توجه بیشتر به راه‌کاری مناسب برای کاهش آن‌ها، ضرورتی انکارناپذیر است. روش‌های فیزیکی و شیمیایی متفاوتی برای پالایش خاک‌های آلوده به فلزات سنگین به‌کار برده شده‌اند که اغلب آن‌ها علاوه بر هزینهٔ زیاد، سبب تخریب ساختار فیزیکی و شیمیایی و فعالیت‌های حیاتی خاک می‌شوند و کاربری اراضی برای تولید محصول را کاهش داده‌اند. بنابراین، بهتر است تا حد ممکن از روش‌های زیستی مناسب، طبیعی، مقرون‌به‌صرفه و در محل استفاده شود. گیاه پالایی[1] به‌عنوان یک روش مورد قبول برای جابه‌جایی، یا غیرفعال کردن فلزات در خاک‌های آلوده توصیه شده است.

در بین موجودات ریزوسفری که در واکنش گیاه با خاک اطراف دخالت دارند، باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) مانند حل‌کننده‌های فسفات و پتاسیم و باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن، ریزوبیوم‌ها و قارچ میکوریز آربوسکولار (AH) مورد توجه قرار گرفته‌اند (وِلِر و همکاران، ۱۹۹۳؛ واروارا و همکاران، ۲۰۰۱).

میکوریزها به سه گروه اکتومیکوریز، اندومیکوریز و اکتندومیکوریز تقسیم می‌شوند. اختلاف آن‌ها در چگونگی نفوذ قارچ به داخل سلول میزبان و ایجاد حالت‌های گوناگون قارچی مانند (آربوسکول، وزیکول و غیره) و ساختار آن در سلول میزبان است. ریشهٔ این قارچ‌ها که با اکثر گیاهان مناطق حاره، مرتفع و سرد، مرطوب و خشک همزیستی دارند، مستقیماً به دیوارهٔ ریشه‌های موئین یا ریشه‌های جانبی نفوذ و در بین سلول‌های اپیدرمی رشد می‌کند، در لایه‌های بیرونی پوست ریشه ممکن است تولید حلقه‌هایی درون اولین سلول‌های پوست ریشه بکند. اغلب این قارچ‌ها در بین سلول‌های پارانشیمی پوست، تولید حباب‌هایی بیضی یا تخم‌مرغی شکلی، با دیوارهٔ نازک در میان، یا انتهای ریسه ایجاد می‌کنند. نظر به این‌که این حباب‌ها سرشار از چربی هستند و تعداد آن‌ها در ریشه‌های مسن افزایش می‌یابد، آن‌ها را به عنوان منبع ذخیرهٔ غذا و انرژی قارچ و پایداری آن پس از مرگ گیاه در خاک می‌دانند. بدین‌ترتیب در صورتی که ریشه‌ها از خاک خارج نشوند، قارچ می‌تواند برای مدت‌های طولانی در بافت آن‌ها زنده بماند.

از آنجا که قارچ میکوریز آربوسکولار پس از برقراری رابطهٔ همزیستی، ترشحات ریشه‌ای گیاه میزبان را به‌صورت کمّی و کیفی تغییر می‌دهد (پینیور و همکاران، ۱۹۹۹). لذا می‌تواند نقش مهمی در پاک‌سازی محیط از آلاینده‌های آلوده‌کنندهٔ خاک داشته باشد. قارچ میکوریز از طریق بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه، اصلاح روابط آبی گیاه و افزایش تحمل گیاه به آلاینده‌ها نقش مهمی ایفا می‌کنند (هاردی و لیتون، ۱۹۸۱). کلونیزاسیون قارچ‌های میکوریزی جذب و تجمع فلزات سنگین را در گیاهان عالی افزایش می‌دهد. قارچ‌های میکوریز با ترشح برخی آنزیم‌ها در فرایند غیر متحرک شدن (آلی شدن) فلزات سنگین در خاک‌های آلوده نقش دارند و میزان انباشت آن‌ها را در گیاهان کاهش می‌دهند (جوند و لیوال، ۲۰۰۱).

آئودت و چِرست (۲۰۰۶) نشان داده‌اند که غلظت و جذب روی (Zn) با افزایش تراز روی (Zn) در اندام‌های هوایی گیاهان میکوریزی بیشتر از گیاهان غیر میکوریزی است و بخش اعظم روی (Zn) جذب شده گیاه در اندام‌های هوایی تجمع می‌یابد. عوامل دیگری از جمله شرایط خشکی، ساختار نامناسب خاک، آبیاری اندک و کمبود عناصر غذایی نیز موجب محدودیت رشد گیاهان در خاک‌های آلوده می‌شوند. در مجموع این عوامل موجب کاهش جذب فلزات توسط گیاه، کاهش رشد و زیست‌توده تولیدی آن و در نهایت افزایش زمان مورد نیاز برای پاکسازی منطقهٔ آلوده خواهد شد.

رابطهٔ همزیستی میکوریزی و تنش‌های محیطی

در همزیستی قارچ‌های میکوریز با گیاه میزبان، قسمتی از کربن حاصل از فتوسنتز گیاه در اختیار قارچ همزیست قرار می‌گیرد و در ازای آن شبکهٔ گسترده هیف قارچ‌های میکوریز، جذب و انتقال آب و عناصر معدنی را از مناطقی که برای سیستم

در صورتی که ریشه‌ها از خاک خارج نشوند، قارچ می‌تواند برای مدت‌های طولانی در بافت آن‌ها زنده بماند

ریشـــه‌ای غیر قابل دسترس است به گیاه تسریع می‌کند و این همزیستی به گیاهان کمک می‌کند تا قادر به رشد در شرایط دشوار باشند (آمریان و استیوارت، ۲۰۰۱).

تأثیر قارچ‌های میکوریز به‌خصوص در زمین‌هایی که فســـفر محلول در خاک آن کم یا بر اثر تنش خشـــکی، ضریب پخشـــیدگی آن بسیار کاهش یافته است، مشهودتر است (اردکانی و همکاران، ۱۳۷۹).

سرعت گســـترش هیف‌های خارج ریشه‌ای در قارچ‌ها به‌طور متوسط ۸۰۰ برابر سرعت گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه است. بنابراین، ناحیهٔ تهی از فسفر در اطراف هیف‌های قارچ‌های میکوریزی به شکل محدودتری نسبت به اطراف ریشه‌های موئین تشکیل می‌شود و بدین علت مقدار بیشتری فسفر در همزیستی میکوریزی جذب می‌شود (رجالی، ۱۳۸۴).

محققان عقیده دارند عنصر فسفر باعث کاهش اثر تنش شوری بر رشد گیاه می‌شود (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳). بنابرایـــن، قارچ‌های میکوریز می‌توانند با افزایش جذب فسفر توسط گیاه، اثرهای منفی تنش شوری را نیز کاهش دهند. در گیاهان میکوریزی غلظت پتاسیم نیز بیشتر از گیاهان غیر میکوریزی گزارش شده است و بدین‌ترتیب با افزایش نسبت پتاسیم به سدیم، همزیستی میکوریزی گیاه را در برابر اثرهای منفی سدیم محافظت می‌کند (امیری و همکاران، ۱۳۸۹).

چـــو و همـــکاران (۲۰۰۶) در طی آزمایشـــی دریافتند که همزیستی میکوریزی و عکس‌العمل ذرت خوشـــه‌ای به تنش‌های خشـــکی و شوری سبب افزایش مقاومت گیاه میزبان به این تنش‌ها می‌شـــود. از طرف دیگر، قارچ‌های میکوریز به‌طور مســـتقیم با ایجاد یک مانع فیزیکی روی ریشه، یا تولید مواد ضد رشـــد عوامل بیماری‌زای گیاهی مانند بعضی آنتی‌بیوتیک‌ها و ترکیبات شیمیایی دیگر رشـــد میکروارگانیسم‌های پاتوژن را محدود می‌کنند و در نتیجه موجب افزایش مقاومت گیاه به عوامل بیماری‌زای ریشه نیز می‌شوند. قارچ‌های میکوریزی می‌توانند سنتز هورمون‌های رشد، مثل ایندول بوتریک اســـید (ABA) را در گیاه کنترل کنند. همچنین هیف این قارچ‌ها قادر به تولید این ماده است. بنابراین، قارچ‌های میکوریزی می‌توانند از طریـــق افزایش مقـــدار ABA در گیاه میزبان هدایت روزنه‌ای آن را تحت‌تأثیر قرار دهند (استرادا ـ لونا و همـــکاران، ۲۰۰۳)، هدررفت آب گیاه را از طریق کاهش گشودگی روزنه‌ها کم کنند و بسته شدن روزنه‌ها سریع‌تر انجام شود. به نظر می‌رسد سلول‌های نگهبان روزنه، دارای گیرندهٔ مخصوص ABA هستند که در دیوارهٔ بیرونی غشای پلاسمایی آن‌ها قرار گرفته است. وجود این گیرنده‌ها و عمل آن باعث تغییر در باز شدن کانال‌های یونی می‌شود و شیب پروتئین را فعال می‌کند (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). نظر به این که اکثر تحقیقات انجام یافته در زمینهٔ اثـــر قارچ‌های میکوریز آربوســـکولار بر رشـــد و جذب عناصر غذایـــی در گیاهان زراعی و باغی در شـــرایط کنترل شدهٔ گلخانه، یا اتاق رشد و مخصوصاً در بسته‌های استریل‌شده انجام یافته اســـت؛ لذا نتایج حاصل از تحقیقات گلخانه‌ای به راحتی قابل تعمیم به شرایط مزرعه‌ای نیست و باید تحقیقات گسترده‌ای برای شناسایی گونه‌های کارا که در شرایط خاک‌های خشک و نیمه‌خشک کشور بیشترین ســـازگاری را برای تولید انبوه به‌صورت کودهای زیستی داشته باشـــند در شرایط مزرعه صورت گیرد.

قارچ‌های میکوریز می‌توانند با افزایش جذب فسفر توسط گیاه، اثرهای منفی تنش شوری را نیز کاهش دهند

به‌طـــور کلی، این قارچ‌ها از طریق افزایش جذب عناصـــر غذایی با قابلیت تحرک کم در خاک مثل فســـفر، روی، مس، کادمیم، افزایش نسبی جذب آب که باعث رقیق شـــدن اثرهای یون‌های سمی می‌شود، افزایش غلظت قندهای محلول در ریشه که منجر به کاهش پتانسیل اسمزی ریشه می‌شود و ایجاد تعادل عناصر غذایی گیاه در شرایط شوری موجب مقاومت گیاهان زراعی در برابر تنش‌های محیطی می‌شود (توسلی و همکاران، ۱۳۸۸).

نقش قارچ میکوریز در مدیریت بیماری‌های گیاهی

۱. تأثیر بر بیماری‌های قارچی و شبه‌قارچی: همزیســـتی قارچ میکوریز آربوســـکولار با ریشه چنـــد رقم جو، در محیط کشـــت، باعث حفاظت معنـــی‌دار آن‌هـــا در برابـــر آلودگـــی بـــه قارچ بیمـــاری‌زای Gaeumanomyces graminis (sacc.)، عامـــل بیماری پاخورده، شـــده اســـت (Castellanos-Morales, 2011). تلقیـــح مایـــهٔ مخلوط چند قارچ میکوریز آربوســـکولار به ریشهٔ خیار در گلخانه باعث افزایش رشـــد آن و کنترل بیماری پژمردگی آوندی ناشی از قارچ Fusarium oxysporum. Sp. Cucumerinum S. H. Owen شده اســـت (Hu, 2010). کاربرد تیمارهای تلقیح مایهٔ مخلوط دو قارچ میکوریز آربوسکولار، باکتری (Flugge, 1886; Migula, 1895) Pseudomanas fluorescens، بـــه تنهایـــی و یـــا ترکیـــب مایهٔ قارچ‌هـــا و باکتری به ریشـــهٔ لوبیای فرانســـوی (Vulgaris L. phaseolus) بـــرای کنتـــرل بیمـــاری پوســـیدگی ریشـــه، ناشـــی از قـــارچ Rhizocotonia solanis. G. Kuhn، نشـــان داده است که ترکیب مایهٔ قارچ‌ها و باکتری باعث کاهش معنی‌دار پوسیدگی ریشه و افزایش رشد و محصول می‌شود (Neeraj, 2011).

تلقیح مایهٔ مخلوط دو قارچ میکوریز آربوسکولار F. mosseae و G. interaradices به ریشـــهٔ توت فرنگـــی باعث حفاظت و کنترل معنـــی‌دار آن در برابر بیماری پژمردگی ورتیســـیلویمی، ناشـــی از قارچ Verticilliumdahliaeklebahn شده است، به طوری که در بوته‌های تلقیح‌نشـــده با این قارچ‌ها، محصول به میزان ۶۰ درصد در اثر قارچ بیماری‌زا کاهش یافته است.

۲. تأثیر بر بیماری‌های نماتودی: مروری بر ۶۵ مقاله علمی ـ پژوهشی منتشر شده در طی ۲۰ سال گذشته در مورد تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر نماتدهای انگل ریشه گیاهان نشان داده است که از بین قارچ‌های میکوریز آربوسکولار G.intraradices و F.mosseae، C.etunicatum توانایی کاهش خسارت نماتدهای مولد غده ریشه (Meloidogyne spp.) و Tylenchorhynchus spp. را دارنـــد (GeraHol & Cook, 2005). نهال‌های گیلاس همزیست با قارچ G. intraradices مقاومت بیشـــتری در برابر نماند Pratylenchus vulnus Allen & Sensen از خـــود نشـــان داده و وزن تر و قطر ســـاقه آن‌ها به میزان معنی‌داری بیشـــتر از نهال‌های غیر میکوریز بوده است.

۳. تأثیر بر بیماری‌های باکتریایی: بوته‌های گوجه فرنگی کلینزه شـــده با یک قارچ میکوریز آربوسکولار که بعد از سه هفته توسط باکتری مولد پژمردگی Pseudomonas syringae PV. Syring aevan Hall تلقیح شـــدند، رشد بیشتری نسبت به بوته‌های غیر میکوریزی نشان دادند و جمعیت باکتری هم در آن‌ها کمتر بوده است (Gracia Garrido & Ocampo, 1989).

قارچ‌های میکوریز آربوسکولار می‌توانند باعث افزایش جذب آب و عناصر غذایی بر گیاهان، مقاومت به عوامل بیماری‌زا و بیماری‌های فیزیولوژیک و بهبود ساختار خاک شوند

۴. تأثیر بر بیماری فیتوپلاسمایی: تلقیح ریشهٔ توتون با یک قارچ میکوریز آربوسکولار، برای بررسی تأثیر آن بر بیماری فیتوپلاسمائی زردی مینا (Aster yellow) نشان داده که این همزیستی باعث افزایش معنی‌دار طول ریشه و میزان فتوسنتز بوته‌های بیمار، دارای قارچ همزیست می‌شود (Kaminska, 2010).

۵. تأثیر بر بیماری‌های فیزیولوژیک: گیاهان همواره در معرض شرایط نامساعد محیط مانند خشکی، شوری، سمیت خاک قرار دارند که باعث بروز بیماری‌های فیزیولوژیک در آن‌ها می‌شود. قهوه یکی از گیاهان حساس به خشکی و شوری آب و خاک است که این عوامل باعث ناهنجاری‌های فیزیولوژیک مخصوصاً در نهال‌های آن می‌شوند.

تلقیح ریشه نهال‌های قهوه با قارچ میکوریز آربوسکولار از جنس Glomus باعث افزایش مقاومت آن‌ها به خشکی و شوری آب و خاک شده است (Andrade, 2009). تلقیح ریشهٔ نشاهای گوجه‌فرنگی با قارچ میکوریز آربوسکولار F. mosseae در آزمایش گلخانه‌ای، باعث افزایش معنی‌دار رشد و محصول آن‌ها در خاک شور در مقایسه با بوته‌های تلقیح نشده گردیده است (Zhang Qunet, 2007).

نهال‌های درختی کافور تلقیح شده با یک قارچ میکوریز آربوسکولار، میزان کلروفیل و فتوسنتز بیشتری در مقایسه با نهال‌های بدون قارچ همزیست در خاک آلوده به مقادیر کم و توسط یون آلومینیوم Al^{3+} داشته‌اند (Ming & Zhang-Cheng, 2008).

نتیجه‌گیری

قارچ‌های میکوریز آربوسکولار می‌توانند باعث افزایش جذب آب و عناصر غذایی بر گیاهان، مقاومت به عوامل بیماری‌زا و بیماری‌های فیزیولوژیک و بهبود ساختار خاک شوند. بنابراین، جمع‌آوری، شناسایی، خالص‌سازی، تکثیر و تلقیح آن‌ها به گیاهان می‌تواند مصرف کودها و سموم شیمیایی را که خطرات بسیاری برای مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی و باغی و محیط زیست دارند، کاهش دهد.

به هنگام استفاده از این قارچ‌ها باید به نکات زیر توجه داشت:

۱) کارآمد بودن قارچ میکوریز آربوسکولار مورد استفاده

۲) کافی بودن میزان مایهٔ تلقیح این قارچ‌ها

۳) مناسب بودن ژنوتیپ گیاه همزیست، این قارچ‌ها علی‌رغم اینکه میزبان اختصاصی ندارند، ولی از نظر استقرار در بافت ریشه و تکثیر در آن بین ارقام مختلف یک گیاه ممکن است تفاوت وجود داشته باشد، که این حالت در کارایی آن‌ها تأثیر می‌گذارد.

۴) تلقیح و استقرار آن‌ها قبل از حمله عوامل بیماری‌زا

۵) مناسب بودن شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و شرایط محیطی برای حداکثر کارایی و بازدارندگی آن‌ها از عوامل بیماری‌زا.

همچنین برای پایداری و بقای این قارچ‌ها که همزیست اجباری ریشه گیاهان هستند بعد از برداشت محصول باید به اجرای عملیات زراعی با حداقل خاکورزی (tillage) اقدام کرد تا ریشه‌های گیاهان همزیستی که این قارچ‌ها در آن مستقر هستند از خاک خارج نشوند. همچنین با برقراری تناوب زراعی با گیاهان همزیست مناسب مانند غلات و حبوبات، جمعیت آن‌ها در خاک افزایش یابد و به این ترتیب ضمن افزایش کارایی آن‌ها، توان بازدارندگی آن‌ها از عوامل بیماری‌زا نیز پایدار بماند (صوری، ۱۳۵۸؛ Koltai, 2010؛ Gosling, 2006).

پی‌نوشت

1. Phytoremediation

منابع

۱) توسلی، ع، ون. ع. اصغرزاده. ۱۳۸۸. اثر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار به جذب عناصر غذایی. مجله دانش آب و خاک، مجلد ۱۹، شماره ۱.

۲) رجالی، ف.، ع. علیزاده، م. ج. ملکوتی ون. صالح راستین. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر رابطه همزیستی میکوریز آربوسکولار در رشد، عملکرد و جذب عناصر معدنی در گیاه گندم تحت تنش خشکی. مجله علوم خاک و آب مجلد ۲۱، شماره ۲.

۳) شیرانی‌راد، ا. ج.، ع. علیزاده واه هاشمی دزفولی. ۱۳۷۹. بررسی اثر قارچ میکوریز سیکولار- آربوسکولار، فسفر و تنش خشکی بر کارایی جذب عناصر غذایی در گیاه گندم. مجله فعال و بذر، مجلد ۶، شماره ۳.

۴) کافی، م. ا.، بروزئی، م. صالحی، ع. کمندی، ع. معصومی و چ. نباتی. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۵) زنگنه، س، شیروانی، ع. ب، محمد علیان، ی.، نجفی‌نیا، م.، کرم‌پور، ف. و قلعه دزدانی، ج. ۱۳۸۴. معرفی گونه‌های جدیدی از قارچ‌های آربوسکولار- میکوریز از ریزوسفر مرکبات در ایران. رستنی‌ها ۶: ۸۹-۷۷.

۶) زارعی، م.، ۱۳۸۷، بررسی تنوع قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین و کارایی آن‌ها در گیاه پالایی رساله دکتری در گرایش بیولوژی و بیوتکنولوژی، گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده مهندسی آب و خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی ـ دانشگاه تهران.

۷) صدوری، م. ۱۳۸۳. معرفی هفت قارچ جدید برای ایران، علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱: ۷۷-۷۱.

۸) صدوری، م. ۱۳۸۵. اثر تناوب زراعی بر جمعیت قارچ‌های همزیست ریشه گندم، علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۳:۹۸-۹۰.

۹) صدوری، م. ۱۳۸۶. قارچ‌های میکوریز آربوسکولار مزارع گندم در استان گلستان. رستنی‌ها ۷:۱۴۰-۱۲۹.

۱۰) مهرآوران، ح. و ضیاسیان، و. ۱۳۶۲. بررسی قارچ‌های میکوریز مرکبات در ایران. خلاصه مقالات هفتمین کنگره گیاه پزشکی ایران، کرج، ایران، ص ۹۱.

۱۱) ملکوتی، م.، ج، بای‌بوردی ا و طباطبائی، س.، ج. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود گاهی در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت و کاهش آلاینده‌ها در محصولات سبزی و صیفی و ارتقاء سطح سلامت جامعه، نشر علوم کشاورزی، تهران.

12) Andrade, S. A. L., Mazzafera, P., Schiarinato, M. A. & Silveria A. P. D. 2009. Arbuscular mycorrhizal fungus glomus intraradices on disease severity of root rot of peas (Pisum Sativum) caused by Aphanomyces euteiches. Mycorrhiza 8: 169-174.

13) Gosling, P., Hodage, A., Good lass, G. Bending, G. D. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi and organic forming. Agriculture, Ecosystems and Environment 113: 17-35.

14) Koltai, H. 2010. Mycorrhiza in floriculture: difficulties and opportunities symbiosis 52: 55-63.

15) Ming, Y. & Zhang-Cheng, Z. 2008. Effecty of aluminum stress on photosynthesis of cinnamonum camphora seedlings inoculated with AMF. Xibei Zhiwu Xuebao 18: 1816-1822.

16) Neeraj, K. S. 2001. Organic amendements to soil inoculated Arbuscular mycorrhizal fungi and psendomonas fluoresscens treatment rednse the development of root-rot disease and enhance the yield of phaselus vulgaris L. European Journal of Soil Biology 47: 288-295.

17) Zhong Qun, H., Chao Xing, H., Zhi Bin, Z., Zhi Rong, Z. & Huai Song, W. 2007. Changes of antioxidative enzymes and cell membrane osmosis in tomato colonized by Arbuscular mycorrhizae under NaCl stress-colloids and surfaces B-Bianter faces 59: 128-133.

18) Karami, A., Shamuddin, Z. H., 2010. Phytoremediation of heavg metals with several efficiency enhancer methods. African Journal of Biotechnology, Vol. 9. pp. 3689-3698.

19) Estrada-luna, A. A. and F. T. and F. T. Davies, Jr. 2003. Arbuscular mycorrhizal fungi influence water relations, gas exchanges abscisic Acid and growth of micropropagated chile ancho pepper plantlets during acclimatization and post acclimatization. Plant physical 160(9): 10731083.

20) Peleger, F. L. & Linderman, R. G. 1994. Hycorrhizae and plant health. APS press, st. Paul, HN, USA, 85p.

21) Kaminska, H, Klamkowski, K., Berniak, H. & Treder, W. 2010. Effect of Arbuscular mycorrhizae fungi inoculation on aster yellow phytoplasma-infected tobacco plants. Scientia Horiculture 125: 500-503.