مجله زیست‌شناسی گیاهی ایران، سال اول، شماره اول و دوم، پاییز و زمستان ۱۳۸۸، صفحه ۱۲-۱
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۰۸/۱۶
تاریخ بررسی مجدد: ۱۳۸۹/۰۲/۰۶
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۰۲/۱۳

اثر اکتومیکوریز بر روی میزان برخی عناصر معدنی موجود در گیاه پسته (احمد آقایی) تحت تیمار غلظت‌های متفاوت منیزیم

سکینه بهرامی سیرمندی، علی احمدی مقدم[1*]، سید جواد حسینی فرد[2]
[1]دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
[2]بخش تحقیقات آبیاری و تغذیه، مؤسسه تحقیقات پسته ایران، رفسنجان، ایران

چکیده

مطالعات متعددی برای ایجاد اکتومیکوریز در شرایط استریل و همچنین بررسی اثر این سیستم همزیستی روی گیاهان انجام شده است. با این حال، تاکنون مطالعه‌ای که در آن گیاهان پسته اکتومیکوریزی و بدون میکوریز در معرض غلظت‌های متفاوت منیزیم قرار گرفته باشند، انجام نشده است. در این تحقیق، گیاهان اکتومیکوریزی با استفاده از قارچ *Agaricus bisporus* در شرایط استریل اکتومیکوریزی شدند و همراه با گیاهان غیر میکوریزی استریل در ارلن تحت چهار تیمار سولفات منیزیم که با استفاده از محلول غذایی هوگلند با نصف غلظت تهیه شده بود رشد داده شدند. پس از برداشت گیاهان غلظت کلسیم، منیزیم، فسفر، آهن، پتاسیم، سدیم، روی، منگنز و مس در گیاهان اندازه‌گیری شد. شدت میکوریزی شدن در گیاهان هنگامی که در معرض غلظت بالای منیزیم قرار گرفتند افزایش یافت. غلظت عناصر معدنی گفته شده در گیاهان میکوریزی و در غلظت‌های بالای منیزیم نسبت به گیاهان غیر میکوریزی بیشتر شد. با این حال، اکتومیکوریز در غلظت‌های بالای منیزیم از تجمع منیزیم زیادی در بخش هوایی جلوگیری نمود. نتایج حاصل در ارتباط با نقش اکتومیکوریز در تغذیه عناصر معدنی در گیاهان مورد بحث قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: اکتو میکوریز، غلظت عناصر معدنی، پسته، تیمار منیزیم

مقدمه

در شرایط طبیعی گیاهان با قارچ‌های میکوریزی ارتباط همزیستی برقرار می‌کنند، اما تنها ۳ درصد از گیاهان دارای همزیستی اکتومیکوریزی هستند (Dell, 2000). ۶۰۰۰ گونه از قارچ‌های شرکت کننده در همزیستی اکتومیکوریزی وجود دارد که در اطراف ریشه آغشته می‌شوند و تشکیل غلاف قارچی و در بین سلول‌های ریشه تشکیل شبکه هارتیگ می‌دهند و در همزیستی با گیاه نقش جذب آب و مواد غذایی را دارند (Mukerji and

نویسنده مسؤول مکاتبات
* ahmadimoghadam@yahoo.com

IJPB Published

(Chamola, 2003) آزمایش‌های متعددی برای القای میکوریز و مطالعه اثرات آن روی رشد گیاهان مختلف انجام شده است و درجات متعدد و متنوعی از رشد و آغشتگی و جذب مواد و انتقال آن به گیاه میزبان مشاهده شده است (Gellier *et al*., 1984) . درجات متفاوت آغشتگی ریشه به نوع میزبان و قارچ همزیست بستگی دارد (Baxer and Dighton, 2001). اکتومیکوریز با افزایش پتاسیم، آهن و فسفر برای گیاه میزبان متابولیسم و رشد آن را افزایش داده، تجلی این وضعیت، افزایش غلظت این عناصر در گیاه میکوریزی است. درباره جذب منیزیم و کلسیم توسط هیف‌های خارجی اکتومیکوریز اطلاعات محدودی وجود دارد و تحقیقات نشان داده است که همزیستی اکتومیکوریز می‌تواند میزان منیزیم را در بافت گیاهی افزایش و یا کاهش دهد و یا تحت تأثیر قرار ندهد (Martin and Pais, 1997). در مطالعات محدودی هم نشان داده شده که هیف‌های خارجی نقش مهمی‌در جذب منیزیم و کلسیم دارد، ولی هنوز مکانیسم‌های جزئی آن شناخته نشده است (Karest and Turkington, 2008). از آنجا که به طور کلی جذب مواد غذایی توسط اکتومیکوریز به ژنتیک هر دو شرکت کننده بر می‌گردد و هر کدام ویژگی‌های فیزیولوژیک مخصوص به خود را دارند، لازم است تأثیر نوع میزبان و نوع قارچ در این ارتباط بررسی شود. پسته می‌تواند با قارچ‌های اندومیکوریزی و اکتومیکوریزی ارتباط همزیستی داشته باشد. در مورد اثر همزیستی اندومیکوریز روی تغذیه منیزیمی پسته تحقیقاتی صورت گرفته است، اما در مورد اثر این همزیستی بر تغذیه منیزیمی با پسته تاکنون پژوهشی انجام نشده است و همچنین به این علت که باغداران در سطح کشور اغلب بدون توجه به مناسب بودن خاک اقدام به پسته‌کاری می‌کنند که گاهی خاک‌ها غنی از منیزیم‌اند و علاوه بر این، برداشت آب از چاه‌های زیرزمینی در مناطق پسته‌کاری باعث شده است که سطح آب پایین برود و با پایین رفتن سطح آب زیرزمینی و افت کیفیت آب در این مناطق نسبت کلسیم به منیزیم در آب‌های آبیاری باغ‌های پسته کاهش یافته است. بنابراین مطالعه تأثیر زیادی منیزیم بر گیاه پسته لازم به نظر می‌رسد.

در این بررسی، پسته رقم احمد آقایی با قارچ *Agaricus bisoprous* همزیست شدند و سپس گیاهان میکوریزی و بدون میکوریزی تحت تأثیر مقادیر متفاوت منیزیم قرار گرفته، اثر این همزیستی روی محتوای برخی از عناصر تحت تیمارهای متفاوت منیزیم در گیاهان میکوریزی و بدون میکوریزی اندازه‌گیری شد.

مواد و روش‌ها

ابتدا قارچ *Agaricus bisporus* از باغ‌های پسته در منطقه رفسنجان جمع آوری گردید و سپس در محیط کشت ملین – نورکرانس آگار (MMN) شامل: $CaCl_2$ (۰/۰۵ g)، $NaCl$ (۰/۰۲۵ g)، KH_2PO_4 (۰/۵ g)، $MgSO_4$ (۰/۱۵ g)، $Fe(Cl_3)$ (۱/۲ ml)، $(NH_4)_2HPO_4$ (۰/۲۵ g)، کلرید تیامین (۱۰۰ mg)، عصاره مالت (۳ g) و گلوکز (۱۰ g) رشد کرد. محیط کشت در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر تهیه شد و پس از اضافه کردن ۱۵ گرم آگار اسیدیته محیط در حد ۵/۵ تنظیم شد. ظرف‌های محیط کشت پس از کشت قارچ در شرایط استریل به مدت چهار هفته در دمای معمولی اتاق قرار داده شدند تا قارچ رشد کند (Laiye *et al*., 2003). بذرهای پسته پس از خیس شدن در آب به مدت دو هفته در دمای ۴ درجه قرار گرفتند و در محلول ۰/۵ درصد هیپوکلرید

IJPB Published

کلسیم و سپس در محلول توئین یک درصد گذاشته و در نهایت چهار بار با آب مقطر استریل شسته شدند تا استریل شوند. این کار دو بار تکرار شد، سپس بذرهای داخل پتری‌دیش استریل در دمای آزمایشگاه در تاریکی قرار داده شدند تا جوانه بزنند. پیت و پرلیت چهار بار با آب شیر شسته و خشک شدند و در ارلن‌های ۵۰۰ میلی‌لیتری ریخته و در دمای ۱۲۱ درجه و به مدت ۲۰ دقیقه استریل شدند. سه هفته بعد از جوانه‌زنی، گیاهک‌ها در شرایط استریل به ارلن‌های ۵۰۰ میلی‌لیتری که حاوی پرلیت به مقدار ۵۴ گرم و پیت ماس به مقدار ۶/۵ گرم (Gellier *et al*., 1984) و ۸۰ میلی‌لیتر محلول هوگلند با غلظت ۱/۲ بود، وارد شدند. در کنار ریشه‌های نیمی از ارلن‌ها، قطعات قارچ یک اندازه (۱۰دیسک) گذاشته شد. بعد از ۴ هفته از رشد گیاهک‌ها، تیماردهی ارلن‌ها با محتوای متفاوت منیزیم شامل نسبت‌های ۱/۴، ۱، ۲ و ۴ که از محلول هوگلند با غلظت۱/۲ ساخته شده بودند، صورت گرفت. هر یک از دو گروه از ارلن‌ها که حاوی گیاهان میکوریزی و یا غیر میکوریزی بودند به ۴ گروه با حداقل ۳ تکرار تقسیم شدند. هر گروه سه تایی از گیاهان میکوریزی، یا بدون میکوریز به ترتیب با ۸۰ میلی‌لیتر محلول سولفات منیزیم با نسبت‌های فوق که در آب مقطر استریل حل شده بود در هر هفته تیماردهی شدند. محلول غذایی هوگلند با غلظت ۱/۲ شامل: $Ca(NO_3)_2$ (۷/۳۸mg)، $MgSO_4$ (۱/۹۷mg)، KH_2PO_4 (۵۴/۵mg)، KNO_3 (۲۰۲mg)، سیترات‌آهن (۳mg)، $CuSO_4$ (۰/۱mg,)، $ZnSO_4$ (۰/۱mg)، مولیبدیک‌اسید (۰/۱mg) Na_2-EDTA (۴ mg) بود (بهرام‌پور ، ۱۳۸۵). محتوای سولفات منیزیم موجود در نسبت‌های منیزیم به کلسیم ۱/۴، ۱، ۲ و ۴ به ترتیب عبارت از: ۰/۴۰۳، ۱/۶۱، ۳/۲۲، ۶/۴۴ گرم در لیتر بود. ارلن‌های محتوی گیاهان به مدت ۹ هفته در شرایط آزمایشگاهی و در زیر نور کامل قرار داده شدند. بعد از ۹ هفته درصد آغشته شدن به اکتومیکوریز و محتوای برخی از عناصر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد آغشتگی ریشه از کاغذ میلی‌متری در زیر استریوسکوپ استفاده شد. برای اطمینان از تشکیل اکتومیکوریز از ریشه برخی از گیاهانی که انتظار می‌رفت میکوریزی شده باشند، برش‌های عرضی با تیغ به صورت دستی تهیه گردید. برش‌های گرفته شده از ریشه‌های میکوریزی با استفاده از رنگ متیلن بلو یک درصد در لاکتوفنول رنگ آمیزی شد (Laiye *et al*., 2003). بعد از گذاشتن نمونه‌ها (ریشه و اندام هوایی) جداگانه در کوره در دمای ۵۵۰ درجه به مدت ۶ ساعت با HCl غلیظ هضم شدند و از این عصاره به روش زرد- وانادات و با استفاده از اسپکتوفتومتر مقدار فسفر، مقدار منیزیم و کلسیم به روش تیتراسیون با EDTA، مقدار سدیم و پتاسیم با استفاده از فلیم فتومتر مدل JENWAY و مقدار آهن، مس، روی و منگنز با استفاده از جذب اتمی با مدل GBC932AA اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۵).

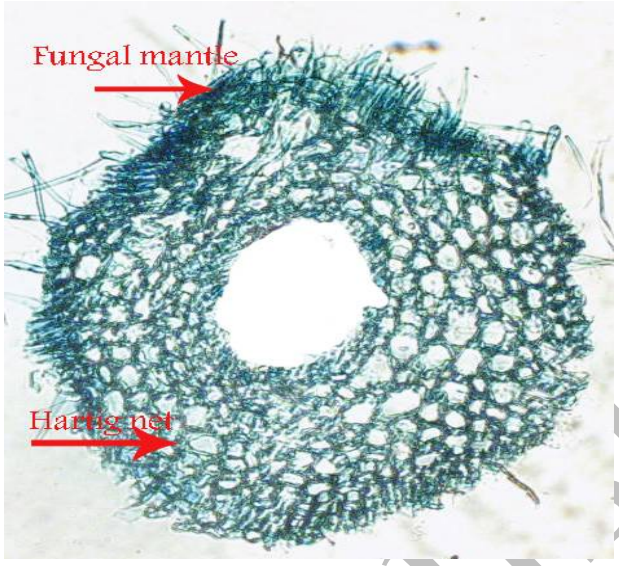
طراحی آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۴ بود که در آن دوسطح میکوریزی و غیر میکوریزی و چهار سطح غلظت منیزیم وجود داشت و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام و آنالیز آماری شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج

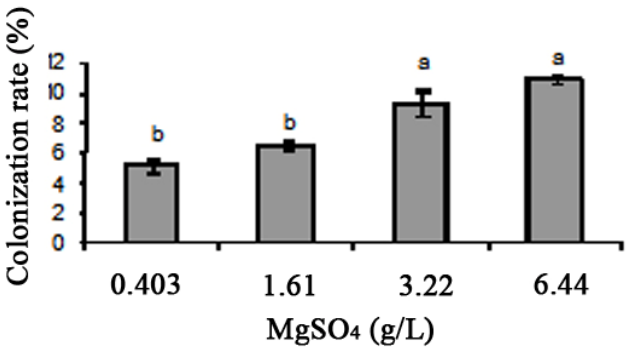
نتایج نشان داد با افزایش میزان منیزیم درصد آغشتگی ریشه به اکتومیکوریز افزایش یافت. در برش عرضی ریشه وجود اکتومیکوریز نشان داده شده است (شکل ۱).

IJPB Published

همچنین نتایج مربوط به میزان آغشتگی ریشه‌ها به اکتومیکوریز آورده شده است (شکل ۲).



شکل ۱- برش عرضی از ریشه اکتومیکوریزی شده، غلاف قارچی (Fungal mantle) و شبکه هارتیگ

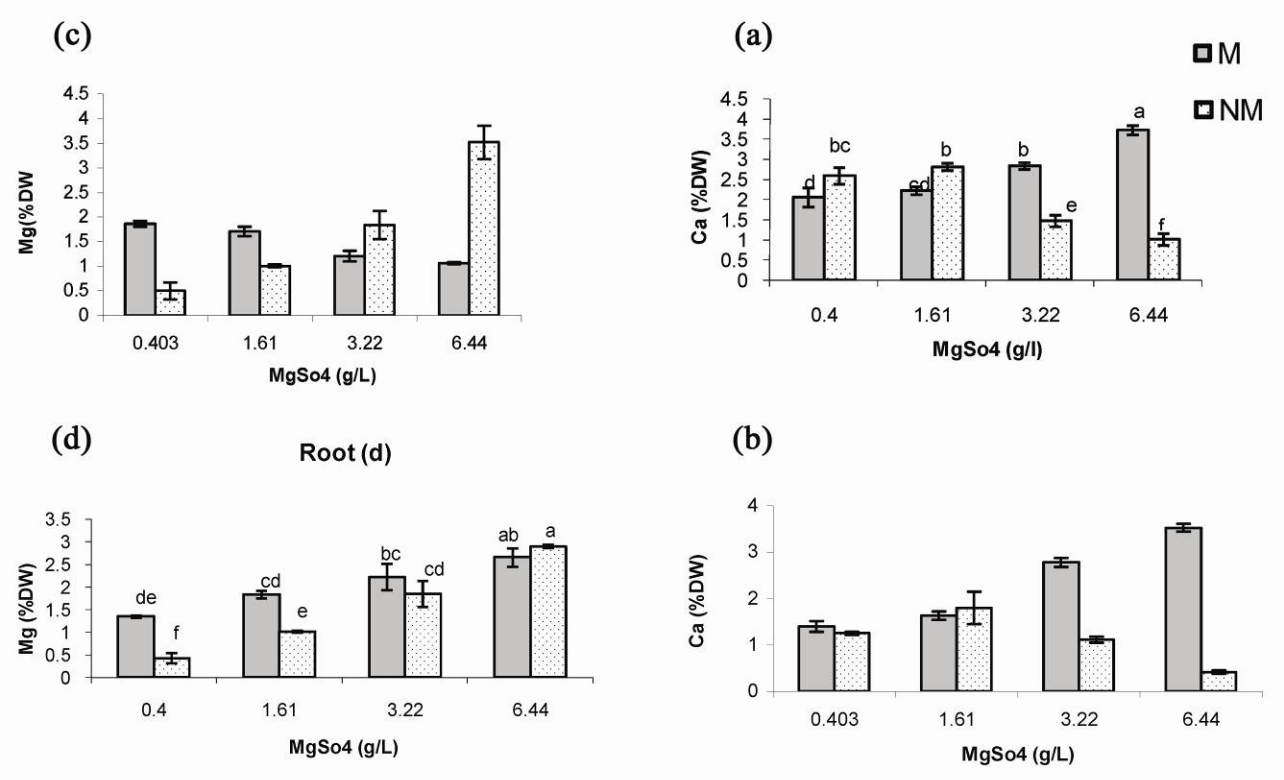


شکل ۲- درصد آغشتگی در پسته احمد آقایی در غلظت‌های مختلف منیزیم سولفات در حضور میکوریز(M). حروف متفاوت روی نمودار نشان‌دهنده تفاوت معنادار است (P<۰/۰۵).

هنگامی که محتوای منیزیم پائین بود (۱/۶۱ و۰/۴۰۳ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، محتوای کلسیم در اندام هوایی گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان بدون میکوریز افزایش یافت ولی در ریشه تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل‌های ۳a, ۳b). محتوای کلسیم، هنگامی که محتوای منیزیم بالا بود (۶/۴۴ و۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، هم در ریشه و هم در اندام هوائی در گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان بدون میکوریز افزایش را نشان داد (شکل‌های ۳a, ۳b). محتوای منیزیم در اندام هوائی گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان بدون میکوریز روند کاهشی را نشان می‌دهد. در محتوای بالاتر منیزیم (۶/۴۴ و ۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، محتوای منیزیم اندام هوائی در

IJPB published

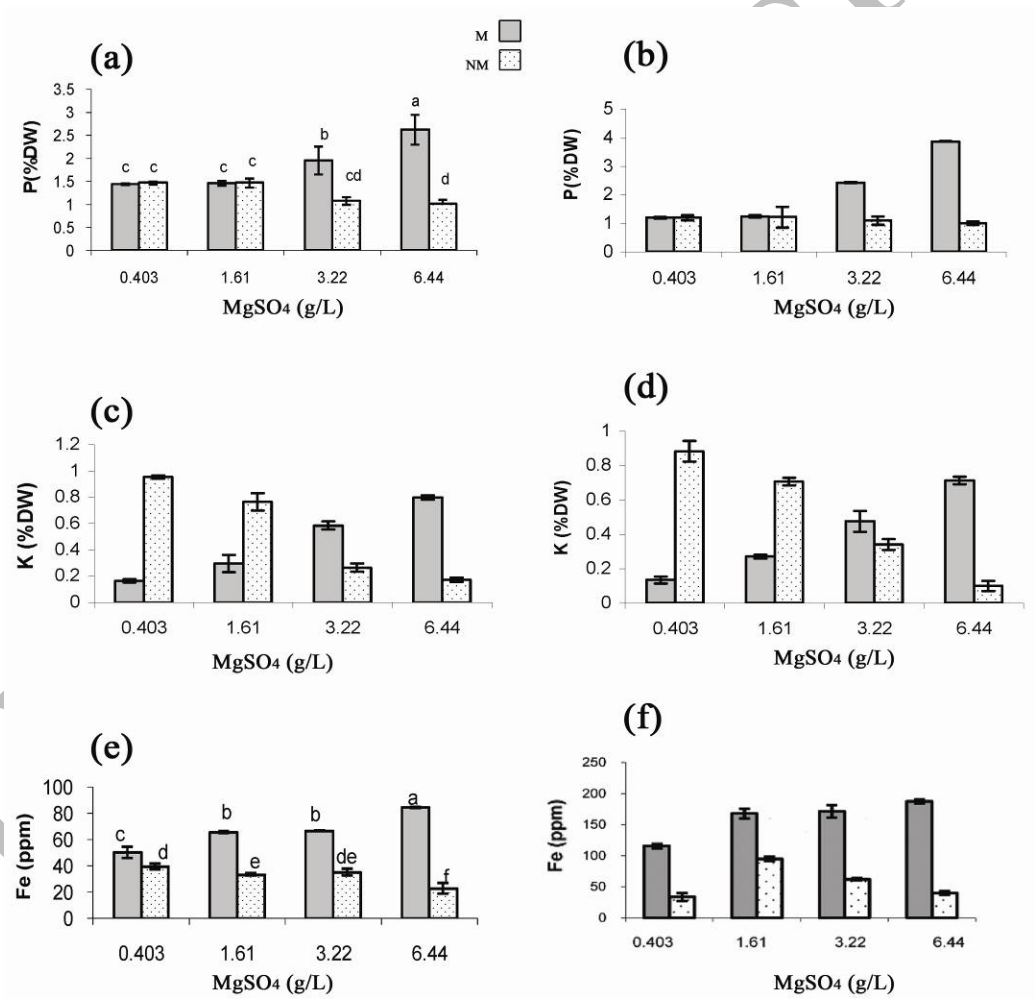
گیاهان بدون میکوریزی نسبت به میکوریزی افزایش را نشان می‌دهد. اما این تیمارها در ریشه تفاوت معنی‌داری نداشتند. روند کاهشی محتوای منیزیم در اندام هوایی و روند افزایشی در ریشه در گروه میکوریزی نسبت به گروه بدون میکوریز مشاهده شد (شکل‌های ۳c,۳d). محتوای منیزیم هم در ریشه و هم در اندام هوایی در مقادیر پایین منیزیم (۱/۶۱ و۰/۴۰۳ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، تفاوت معنی‌داری را بین گروه میکوریزی و گروه بدون میکوریزی نشان داد و افزایش محتوای منیزیم در اندام هوایی و ریشه گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان بدون میکوریزی مشاهده شد (شکل‌های ۳c,۳d). در محتوای بالاتر منیزیم (۶/۴۴ و۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، باعث افزایش محتوای منیزیم در اندام هوائی گیاه بدون میکوریز شد اما در ریشه تفاوت معنی‌داری نداشت شد (شکل‌های ۳c,۳d).



شکل ۳- تغییرات مقدار عناصر کلسیم در اندام هوائی (a)، ریشه (b) و منیزیم در اندام هوائی (c)، ریشه (d) گیاهان پسته در غلظت‌های مختلف منیزیم سولفات در حضور میکوریز (M) و بدون میکوریز (NM). حروف متفاوت روی نمودار نشان دهنده تفاوت معنادار می‌باشد (P<۰/۰۵).

افزایش محتوای فسفر در اندام هوایی و ریشه در گروه میکوریزی نسبت به گروه غیر میکوریزی وجود دارد. محتوای فسفر هم در ریشه و هم در اندام هوایی در محتوای پایین منیزیم (۱/۶۱ و ۰/۴۰۳ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، تفاوت معنی‌داری را بین گروه میکوریزی و گروه بدون میکوریز نشان نداده اما در تیمارهای ۶/۴۴ و ۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی‌دار هم در ریشه وهم در اندام هوایی بین گروه میکوریزی و گروه بدون میکوریز

نشان داده شد که افزایش فسفر در گروه میکوریزی بوده است (شکل‌های ۴a,۴b). روند افزایشی محتوای پتاسیم در اندام هوایی و ریشه گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان بدون میکوریزی و روند کاهشی محتوای پتاسیم در گیاهان بدون میکوریزی نسبت به گیاهان میکوریزی وجود دارد (شکل‌های ۴c,۴d). محتوای پتاسیم هم در ریشه و هم در اندام هوایی در محتوای پایین منیزیم (۱/۶۱ و۰/۴۰۳ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، تفاوت معنی‌داری را بین گروه میکوریزی و گروه بدون میکوریز نشان داد و کاهش محتوای پتاسیم هم در ریشه و هم در اندام هوایی گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی مشاهده شد. افزایش محتوای پتاسیم در محتوای بالای منیزیم (۶/۴۴ و۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، هم در اندام هوایی و هم در ریشه در گروه میکوریزی نسبت به گروه بدون میکوریزی نشان داده شد (شکل‌های ۴c,۴d). محتوای آهن در ریشه و اندام هوایی در همه تیمارهای سولفات منیزیم تفاوت معنی‌داری را بین گروه میکوریزی و گروه بدون میکوریزی نشان داد و افزایش آهن در ریشه و اندام هوایی گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان بدون میکوریزی را نشان داد (شکل‌های ۴e,۴f).

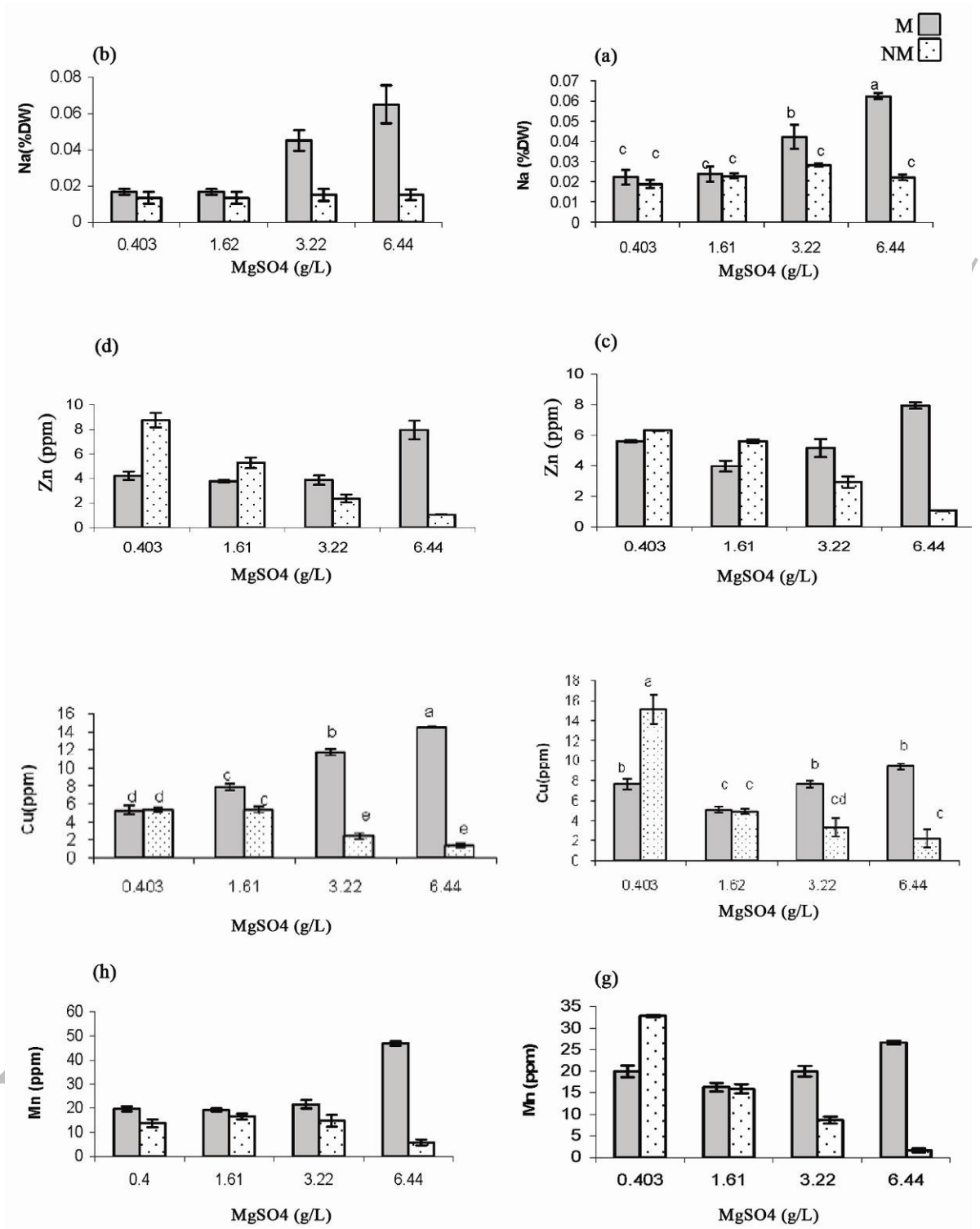


شکل ٤- تغییرات مقادیر عناصر فسفر در اندام هوائی (a) و ریشه (b)، پتاسیم در اندام هوائی (c) و ریشه (d) و آهن در اندام هوائی (e) و ریشه (f) گیاهان پسته در غلظت‌های مختلف منیزیم سولفات در حضور میکوریز (M) و بدون میکوریز (NM). حروف متفاوت روی نمودار نشان دهنده تفاوت معنادار می‌باشد (P<۰/۰۵).

محتوای سدیم در تیمارهای پایین منیزیم (۱/۶۱ و۰/۴۰۳ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، تفاوت معنی‌داری هم در ریشه وهم در اندام هوایی بین گروه میکوریزی وگروه بدون میکوریز نشان نداد. افزایش محتوای سدیم در محتوای بالای منیزیم (۶/۴۴ و ۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، هم در اندام هوایی و هم در ریشه در گروه میکوریزی نسبت به گروه بدون میکوریزی مشاهده گردید (شکل‌های ۵a,۵b). در تیمارهای پایین منیزیم (۱/۶۱ و۰/۴۰۳ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، هم در ریشه و هم در اندام هوائی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد اما در محتوای بالاتر منیزیم (۶/۴۴ و ۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، هم در ریشه و هم در اندام هوائی محتوای سدیم افزایش نشان داد (شکل‌های ۵a,۵b). محتوای روی در اندام هوایی در تیمار ۰/۴۰۳ گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی‌داری را بین گروه میکوریزی و گروه بدون میکوریز نشان نداد اما در ریشه تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که میکوریزی شدن در این تیمار کاهش روی را در پی داشته است (شکل‌های ۵c,۵d). عنصر روی در تیمار ۱/۶۱ گرم در لیترسولفات منیزیم، تفاوت معنی‌داری بین گروه میکوریزی و گروه بدون میکوریزی نشان داد و کاهش محتوای روی در اندام هوایی و ریشه در گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان بدون میکوریزی مشاهده شد. در محتوای بالای منیزیم (۶/۴۴ و۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، هم در اندام هوایی و هم در ریشه از نظر محتوای روی گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان بدون میکوریز افزایش را نشان دادند (شکل‌های ۵c,۵d).

محتوای مس در اندام هوایی در گیاهان میکوریزی نسبت به بدون میکوریز روند افزایشی را نشان می‌دهد. در تیمار ۰/۴۰۳ گرم در لیتر سولفات منیزیم، در اندام هوائی تفاوت معنی‌داری بین گروه میکوریزی و غیر میکوریزی پدید آمد و کاهش محتوای مس در اندام هوائی گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان بدون میکوریز مشاهده شد اما در ریشه تفاوتی وجود نداشت. محتوای مس اندام هوائی در تیمار ۱/۶۱ گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی‌داری بین گروه میکوریزی و گروه بدون میکوریزی نشان نداد اما در ریشه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (شکل‌های ۵e,۵f) و به طوری که افزایش محتوای مس در گروه میکوریزی نسبت به گروه بدون میکوریز بوده است. محتوای مس در محتوای بالای منیزیم (۶/۴۴ و۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم)، هم در ریشه و هم در اندام هوایی تفاوت معنی‌داری را بین گروه میکوریزی و گروه بدون میکوریز نشان داد به طوری که افزایش محتوای مس هم در اندام هوایی و هم در ریشه در گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان بدون میکوریزی مشاهده گردید (شکل‌های ۵e,۵f). محتوای منگنز هم در اندام هوایی و هم در ریشه در تیمار۰/۴۰۳ گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی‌داری را بین گروه میکوریزی و گروه بدون میکوریز نشان داد و کاهش محتوای منگنز در اندام هوایی گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان بدون میکوریز مشاهده شد اما افزایش محتوای منگنز در ریشه در گروه میکوریزی نسبت به بدون میکوریز وجود داشت (شکل‌های ۵g,۵h). محتوای منگنز هم در ریشه و هم در اندام هوایی در تیمار ۱/۶۱ گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی‌داری را بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی نشان نداد. در محتوای بالای منیزیم (۶/۴۴ و۳/۲۲گرم در لیتر سولفات منیزیم)، افزایش محتوای منگنز در اندام هوایی گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی مشاهده شد (شکل‌های ۵g,۵h).

IJPB Published



شکل ۵- تغییرات مقادیر عناصر سدیم در اندام هوائی (a) و ریشه (b)، روی در اندام هوائی (c) و ریشه (d) و مس در اندام هوائی (e)، ریشه (f) و منگنز در اندام هوایی (g) و ریشه (h) گیاهان پسته در غلظت‌های مختلف منیزیم سولفات در حضور میکوریز (M) و بدون میکوریز (NM). حروف متفاوت روی نمودار نشان دهنده تفاوت معنادار می‌باشد (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری و بحث

با توجه به نتایج مشاهده شده از تأثیر اکتومیکوریز روی تغذیه برخی از عناصر غذایی افزایش منیزیم در ریشه‌های میکوریزی نشان دهنده این است که میکوریز توانسته از حرکت مقادیر زیاد منیزیم به اندام هوایی جلوگیری کند و منیزیم را در ریسه‌های اطراف ریشه گیاه نگه داری کند. چنانکه افزایش درصد آغشتگی ریشه به اکتومیکوریز را می‌توان واکنش سیستم میکوریزی در جهت رفع مشکل زیادی منیزیم دانست. با این حال این امر که منیزیم در ریشه‌ها و یا ریسه‌های قارچ متمرکز شده است مورد سوال است. مکانیسم‌هایی که اکتومیکوریز برای جلوگیری از زیادی منیزیم به گیاه اعمال می‌کند، شامل: ۱- باند شدن به غلاف قارچی ۲- کاهش تحرک آپوپلاستی به عنوان نتیجه‌ای از اثر هیدروفوبیکی غلاف قارچی ۳-کلاته شدن بوسیله اسیدهای آلی ۴- باند شدن به هیف‌های خارجی است (Kayama *et al*., 2005). افزایش منیزیم باعث کاهش عناصری مانند کلسیم و پتاسیم در گیاهان غیر اکتومیکوریزی شده بود. منیزیم بالا باعث کاهش رشد می‌شود و از جذب عناصری مثل کلسیم و پتاسیم جلوگیری می‌کند و منیزیم بالا از رشد ریشه جلوگیری می‌کند و همچنین در میتوکندری ریشه مانع فعالیت آنزیم‌های مختلف می‌گردد (Kayama *et al*., 2005). میزان کم این عناصر در گیاه غیر میکوریزی می‌تواند به دلیل رقابتی باشد که این سه عنصر (کلسیم، منیزیم و پتاسیم) با هم دارند و این سه عنصر می‌توانند جایگاه‌های یکسانی از مواضع را اشغال کنند و در نتیجه افزایش منیزیم می‌تواند کمبود این سه عنصر را شدت بخشد (منگل و کرکبی، ۱۳۷۲).

افزایش محتوای منیزیم در ریشه لوبیای تیمار شده با نمک کلرید منیزیم باعث کاهش محتوای کلسیم و پتاسیم در گیاه شده بود (Legget and Gilbert, 1999) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. به هر حال باید گفت اطلاعاتی که نشان دهنده مکانیسم اثر ریشه میکوریزی شده روی محتوای منیزیم، پتاسیم و کلسیم باشد، محدود است (Kayama *et al*., 2005).

در تحقیق حاضر، *Agaricus bisporus* سویه صورتی محتوای کلسیم گیاه را در غلظت‌های بالای منیزیم، افزایش داده بود. این وضعیت می‌تواند نشان دهنده نقش مثبت این قارچ در باغ‌های پسته باشد. در حالی که کمبود کلسیم با تغییر در نفوذ پذیری غشای پلاسمایی توانایی برای نفوذ یون‌ها کم می‌کند. محتوای منیزیم در محیط ریشه که بالا باشد بر مقدار پتاسیم توسط گیاه اثر می‌گذارد و باعث نزول پتاسیم در گیاه می‌شود. اکتومیکوریز پتاسیم گیاه را افزایش داده و این امر احتمالا می‌تواند باعث افزایش تولید ATP و افزایش فتوسنتز شود. چون کمبود پتاسیم می‌تواند ظرفیت فتوسنتز را کاهش دهد (منگل و کرکبی، ۱۳۷۲). در این آزمایش میزان فسفر نیز در گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان بدون میکوریزی افزایش نشان داده است. در گیاهان اکتومیکوریزی که درصد آغشتگی کم و یا ضعیفی دارند در شرایطی که منیزیم بالا باشد مقدار فسفر و پتاسیم در ریشه کم می‌شود. نقش اکتومیکوریز همراه با افزایش میزان مواد غذایی در میزبان (Kayama *et al*., 2005) تأییدی است بر نتایجی که به دست آمده است. اکتومیکوریز با تغییرات شیمیایی در ریزوسفر شامل اسیدی کردن و تولید شلاته‌های فلزی باعث افزایش حلالیت فسفر

IJPB Published

غیر آلی و در نتیجه جذب و انتقال آن به گیاه میزبان می‌شود (Wallander, 2000).

با اندازه‌گیری آهن در گیاه بدون میکوریزی نشان داده شده که مقدار این عنصر در اندام هوایی و ریشه کاهش یافته است. اما این که با وجود آهن در محیط رشد، گیاهان غیر میکوریزی نتوانستند آهن لازم را برای خود تأمین نمایند احتمالات متعددی را مطرح می‌کند که از آن جمله شاید غیر محلول شدن آهن و یا ترکیب شدن با بنیان‌های شیمیایی و غیر متحرک شدن و یا رقابت با سایر عناصر باشد اما این مطلب از جمله مواردی است که نیاز به تحقیقات بیشتری دارد. اکتومیکوریزها تولید سیدرفورهایی را می‌کنند که تمایل ریشه را برای جذب آهن در شرایطی که مقدار منیزیم خیلی بالا باشد، فراهم می‌کنند (Marschener and Dell, 1994) با افزایش منیزیم اثر رقابتی پتاسیم می‌تواند کاهش یابد و سدیم می‌تواند در گیاه زیاد شود. میزان سدیم در محتوای بالای منیزیم در اندام هوائی و ریشه در گیاهان میکوریزی شده افزایش را نشان می‌دهد. میزان سدیم در ریشه بیشتر از ساقه است. اکتومیکوریز سدیم را در هیف‌ها و میسیلیوم‌های خود نگهداری کند. این وضعیت یعنی تجمع سدیم در ریشه‌های پسته توسط همزیستی میکوریزی وزیکولار- آربوسکول نیز نشان داده شده است (بهرام‌پور، ۱۳۸۵). با این حال باید تحقیقات بیشتر این مطلب را روشن کند که آیا سدیم مازاد بر نیاز در میسیلیوم قارچ جمع می‌شود و یا در بافت‌های ریشه؟

در تحقیق حاضر، محتوای منگنز، روی و مس در گیاه میکوریزی افزایش چشمگیری نسبت به گیاهان بدون میکوریزی نشان داده است. بافت‌های مریستمی به عنصرمنگنز نیاز دارند و نیز منگنز در فتولیز آب یک قسمت اصلی از دهنده الکترون در فتوسیستم II است و مس و روی در بسیاری از آنزیم‌ها نقش ساختمانی دارند و همچنین باعث افزایش فعالیت آنزیم‌ها می‌شوند (منگل و کرکبی، ۱۳۷۲).

در همزیستی گیاه *Pinus virginiana* با اکتومیکوریز محتوای منگنز و روی در ریشه و اندام هوایی گیاهان میکوریزی افزایش نشان داده بود (Miller and Rudolph, 1986) که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. کاهش میزان عناصر منگنز، روی و مس در گیاهان بدون میکوریزی می‌تواند بخاطر اثر رقابتی منیزیم و منگنز، روی و مس باشد و این که محتوای این عناصر تحت تأثیر منیزیم است (مارشنر، ۱۳۸۴).

جمع‌بندی

نتایج حاصل حاکی از این است که میکوریزی شدن در شرایطی که غلظت منیزیم در محیط گیاه زیاد باشد، باعث افزایش در میزان عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، سدیم، منگنز، روی و مس در گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی می‌شود. کاهش میزان برخی از عناصر بالا در گیاه میکوریزی و افزایش این عناصر در گیاه بدون میکوریز مخصوصاً در شرایطی که میزان منیزیم پایین باشد، رخ داده است. این امر احتمال می‌رود به این علت باشد که در گیاهان بدون میکوریزی این مقدار منیزیم تا حدودی نیاز گیاه را بر طرف کرده و شرایط استرس‌زایی را موجب نشده است ولی در گیاه میکوریزی اگر چه که این مقدار منیزیم، نیاز کافی را برای گیاه فراهم کرده ولی چون گیاه انرژی زیادی را برای این همزیستی هزینه کرده به این علت که گیاه باید ۱۰ تا ۲۰ درصد فتوسنتز خالص خود را صرف تشکیل این همزیستی

IJPB Published

کند و قارچ نیاز بالایی به کربوهیدرات گیاه دارد در نتیجه کاهش در محتوای این عناصر در گیاه را باعث شده است.

منابع

امامی، ع. (۱۳۷۲) روش‌های تجزیه گیاه .جلد اول. نشریه فنی شماره ۹۸۲. موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.

بهرام‌پور، م. (۱۳۸۵) اثر منیزیم و کلسیم روی نهال‌های پسته رقم بادامی با توجه به روابط متقابل بین منیزیم و موقعیت میکوریزی گیاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.

مارشنر، ه. (۱۳۸۴) تغذیه معدنی گیاهان عالی. ترجمه خلدبرین، ب. و اسلام‌زاده، ط. جلد دوم. انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز.

منگل، ک. و کرکبی، ا. (۱۳۷۲) اصول تغذیه گیاه. ترجمه سالاردینی، ع. و مجتهدی، م. جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.

Baxer, J. W., and Dighton, J. (2001). Ectomycorrhiza diversity alters growth and nutrient acquisition seedings in host-symbiont culture condition .New Phytologist 153:139-199.

Dell, B. (2002) Role of mycorrhizal fungi in ecosystems. Journal of Central Michigan University(CMU) 1: 47-54.

Gellier, B., Letouze, R. and Steullu, D. G. (1984) Micro propagation of Brich and mycorrhizal formation *in vitro*. New Phytologists 97: 591-599.

Kayama, M., Quoreshi, A. M., Uemura, S. and Koike, T. (2005) Difference in growth characteristics and dynamics of elements absorbed in seedlings of three Spruce species raised on serpentine soil in northern Japan. Annals of Botany Company. Email: koike@exfor.agr.hokudai.ac.jp

Karst, Jones, M. D., Turkington, R. (2008) Ectomycorrhizal colonization and intraspecific variation in growth response of Lodge pole pine. Plant Ecology. DI10.1007/s 11258-008-9443-9.

Laiye, Q. U., Quoreshi, A. M., Iwase, K., Tamai, Y., Funada, R. and Koike, T. (2003) *In Vitro* ectomycorrhizal formation on two larch species of seedlings with six different fungal species. Eurasiana. For.Res 6: 65-73.

Legget, J. E. and Gilbert, W. .A (1999) Magnesium uptake by soybean. Plant physiology.44:1182-1186.

Martin, A., Casimiro, A. and Pais, M. S. (1997) Influence of mycorrhization on physiological parameters of micro propagated *Castahea sativa* Mill. plants. Mycorrhiza 7: 161-165.

Marschener, H. and Dell, B. (1994) Nutrient up take in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil 159:89-102.

Mukerji, K. G. and Chamola, B. P. (2003) Compendium of mycorrhizal research. Concepts in mycorrhizal research. Kluwer Academic Publisher, London. P.373.

Quoreshi, A. M. and Khasa, D. P. (2008) Effectiveness of mycorrhizal inoculation in the nursery on root colonization, growth, and nutrient uptake of aspen and balsam poplar. Biomass and Bioenergy 32: 381-391.

Miller, F. A. and Rudolph, E. D. (1986) Uptake and distribution of manganese and zinc in *Pinus virginiana* seedlings infected with *Pisolithus tinctorius*. OHIO University. Journal of Science 86(4): 22-25.

Wallander, H. (2000) up takes of P from apatite by *Pinus sylvestris* seeding colonization by different ectomycorrhizal fungi. Plant and Soil 218:249-256.

IPB Published

IJPB Published

The effect of ectomycorrhizas on the content of some minerals in pistachio plant (Var Ahmadaghaee) treated with different concentrations of Mg

Sakineh Bahrami Sermandi, [1*]Ali Ahmadi-Moghadam, [2] Seyed Javad Hosseinifard

[1*] Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran
[2] Iranian Research Center for Pistachio, Rafsanjan, Iran

Abstract

Many studies have been carried out both to produce ectomycorrhiza in axenic culture media and to investigate the impact of this symbiotic system on the plants. However, no investigation has been conducted on the effect of ectomycorrhizas on mineral concentration of pistachio when mycorrhizal and non-mycorrhizal plants exposed to different amounts of Mg. Ectomycorrhizal pistachio plants were produced using *Agaricus bisporus*, along with non-mycorhhizal plants were grown under sterilized condition in conical flasks where they were treated with four concentrations of $MgSO_4$ prepared from Hogland nutrient solution with half of its concentration. After plant harvesting the concentration of Ca, Mg, P, Fe, K, Na, Zn, Mn and Cu of plants were measured. Colonization rate had increased in mycorrhizal plants when they exposed to higher Mg rates. The concentration of the above cations increased significantly in mycorrhizal plants in comparison to non-mycorrhizal plants. In ectomycorrhizal plants the excess amounts of Mg of high concentrations did not move to the shoots and was accumulated in the roots. The results were discussed with especial reference to the role of ectomycorrhizas in plant nutrition.

Key words: Ectomycorrhiza, Mineral content, Pistachio Magnesium treatment

IJPB Published

* Corresponding Author: ahmadimoghadam@yahoo.com