اثر تلقیح دو گونه قارچ میکوریز آربوسکولار بر جذب پتاسیم و عملکرد دو رقم سیب زمینی

محمدرضا ساریخانی، ناصر علی اصغرزاده، فرخ رحیمزاده خویی و سید ابوالقاسم محمدی
به ترتیب دانشجوی دکترای خاکشناسی دانشگاه تبریز، استادیار گروه خاکشناسی، استاد و استادیار گروه زراعت واصلاح نباتات دانشگاه تبریز

مقدمه

در نظام‌های پایدار، خاک به عنوان جزء حیاتی در نظر گرفته می‌شود و بر نقش میکرو ارگانیسم ها در گردش عناصر غذایی تاکید می‌گردد(۷). حضور این میکروارگانیسم ها خاک را پویا نگه داشته و این توانایی را برای پشتیبانی پایدار از زندگی گیاه به وجود می‌آورد. یکی از اصلی ترین میکروارگانیسم های موجود در محیط ریشه، قارچ‌های میکوریز آربوسکولار AM هستند. این قارچ‌ها در تمام خاکها حضور دارند و با ریشه اکثر گیاهان رابطه همزیستی ایجاد می کنند(۱۵). سیب زمینی از نظر تولید دومین محصول و از لحاظ اهمیت غذایی سومین محصول پس از گندم و برنج در کشور ما به شمار می‌رود و در زمره محصولات استراتژیک قرار دارد(۱). به دلیل سابقه طولانی زراعت در خاک‌های ایران و بالا بودن مقدار پتاسیم کل در اغلب خاک‌ها و همچنین تخلیه خاک‌های برخی از اراضی کشور از نظر میزان پتاسیم قابل استفاده و عدم مصرف کودهای پتاسیمی میزان قابل جذب این عنصر در برخی از خاک ها کاهش یافته است. از طرف دیگر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار نقش موثری در تسهیل و رهاسازی پتاسیم از کانیها (۱۲) و سرعت بخشیدن به انتقال پتاسیم در خاک از طریق هیفها(۶) و نهایتاً افزایش جذب پتاسیم توسط گیاه دارند. به دلیل تحقیقات اندکی که در این مورد صورت گرفته و مخصوصاً پتانسیل قارچ‌های AM بومی ایران از این نظر ناشناخته مانده است، لذا تحقیق حاضر بر روی گیاه سیب زمینی که یکی از مهمترین محصولات پرنیاز به پتاسیم است به منظور اهداف زیر انجام گرفت.

۱) بررسی تاثیر تلقیح دو گونه از قارچ های میکوریز آربوسکولار شامل *گلوموس* اینترارادیسز و گلوموس اتونیکاتوم بر روی رشد و عملکرد گیاه سیب زمینی و اثر این قارچها در جذب پتاسیم.

۲) ارزیابی اثرات فوق الذکر در دو واریته سیب زمینی دراگا و مارفونا

مواد و روش‌ها

با توجه به هدف اصلی آزمایش که بررسی کارایی قارچ‌های میکوریز در جذب پتاسیم توسط گیاه سیب زمینی بود، خاکی با خصوصیات زیر انتخاب گردید. پتاسیم غیر تبادلی خاک به روش اسید نیتریک جوشان ۱ نرمال حدود ۲ برابر پتاسیم قابل استفاده و میزان پتاسیم قابل جذب آن کمتر از ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم(۱۹۸ mg/kg)، بافت نسبتاً سبک برای رشد بهتر غده‌های سیب زمینی و مقدار فسفر قابل جذب کمتر از ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم (روش اولسن)(۳ mg/kg)بود. پس از هوا خشک نمودن خاک آن را از غربال ۴ میلی متری عبور داده و به منظور حذف اثر قارچهای میکوریز بومی خاک در گونی های کنفی به مدت ۱ ساعت در اتوکلاو (فشار ۱ اتمسفرو دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد) استریل شد.

آزمایش در قالب فاکتوریل با ۳ فاکتور قارچ میکوریز، رقم سیب زمینی و سطوح پتاسیم در چهار تکرار با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام گردید. ۳ سطح قارچ شامل F_0: شاهد بدون قارچ، F_1: *گلوموس اینترارادیسز* و F_2: گلوموس اتونیکاتوم، دو رقم سیب زمینی V_1: دراگا و V_2: مارفونا و چهار سطح پتاسیم K_0: بدون کود پتاسه، K_1: ۵۰٪ کمتر از مقدار توصیه شده، K_2: ۲۰٪ کمتر از مقدار توصیه شده و K_3: مقدار توصیه شده، بودند. سطوح پتاسیم با توجه به جدول توصیه کودی به صورت سولفات پتاسیم اعمال گردید. برای اعمال تیمارهای پتاسیم K_0 تا K_3 به ترتیب برای هر گلدان مقدار ۳۴۲،۰، ۵۷۴ و ۶۸۴ میلی گرم از کود سولفات پتاسیم به صورت محلول در آب به گلدان ها داده شد. برای تلقیح نشاهای آماده شده سیب زمینی که از ارقام دراگا و مارفونا بودند در هر گلدان ۸ کیلوگرمی ۸۰ گرم مایه تلقیح دو گونه قارچ میکوریز AM(F_1 و F_2) استفاده شد. بعد از حدود ۵ ماه که رشد گیاه کامل شد و غده بندی صورت پذیرفت، گیاهان برداشت شدند و با برداشت قسمت‌های مختلف گیاه پارامترهای وزن تر غده، تعداد غده، درصد کلنیزاسیون ریشه، وزن خشک اندام هوایی و غلظت فسفر و پتاسیم بخش هوایی اندازه گیری شد. داده های شاخص های اندازه گیری شده به جز درصد کلنیزاسیون ریشه توزیع نرمال نداشتند، لذا قبل از تجزیه های آماری تبدیل داده لگاریتمی بر روی آنها صورت پذیرفت. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها به روش دانکن توسط نرم افزارMSTATC صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

در مقایسه میانگین اثر اصلی قارچ بر روی وزن خشک اندام هوایی، بین دو گونه قارچی *گلوموس اینترارادیسز* و *گلوموس اتونیکاتوم* اختلافی مشاهده نشد، اما قارچ *گلوموس اتونیکاتوم* در مقایسه با نمونه شاهد تفاوت معنی دار داشته و وزن خشک بخش هوایی را کاهش داده است(جدول۱). کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی در تیمار قارچی *گلوموس اتونیکاتوم* علی رغم درصد کلنیزاسیون بالای آن، در مقایسه با شاهد و عدم تاثیر گذاری مثبت این گونه قارچی با در نظر گرفتن سایر پارامترهای کیفی و کمی گیاه مشخص تر می‌گردد. با توجه به نوع محصول که یک گیاه غده‌ای باشد و الگوی رشدی متفاوت آن با سایر گیاهان از جمله گیاهان علوفه ای چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نمی باشد. بررسی اثر قارچ‌های میکوریز بر محصول پیاز توسط علی اصغرزاده و همکاران نیز نتایج مشابه ای نشان داد(۵). در مطالعه‌ای که توسط یاو و همکاران (۱۷) صورت پذیرفت تلقیح سیب

زمینی با گونه قارچی گلوموس اینترارادیسز تاثیری بر روی وزن تازه قسمت هوایی و وزن خشک ریشه از خود نشان نداد. یکی دیگر از دلایل پایین بودن وزن خشک اندام هوایی در تیمارهای قارچی را می‌توان در به زمان برداشت محصول نسبت داد. شاید در اواسط دوره رشد، عکس این موضوع برقرار باشد. چنانچه مک آرتور و ریچاردنول(۱۰) در آزمایش خود که از گونه *گلوموس فسیکولاتوم* استفاده نمودند، بیان داشتند که بیشترین ماده خشک بخش هوایی مربوط به ۵۲ روز بعد از کشت سیب زمینی بوده است، به گونه‌ای که با افزایش تعداد روزهای بعد از کشت (۶۳ روز، مصادف با برداشت گیاهان) میزان ماده خشک هوایی در گیاهان میکوریزی کاهش یافته است.

زیادی وزن خشک بخش هوایی رقم دراگا نسبت به رقم مارفونا (جدول ۲) می‌تواند مربوط به خصوصیات زراعی این رقم باشد. الگوی رشدی این محصول و انتقال فراورده های ساخته شده از اندام هوایی به بخش زیرین می‌تواند در توجیه این تفاوت مورد توجه قرار گیرد. به گونه‌ای که مشاهده می‌شود رقم دراگا دارای اندام هوایی توسعه یافته‌تری در مقایسه با رقم مارفونا بوده است، اما در سیب زمینی عملکرد نهایی غده می‌باشد که رقم مارفونا از این نظر به رقم دیگر برتری داشته، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در رقم مارفونا انتقال مواد فتوسنتزی به قسمت ذخیره ای (غده ها) با کارایی بیشتری صورت گرفته است (با توجه به درصد همزیستی بیشتر این رقم با گونه های قارچی شاید میکوریز در انتقال بیشتر این مواد از Source به Sink دخالت داشته باشد)(۳، ۹) همبستگی منفی بین مقدار ماده خشک بخش هوایی و بخش زیرین حاکی از این مطلب می‌باشد.

اثر قارچ‌های میکوریزی بر تعداد غده و وزن تر آن علی رغم گزارشاتی نظیر وسکاتا و گریندلر(۱۷)، یاو و همکاران(۱۷) معنی‌دار نشد. اما دو رقم از نظر این صفات، تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۲) رقم مارفونا عملکرد غده بیشتری نسبت به دراگا داشت. بابایی و صوفیان (۲) در بررسی و مقایسه عملکرد ۱۰ رقم سیب زمینی از گروه زودرس و نیمه زودرس برتری رقم مارفونا را با بیش از ۳۰٪ افزایش عملکرد نسبت به دراگا گزارش دادند.

اثر رقم، قارچ و سطوح کودی پتاسیم بر غلظت پتاسیم بخش هوایی معنی‌دار نگردید، اما در مورد مقدار پتاسیم، رقم و قارچ اثر معنی‌داری از خود نشان دادند به گونه ای که مقدار پتاسیم بیشتری در تیمار شاهد در مقایسه با تیمار قارچی میکوریز وجود داشت(جدول ۱).

[مقدار کل جذب(mg/plant) = وزن خشک گیاه (Kg/plant) * غلظت(mg/Kg)]

همانند شاخص وزن خشک هوایی رقم دراگا مقدار پتاسیم بیشتری نسبت به رقم مارفونا داشت(جدول ۲). دلیل این امر را می‌توان به همبستگی مثبت بین این دو صفت نسبت داد. کاهش مقدار پتاسیم در مارفونا را می‌توان ناشی از دو علت دانست، یکی مقدار ماده خشک هوایی کمتر و دیگری به دلیل رشد بیشتر بخش غده و خصوصیات کیفی بالاتر این رقم، احتمالاً میزان بیشتری از این عنصر در ساخت و سازهای غده شرکت نموده است. دلیل تفاوت معنی دار قارچ *گلوموس اتونیکاتوم* در مقایسه با شاهد در مورد مقدار پتاسیم بخش هوایی همچنان که در مورد وزن خشک اندام هوایی بدان اشاره شد، باید در تاثیر این قارچ‌ها در انتقال بیشتر پتاسیم هوایی به بخش زیرین گیاه یعنی غده ها مربوط دانست، به گونه‌ای که حضور این قارچ‌ها به شکل همزیست با گیاه، ممکن است سبب تغییرات فیزیولوژیک شده یا منجر به ترشح هورمون‌هایی گردد (از جمله سیتوکینین ها که در غده بندی موثرند) که رشد بخش های هوایی را محدود نموده و انتقال فرآورده های هوایی را به غده ترغیب نماید(۴). زیاد بودن مقدار پتاسیم بخش هوایی گیاهان غیر میکوریزی می‌تواند دلیل دیگری برانتقال موثر مواد یا عنصر مورد نظر در گیاهان میکوریزی باشد.

از نظر غلظت فسفر بخش هوایی فقط تفاوت معنی‌دار بین ارقام مشاهده شد و رقم مارفونا در مقایسه با دراگا مقدار فسفر بیشتری را در بخش هوایی داشت که دلیل آن را می‌توان به درصد کلنیزاسیون بیشتر این رقم مربوط دانست(جدول ۲). تلقیح ریشه با قارچ موجب بالا رفتن جذب فسفر و در نتیجه افزایش میزان آن در بخش هوایی گیاه می‌شود(۶). مک آرتور و ریچارد نول (۱۱) گزارش دادند که قارچ میکوریز *گلوموس فسیکولاتوم* مقدار فسفر در بخش هوایی و غده گیاه سیب زمینی را افزایش داده است. با وجود این که پخشیدگی یون فسفات cm^2sec^{-1} 10^{-8} می باشد، بررسیها نشان داده است که هیف قارچ میکوریز فسفر را حتی از فاصله ۷ سانتی متری سطح ریشه جذب و به گیاه منتقل می کند. بنابراین هر چه هیفها در اطراف ریشه گسترش بیشتری داشته باشند. مقدار جذب فسفات نیز بیشتر خواهد بود، عقیده بر این است که مکانیسم انتقال فسفر در میکوریز در اثر جریان سیتوپلاسمی است(۵). با نگاهی دقیقتر به این موضوع و آگاهی ازرابطه سینرژیستی بین فسفر و پتاسیم در گیاه(۸) شاید بتوان با استفاده از این پارامتر به حضور مقادیر پتاسیم بیشتر در این رقم نیز اشاره داشت، که البته نتایج این آزمایش آن را تایید نمی کند، تصور می رود که دلیل کاهش مقدار پتاسیم به دلیل انتقال آن به بخش زیرین گیاه باشد و نتایج این انتقال در بهبود خصوصیات کیفی غده مشخص می باشد (خصوصیات کیفی از قبیل درصد نشاسته، درصد ماده خشک و وزن مخصوص غده گیاه سیب زمینی در حضور تیمارهای قارچی در مقایسه با شاهد افزایش معنی داری از خود نشان داده بودند به گونه ای که در جدول ۳ مشاهده می شود).

رقم مارفونا در مجموع نسبت به رقم دیگر درصد کلنیزاسیون بیشتری داشته و قارچ *گلوموس اتونیکاتوم* نسبت به قارچ دیگر در برقراری همزیستی موفق تر عمل کرده است.

جدول(۱) مقادیر ماده خشک و پتاسیم اندام هوایی و درصد همزیستی قارچ با ریشه سیب زمینی در تیمارهای مختلف قارچ میکوریز

	وزن خشک اندام هوایی(g/plant)	درصد همزیستی	مقدار پتاسیم(mg/kg)
G.intraradices	۲/۵۷ ab	۳۶/۷۵ b	۱۴۷/۲۳ ab
G.etunicatum	۲/۴۹ b	۴۹/ ۷۹ a	۱۱۸/۳۰ b
شاهد	۳/ ۲۹a	۰c	۱۶۵/۲۰ a

جدول(۲) مقایسه میانگین دو رقم مارفونا ودراگا در ارتباط با صفات اندازه گیری شده

	وزن خشک اندام هوایی(g)	وزن تر غده(g)	تعداد غده	درصد همزیستی	مقدار پتاسیم(mg/kg)	مقدار فسفر(mg/kg)
مارفونا	۲/۱۹ b	۲۸/۳۸ a	۳/۱۶ a	۳۴/۲۲ a	۱۲۱/۳۴ b	۱/۲۲ a
دراگا	۳/۴۷ a	۲۱/۳۳ b	۲/۱۵ b	۲۳/۴۸ b	۱۶۶/۷۲ a	۰/۸۳ b

جدول(۳) تاثیر تلقیح میکوریزی بر روی خصوصیات کیفی سیب زمینی

	درصد همزیستی میکوریزی	درصد نشاسته غده	درصد ماده خشک غده	وزن مخصوص غده(g/cm^3)
شاهد	۰ c	۱۱/ ۵۹ c	۰/ ۱۲ B	۱/۰۳ b
G.intraradices	۳۶/۷۵ b	۱۲/۷۶ b	۰/۱۴ a	۱/۰۴ ab
G.etunicatum	۴۹/۷۹ a	۱۳/۹۶ a	۰/۱۶ a	۱/۰۶ a

منابع مورد استفاده

۱- اداره کل آمار و اطلاعات. ۱۳۷۸. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۷۷-۱۳۷۶. وزارت کشاورزی. نشریه شماره ۷۸/۰۱.

۲- بابایی، تقی و محمد صوفیان. ۱۳۷۴. بررسی و مقایسه عملکرد ارقام سیب‌زمینی زودرس و نیمه زودرس. خلاصه مقالات دومین سمینار تحقیقات سبزی و صیفی. ۲۳-۲۱ مردادماه. آموزشکده کشاورزی کرج، صفحه ۸۷-۸۶.

۳- رضایی، عبدالمجید و افشین سلطانی. ۱۳۷۵. زراعت سیب‌زمینی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴- سالاردینی، علی اکبر و مسعود مجتهدی. ۱۳۷۲. اصول تغذیه گیاه جلد اول. (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.

۵- علی‌اصغرزاده، ناصر. ۱۳۷۹. بررسی پراکنش و تراکم جمعیت قارچ های میکوریز آربوسکولار در خاکهای شور دشت تبریز و تعیین اثرات تلقیح آنها در بهبود تحمل پیاز و جو به تنش شوری. پایان‌نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۶- علی‌اصغرزاده، ناصر. ۱۳۷۶. میکروبیولوژی و بیوشیمی عمومی خاک. (ترجمه). انتشارات دانشگاه تبریز.

۷- غلامی، احمد و علیرضا کوچکی. ۱۳۸۰. میکوریزا در کشاورزی پایدار (ترجمه). انتشارات دانشگاه شاهرود.

8- Anonymous. 1998. Potassium intraction with other nutrients. Better Crops with plant food., 3: 12-13.

9- Anonymous. 1985. Netherlands catalogus of potato varieties, NIVAA, The Hague-Rivro, Wageningen.

10- Mc Arthur, D. A. J and N. Knowles Richard. 1992. Resistance responses of potato to Vesicular-Arbuscular mycorrhizal fungi under varying abiotic phosphorus levels. Plant Physio.,100: 341-351.

11- Mc Arthur, D.A.J and N, Knowles Richard. 1993. Influence of Vesicular-Arbuscular mycorrhizal fungi on the response of potato to phosphorus deficiency. Plant Physiol., 101: 147-160.

12- Mojallali, H and S.B. Weed. 1978. Weathering of micas by mycorrhizal soybean plants. Soil Sci. Sol. Am. J., 42: 367-372.

13- Norris, J.R.,O.J. Read and A.K. Varma.(eds). 1992. Methods in microbiology. Vol. 24. Thechniques for the study of mycorrhiza. Academic Press, London.

14- Rich, A.E. 1983. Potato disease. Academic Press. Inc (London) LTD.

15- Sharma, A.K. 2002. Biofertilizer for sustainable agriculture.Agrobios (India).

16- Voskata, M and M. Gryndler.1999. Treatment with culture fractions from Pseudomonas putida modifies the development of Glomus fistolosum mycorrhiza and the response of potato and maize plants to inoculation. Applied Soil Ecol., 11: 245-251.

17- Yao, M.K., R.J. Tweddell and H. Desilets. 2002. Effect of two Vesicular-Arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of micropropagated potato plantlets and on the extent of disease caused by Rhizoctonia Solani. On line http://Link.Springer.de/Link/Service/Journals/00572/.../S00572-002-0176-7ch002.htm.