فصلنامه علوم محیطی، دوره دوازدهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳

۷۵-۸۰

شناسایی قارچ‌های میکوریزایی و بررسی اثر آن‌ها بر پارامترهای رویشی گیاه سیب‌زمینی

سحر رستمی‌هیر[۱*]، حسین ریاحی[۲] و سیما زنگنه[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشکده علوم‌زیستی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران
[۲]استاد گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم‌زیستی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران
[۳]مربی پژوهش بخش تحقیقات رستنی‌ها، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۲۶

چکیده

سیب‌زمینی از مهمترین محصولات زراعی است و به‌دلیل داشتن ارزش غذایی بالا محصول بسیار مهمی در تغذیه کشورهای در حال توسعه جهان به‌شمار می‌رود. قارچ‌های میکوریزا با برقراری رابطه همزیستی با گیاهان باعث افزایش رشد آنها می‌شوند. هدف از این مطالعه شناسایی قارچ‌های میکوریزایی همزیست گیاه سیب‌زمینی و بررسی تأثیر آنها بر پارامترهای رویشی این گیاه است. به‌همین منظور سه نمونه مرکب خاک و ریشه، از ریزوسفر بوته‌های سیب‌زمینی سه مزرعه واقع در اطراف شهر اردبیل جمع‌آوری گردید. از این نمونه‌ها چهار گونه قارچ، *Glomus aggregatum*، *Claroideoglomus etunicatum*، *Funneliformis geosporum* و *Funneliformis mosseae* شناسایی شد و به‌عنوان اینوکولوم اولیه برای تکثیر قارچها کشت گلدانی شدند. با استفاده از اینوکولوم به‌دست آمده، هر آزمایش با سه تیمار، عبارت از همراه با میکوریزا، همراه با کود شیمیایی و بدون میکوریزا و کود شیمیایی (شاهد) انجام شد. بررسی آماری پارامترهای رویشی نشان داد گیاهان روییده در خاک حاوی قارچ‌های میکوریزایی نسبت‌به گیاهان رشد یافته در خاک دارای کود شیمیایی و نیز خاک شاهد، اختلاف معنی‌داری از نظر میزان وزن خشک‌وتر کل گیاه دارند. این نتایج نشان داد که استفاده از فلور طبیعی برای تقویت خاک و رشد بهتر گیاه بر کودهای شیمیایی برتری دارد و می‌تواند در کشاورزی پایدار مد نظر قرار گیرد.

کلمات‌کلیدی: آربوسکولار میکوریزا، کود شیمیایی، سیب‌زمینی، پارامترهای رویشی.

Identification of Mycorrhiza and Effect on the Growth Parameters Potato

Sahar Rostami Hir, [1*] Hossein Riahi[2] & Sima Zanganeh[3]

[1] MSc. of Plant Sciences, Faculty of Biosciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[2] Professor, Dephartement of Biology, Faculty of Biosciences, Shahid Beheshti University, Tehran,Iran
[3] Research Instructor, Dephartement of Herbages Researchs, Iranian Research Institute of plant Protection, Tehran

Abstract

Potato is one of the most important agricultural products. Due to high nutritional it has high nutritious value, it is considered as one of the main products in the nutrition of under developing countries. Mycorrhiza fungi increase the growth of plants with establishing coexistence relation with the plants. The purpose of this work is to identify the mycorrhiza fungi which have mutual relation with roots of potato plant and relation with edible potato plant and study their effects on the growth parameters of this plant.Wet sieving and decanting method was used for purification of the spores the spoors of these fungi are separated with sieve from the wet earth.In this study four species of mycorrhiza fungi belonging to the genus Glomus type were identified. These species were: Glomus aggregatum, Funneliformis.geosporum, Funneliformis mosseae and Claroideoglomus etunicatum, In order to increase the mycorrhizal fungi, the pot culture method was used.Statistical study revealed that there is a significant differences in the number of leaves, flowers, size of stem and root, fresh and dry and weight in treated plants as compare to control Mycorrhiza fungi were inoculated in the potato plants. In this study it was determined that in the potatoes which were inoculated with AMF, the size of plants in dry and wet condition, were so high with regard to the care of fertilize treatments .According to the results of this study, we can hope that in future we will be able to use Mycorrhiza instead of using chemical fertilizers. This method will improve the growth of potato plants and will prevent the chemical contamination of the farms.

Keywords: Arbuscular Mycorrhiza, Chemical fertilizer, Potato.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: saharrostami1365@yahoo.com

۱- مقدمه

آرباسکولار میکوریزا یکی از فراوان‌ترین انواع همزیستی بین میکروارگانیسم‌های خاک و گیاهان عالی می‌باشد [۱،۲]. این قارچ‌ها میزبان اختصاصی ندارند[۳]. اندازه جمعیت و ترکیب گونه‌ها در آن بسیار ناپایدار است و تحت تأثیر نوع گیاه، دما، رطوبت خاک، سطح فسفر، نیتروژن، غلظت فلزات‌سنگین، حضور میکروارگانیسم‌های دیگر، به‌کار بردن کودها و شوری خاک قرار می‌گیرد[۴]. افزایش رشد و نمو در گیاهان میکوریزایی در مقایسه با انواع غیرمیکوریزایی در گونه‌های زیادی از گیاهان گزارش شده است[۵] . دلیل اصلی آن بهبود جذب برخی از عناصر مانند فسفر، توسط گیاه همزیست قارچ میکوریزایی است[۶،۷،۸] . سیب‌زمینی دارای نشاسته، اسیدآمینه ضروری و ویتامین‌های B وC است و دربین محصولات کشاورزی از نظر تولید انرژی در واحد سطح رتبه اول را به‌خود اختصاص داده است. از نظر مرغوبیت نوع پروتئین و تعادل اسید آمینه‌های ضروری موجود، سیب‌زمینی هم ردیف پروتئین تخم مرغ به حساب می آید. به‌منظور بررسی عوامل موثر بر رشد و محصول دهی این گیاه، تأثیر همزیستی میکوریزایی بر پارامترهای رویشی آن تحقیقاتی انجام گرفته است[۹]. همزیستی گیاه سیب‌زمینی با میکوریزا میزان رشد و تعداد غده‌ها را افزایش داده است[۱۰]. میزان تأثیر همزیستی میکوریزایی بر گیاه به فاکتورهای محیطی مخصوصاً دسترسی گیاه به فسفر خاک بستگی دارد[۱۱]. ممکن است سطح همزیستی ریشه سیب‌زمینی با میکوریزا پایین باشد ولی به طور موثری روی رشد و تولید محصول آن اثر بگذارد[۱۲]. میزان همزیستی گونه‌های مختلف میکوریزایی و تأثیری که روی گیاه سیب‌زمینی می‌گذارند متفاوت است[۱۳]. میکوریزا تعداد غده‌ها، ارتفاع و وزن خشک گیاه را به طور معنی‌داری افزایش می دهد که در واقع بهبود جذب عناصر باعث افزایش رشد گیاه می شود[۱۴]. در آزمایشی مشخص شد گیاه سیب‌زمینی میکوریزایی رشد یافته در خاک با درصد فسفر کم در مقایسه با گیاه رشد یافته در خاک با درصد فسفر بالا از وزن خشک کل بالاتری برخوردار بوده است[۱۵]. وزن خشک گیاهانی که با میکوریزا همزیستی دارند نسبت‌به گیاهان شاهد بیش‌تر است. گیاهان میکوریزایی رشدیافته در خاک فاقد فسفر یا با فسفر پایین در مقایسه با گیاه شاهد وزن خشک بالاتری نشان می‌دهند[۱۰].

۲- مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از سه مزرعه در جنوب شرقی شهر اردبیل که به‌ترتیب به‌فاصله ۱۲ و۱۴ و۱۶ کیلومتر از شهر قرار دارند در تاریخ ۲۰ مرداد ۱۳۸۹ انجام شد. در سال ۸۸ به مزرعه A دو بار کود اوره و یک بار کود حیوانی، به مزرعهB یک بار کود سوپر فسفات تریپل و به مزرعه C دو بار کود سوپرفسفات تریپل و چهار بار کود اوره داده شده است. به ازای هر هکتار در هر بار ۲۵۰ کیلو گرم کود اوره وسوپر فسفات تریپل استفاده شده است. چند نمونه از هر مزرعه به شکل تصادفی از خاک و ریشه واقع در ریزوسفر بوته‌های سیب‌زمینی و از عمق ۳۰-۵ سانتی‌متری جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری مخلوط و از آن یک نمونه مرکب تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید.

نمونه‌های خاک به‌روش الک مرطوب[۱۶] شستشو داده شد و به‌دنبال آن با محلول قندی در دور ۴۰۰۰ به مدت ۱ دقیقه سانتریفوژ گردید. سوسپانسیون به‌دست آمده که حاوی اسپور بود روی کاغذ صافی ریخته شد[۱۷].

تهیه اسلاید میکروسکوپی از اسپورها به‌روش کاسکی و تسی انجام شد. در این روش از معرف ملزر (Melzer) برای رنگ آمیزی اسپور و از پلی وینیل الکل لاکتو گلیسرول (PVLG) برای تثبیت اسپور بر اسلاید میکروسکوپی استفاده شد.

برای تعیین فراوانی اسپورها در خاک، سوسپانسیون به‌دست آمده از سانتریفوژ، محلول خاک را به حجم معینی رسانده و به‌کمک لام شمارش اسپور، تعداد آنها را در واحد گرم مشخص شد.

جدول۱- شمار اسپور در هر گرم خاک

نوع تیمار	شمار اسپور
خاک حاوی میکوریزا A	۲۰ -۱۴
خاک حاوی میکوریزا B	۱۸ -۲
خاک حاوی میکوریزا C	۶۶ -۱۰

به‌منظور تولید اینوکولوم مناسب از قارچ‌های میکوریزایی که حاوی تعداد مناسبی از اسپورهای سالم و جوان باشند از کشت گلدانی با گیاه ذرت استفاده شد. در طول دوره رشد این گیاهان، هفته ای ۲ بار از محلول غذایی کم‌فسفر (محلول هوگلند و آرنون) برای رفع نیاز غذایی آنها

استفاده شد. پس از وارد نمودن استرس خشکی به این گیاهان، مخلوط خاک و ریشه به‌دست آمده از این گلدان‌ها به‌عنوان اینوکولوم مورد نیاز برای تلقیح گیاه سیب‌زمینی استفاده گردید.

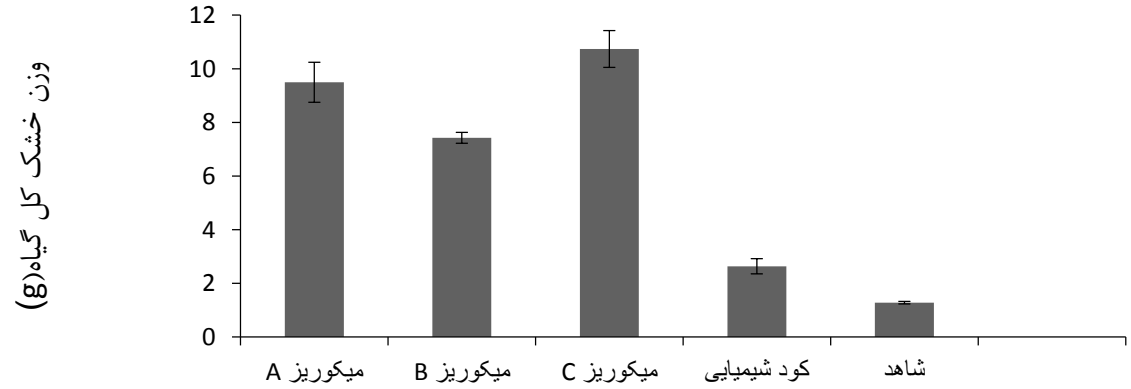
برای مقایسه اثر تلقیح قارچ میکوریزا بر پارامترهای رشدی گیاه سیب‌زمینی با کودهای شیمیایی، آزمایش گلدانی با پنج گروه (شاهد,کود شیمیایی ,۳ نوع خاک حاوی قارچ‌های میکوریزایی) و سه تکرار برای هر گروه انجام شد. سیب‌زمینی‌ها در گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۱۵ سانتی متر حاوی مخلوط استریلی از خاک، پرلیت و خاک برگ به‌نسبت۱:۱:۲ کشت گردیدند. در تیمار با قارچ میکوریزا، از سه نوع اینوکولوم به‌دست آمده از کشت گلدانی استفاده شد. در تیمار کود شیمیایی بعد از کاشت سیب‌زمینی به‌ترتیب به‌نسبت ۱/۳۵، ۴/۷ و ۴/۷ گرم کود پتاس, اوره و سوپرفسفات تریپل به گلدان‌ها اضافه شد. تیمار شاهد فاقد میکوریزا و کود شیمیایی بود.

برای تعیین درصد همزیستی ریشه‌ها از تکنیک برخورد خطی نئومن استفاده شد. در این روش ریشه‌ها به قطعات یک سانتی‌متری بریده شدند و با روش فیلیپس و هیمن رنگ آمیزی شدند. از ریشه‌ها اسلاید میکروسکوپی تهیه شد و با میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰- ۴۰۰۰ بررسی شدند. به این صورت که در بزرگنمایی ۴۰۰۰، میکروسکوپ در رنج طولی خاصی روی لام حرکت داده شد. تعداد کل برخورد ها و تعداد برخوردهایی که دارای وزیکول و آرباسکولار بود شمارش شد و درصد برخوردهایی که دارای وزیکول، آرباسکول یا ریسه‌های قارچی بود به‌دست آمد که همان درصد همزیستی است[۱۸]. برای مشخص کردن میزان رشد گیاه، بلافاصله پس از برداشت وزن تر اندام هوایی وریشه گیاهان اندازه گیری شد. سپس برای اندازه‌گیری وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاهان، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شد. سپس برای تحلیل آماری نتایج به‌دست آمده از نرم‌افزار SPSS ver.16.0 و آزمون‌های One-Way ANOVA در سطح احتمال ۹۵٪ و از برنامه Excel 2007استفاده شد. هم‌چنین، اندازه وزن تر و خشک کل گیاه سیب‌زمینی در بوته‌های تیمار شده با قارچ میکوریزایی وکود شیمیایی و شاهد تعیین شد. اختلاف میانگین مقادیر به‌دست آمده در سطح P<۰/۰۵ مشخص گردید. شکل های(۱-۲) برای بررسی ارتباط بین عوامل شیمیایی خاک و همزیستی میکوریزایی، مقدارعناصر P، N، K، Fe، Zn، Cu مزارع سیب‌زمینی اندازه‌گیری شد و نتایج به‌دست آمده با نرم افزار SPSS ver.16.0 تحلیل شد.

صفات میکروسکوپی اسپور قارچ‌های میکوریزایی حاصل از شستشو و سانتریفوژ خاک، بررسی و ثبت شد و به‌کمک منابع مختلف از جمله کتاب Scheneck & Preze در حد گونه شناسایی شدند (شکل ۴).

۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی و تحلیل پارامترهای رویشی گیاه سیب‌زمینی در شکل‌های زیر مشخص شده است (شکل‌های۱-۲)



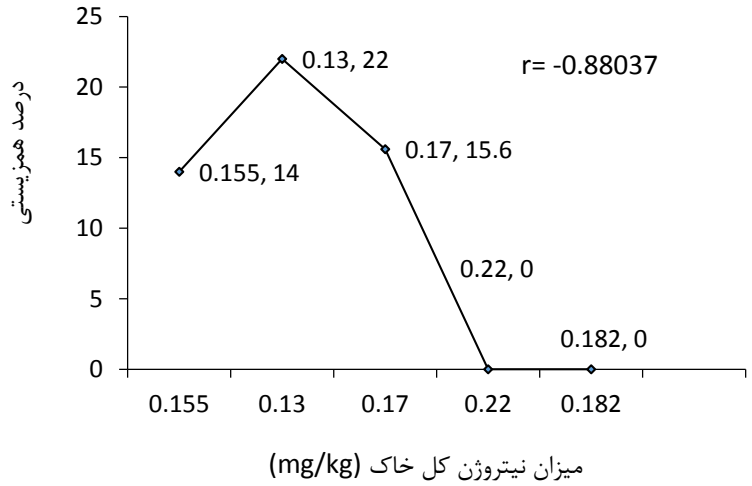
شکل ۲- وزن خشک کل گیاهان سیب‌زمینی

جدول ۲- مقدار عناصر قابل جذب در هر کیلوگرم خاک مزارع

نوع خاک	N (mg)	P (mg)	K (mg)	Fe (mg)	Cu (mg)	Zn (mg)
خاک حاوی میکوریز A	۰/۱۵۵	۲۷۳	۵۷۰	۱۴/۴	۳/۰۲	۱۱/۶
خاک حاوی میکوریز B	۰/۱۳	۲۸۷	۷۰۵	۱۵/۵	۳/۶۳	۱۱
خاک حاوی میکوریز C	۰/۱۷	۳۰۰	۷۹۰	۱۴/۴	۲/۸۳	۱۴/۸
خاک حاوی کود شیمیایی	۰/۲۲	۵۲۲	۴۱۰	۱۸/۵	۳/۳۷	۱۱/۸
خاک فاقد کود شیمیایی ومیکوریز	۰/۱۲۲	۲۷۱	۸۶۰	۱۴/۵	۳/۶۱	۹/۴

جدول۳- درصد همزیستی در ریشه گیاه سیب‌زمینی

نوع تیمار	درصدهمزیستی
خاک حاوی میکوریزا A	۱۴
خاک حاوی میکوریزا B	۲۲
خاک حاوی میکوریزا C	۱۵/۶
خاک حاوی کود شیمیایی	-
خاک فاقد کود شیمیایی ومیکوریزا	-



شکل ۳- ارتباط میزان نیتروژن کل خاک بادرصد همزیستی میکوریزا

شکل۴- اسپورهای آربوسکولار میکوریزای شناسایی شده در مزارع سیب‌زمینی. *A. Claroideoglomus etunicatum*، *B. Funneliformis geosporoum*، *C. Funneliformis mosseae*، *D. Glomus aggregatum* (مقیاس ۱۰ میکرومتر)

نتایج نشان داد که بین مقدار هر کدام از عناصر Cu, Fe, k, P, Zn با درصد همزیستی میکوریزا در گیاه سیب‌زمینی ارتباط و همبستگی معنی‌دار وجود ندارد. ولی بین مقدار N کل خاک با درصد همزیستی میکوریزا در ریشه سیب‌زمینی ارتباط قوی و معکوس معنی‌دار وجود دارد (شکل ۳).

با بررسی اسپور موجود در اسلایدهای میکروسکوپی، چهار گونه قارچ آربوسکولار میکوریزایی به نام‌های *Glomus aggregatum*، *Claroideoglomus etunicatum*، *Funneliformis mosseae* و *Funneliformis geosporum* تشخیص داده شد. این چهار گونه در تمامی مزارع مورد بررسی دیده شدند (شکل ۴).

با نتایج به‌دست آمده از بررسی خاک مزارع مختلف سیب‌زمینی نشان داد که در مزارعی که از کودهای شیمیایی به مقدار زیاد استفاده شده است میزان اسپور میکوریزا بسیار کم بوده و حتی در مواردی وجود ندارد. ولی در مزارعی که از کود شیمیایی کم‌تری استفاده شده بود اسپور بالاتری مشاهده شد. این نتیجه با مطالعاتMulongoy در سال ۱۹۸۸، که همزیستی میکوریزایی بیش‌تری را در خاک‌های دچار کمبود فسفر مشاهده کرده بود هم‌خوانی دارد[۱۵]. Wright و همکارانش در ۱۹۹۸، مشاهده نمودند که گیاهان شبدر میکوریزایی شده نسبت‌به نمونه‌های شاهد که از محتوای فسفر و ازت مشابهی برخوردار بودند، سرعت رشد بالاتری داشتند. آنها نشان دادند که همزیستی میکوریزایی می‌تواند سرعت فتوسنتز را به اندازه‌ای تحریک کند که بتواند پاسخگوی نیازهای کربنی قارچ و نیز خنثی کننده کاهش رشد اتوتروفی گیاه باشد. بدین ترتیب که بهبود جذب عناصر معدنی در گیاهان میزبان اغلب منجر به پاسخ های رشدی مثبت در آنها و آشکار شدن آن تأثیر در سطح اندام هوایی گیاه می‌شود[۱۹]. بررسی های مختلفی که بر میکوریزا و انواع پارامترهای رویشی گیاهانی چون *Lycopersicon esculentum*، *Capsicum annum*، *Dyrea polyphylla*، *Aquilaria filaria*، *Atractylodes lancea* و *Glycyrrhiza uralensis* انجام شده همگی نشان دهنده روند افزایشی این پارامترها همزمان با تلقیح این گیاهان با قارچ‌های میکوریزایی بوده است[۲۰،۲۱،۲۲،۲۳]. نتایج بسیاری از تحقیقات، نشان داده است که همزیستی میکوریزایی با جذب فسفر بیش‌تر باعث افزایش رشد و نمو گیاهان می‌شود[۱۰]، با این حال مشخص گردیده که جذب سایر عناصر هم با ایجاد همزیستی میکوریزایی بهبود می‌یابد[۱۴]. در مواردی که کمبود فسفر عامل اصلی محدودیت رشد گیاهان نباشد، قارچ میکوریزایی با جذب دیگر املاح مورد نیاز گیاه نقش خود را در افزایش رشد گیاهان بازی می‌کند. در تحقیق حاضر که بر خاک مزارع کوددهی شده سیب‌زمینی انجام شده بود نیز چنین پدیده‌ای مشاهده گردید، چنانچه مشخص شد، زمانی که میزان فسفر در خاک بسیار بالا باشد، همزیستی میکوریزایی تأثیر خود را در افزایش پارامترهای رشدی گیاه سیب‌زمینی با افزایش جذب نیتروژن نشان می‌دهد (شکل۳)، که با نتایج بررسی‌های دیگر محققان نیز همخوانی دارد[۲۰،۲۱،۲۲،۲۳].

۴- نتیجه‌گیری

این مطالعه در سهم خود نشان داد که در مزارع غنی از قارچ‌های میکوریزایی در مقایسه با مزارعی که در آنها از کود شیمیایی استفاده می‌شود، می‌توان محصول بیش‌تری را انتظار داشت ضمن آن که با مواد مصنوعی کم‌تر محیط‌زیست آلوده شده و ترکیب موجودات زنده نیز کم‌تر دستخوش تغییر می‌گردد. بنابراین بهتر آن است که قبل از کاشت سیب‌زمینی، آزمایش‌های خاک‌شناسی میزان کمبود مواد غذایی در مزرعه را مشخص نمایند تا از به‌کارگیری کود اضافی جلوگیری شده، فلور طبیعی خاک کم‌تر دستخوش تغییر شود.

منابع

[1] Cesaro P, Tuinen D.V., Copetta A, Chatagnier O, Berta G, Gianinazzi S, Lingua G. Preferential Colonization of Solanum tuberosum L. roots by the fungus Glomus intraradices in Arable Soil of a Potato Farming area.applied and environmental microbiology, Sept; 2008, p. 2776-5783.

[2] Marschner H, Dell B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis.Plant and Soil journal; 1994; 159 : 89 – 102.

[3] Gollotte A, Van Tuinen D and Atkinson D. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi colonising roots of the grass species Agrostis capillaris and Lolium perenne in a field experiment. Mycorrhiza journal; 2004;14:111-117.

[4] Kothamasi D, Chander- Kuhad R, Babu C.R. Arbuscular mycorrhizae in plant survival strategies. Tropical Ecology journal; 2001; 42(1): 1-13.

[5] Smith S.E., Read D.J. Mycorrhizal symbiosis. Academic press, San Diego and London ;1997. [20] Schenck N.C., Perez. Y. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. 2nd ed. Synergistic publications, Gainesville, FL, USA. 241PP; 1988.

[6] Bucher M. Functional biology of plant phosphate uptake at root and mycorrhiza interfaces. New phytologist journal; 2006.

[7] Linderman R.G., Davis E.A. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth response to soil amendent with composed grape pomace or its water extract. Phyton-Annales botanicae journal; 2002,11(3):446-450.

[8] Podila G.K., Douds D.D. Current Advances in Mycorrhizae Research. APS Press, St.Paul; 2001.

[9] Panah D, Nickshad K.H., Hasani M. seedy potato production. thought keeper publishing; 2009. [In Persian].

[10] Mcarthur D.A.J., Knowles N.R. Influence of species of vesicular- Arbuscular Mycorrhizafungi and phosphorus nutrition on growth , development and mineral nutrition of pot (Solanum tuberosum L.); 1993

[11] Mcarthur D.A.J, Knowles N.R. Resistance Responses of Potato to Vesicular-Arbuscular

[12] Mycorrhizal Fungi under Varying Abiotic Phosphorus Levels. Plant Physiol journal; 1992;100, 341-351.

[13] Yao M.K., Tweddell R.J., Désilets H. Effect of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of micropropagated potato plantlets and on the extent of disease caused by Rhizoctonia solani. Mycorrhiza journal; 2002;12:235–242.

[14] Duffy E.M. and Cassells A.C. The effect of inoculation of potato (Solanum tuberosum L.) microplants with arbuscular mycorrhizal fungi on tuber yield and tuber size distribution. Soil Ecology journal; 2000; 15(2000)137-144.

[15] Palacios G, Abud M, Salvador M, Adriano L, Dendooven L, Gutierrez F.A. Influence of arbuscular mycorrhizal fungies and a native diazotrophic bacteria in survival and tuberization of exvitro potato plants. Gayana Bot journal; 2009;60(2) :127-133.

[16] Mulongoy K, Callens A, Okogun J.A. Difference in mycorrhizal infection and P up take of sweet potato caltivars (Ipomoea batatas L.) during their early growth in three soils. Biol Fertil Soils; 1988;7:7-9.

[17] Nicolson T.H., Gerdemann J.W. Mycorrhizal Endogone species.Mycologia journal; 1968;60:313-325.

[18] Tommerup I.C. Kidby D.K. Preservation of spores of (Vesicular-) arbuscular endophytes by L-drying.Appl.Environ.Microbiol; 1979;37:831-835.

[19] Phillips J.M., Hayman D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc; 1970; 55: 159-161.

[20] Wright D.P., Read D.J., Scholes J.D. Mycorrhizal sink strength influence whole plant carbon

[21] balance of Trifolium repense L. Plant Cell Environ journal; 1998;21:881-891.

[22] Demir S. Infeluence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper. Turkish Journal of Biology; 2004; 28:85-90.

[23] Gamalero E, Trotta A, Massa N, Copetta A, Martinotti M.G. and Berta G. Impact of two fluorescent pseudomonas and an arbuscular mycorrhizal fungus on tomato plant growth, root architecture and P acquisition. Mycorrhiza journal; 2004 ;14:185-92.

[24] Liu J, Wu L, Wei S, Xiao X, Su C, Jiang P, Song Z, Wang T, Yu Z. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth, nutrient uptake and glycyrrhizin production of licorice (Glycyrrhiza uralensis Fisch). Plant Growth Regulation journal; 2007;52:29-39

[25] Turjaman M, Tamai Y, Santoso E. Arbuscular mycorrhizal fungi increased early growth of two nontimber forest product species Dyrea polyphylla and Aquilaria filarial under greenhouse conditions. Mycorrhiza journal; 2006;16:459-464.

[26] Schenck N.C., Perez. Y. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. 2nd ed. Synergistic publications, Gainesville, FL, USA. 241PP; 1988.

[27] Guo L.P., Wang H.G., Haung L.Q., Jiang Y.X., Zhu Y.G., Kong W.D., Chen M.L., Lin S.F., Fang Z.G. Effects of Arbuscular Mycorrhizae on growth and essential oil of Atractylodes lancea. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi; 2006;31(18): 1491-1496.