Iranian Journal of Plant Protection Science
Vol 50, No 2, Autumn & Winter 2019-2020 (197-212)
DOI: 10.22059/ijpps.2019.226669.1006785

دانش گیاهپزشکی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸ (ص ۲۱۲-۱۹۷)

تأثیر میکوریزهای آربوسکولار *Glomus intraradices* و *Glomus mosseae* بر پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه پسته در شرایط تنش شوری

زینب بهمنش[۱]، حسین علایی[۲*]، امیرحسین محمدی[۳] و حسین دشتی[٤]

۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

۳. استادیار پژوهشی، پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان

٤. استاد، گروه ژنتیک و تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۸/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/٤/۵)

چکیده

تأثیر دو گونه *Glomus intraradices* و *G. mosseae* (Gm+Gi) از قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (AMF) بر پوسیدگی ریشه نهال‌های پسته ناشی از *Phytophthora drechsleri* (Pd) در دو سطح شوری ۱٤۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم NaCl در گرم خاک بررسی شد. نهال‌های دوماهه پسته بادامی زرند با ۲۰۰ پروپاگول در گرم از Gm+Gi مایه‌زنی شد و پس از ۵۰ روز، غلظت‌های مختلف کلرید سدیم طی ۱۵ روز به گلدان‌ها اضافه گردید. پس از دو هفته، مایه‌زنی نهال‌ها با استفاده از مایه *P. drechsleri* انجام گردید. نتایج نشان داد که مایه‌زنی AMF موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی و ریشه، سطح برگ، ارتفاع نهال، غلظت کلروفیل و قندهای محلول در شرایط شور و غیر شور گردید اما غلظت پرولین و یون‌های Na و Cl در اندام هوایی و ریشه نهال‌های میکوریزی کاهش نشان داد. مایه‌زنی Pd نتوانست تأثیر معنی‌داری بر درصد کلنیزاسیون AMF در ریشه بگذارد اما در ریشه‌های کلنیزه‌شده با AMF درصد کلنیزاسیون بیمارگر در کلیه سطوح شوری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در تیمار برهمکنش AMF و Pd، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، سطح برگ و ارتفاع نهال‌ها، غلظت کلروفیل، قندهای محلول به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با Pd در کلیه سطوح کلرید سدیم افزایش نشان داد اما غلظت یون‌های Na و Cl اندام هوایی و ریشه به‌طور معنی‌داری کمتر بود. بنابراین کلنیزاسیون AMF می‌تواند از اثرات مخرب شوری و پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه پسته بکاهد.

واژه‌های کلیدی: آربوسکولار، بیماری‌های خاکزاد، پسته، شوری، قارچ‌های میکوریز.

Effect of arbuscular mycorrhizas *Glomus intraradices* and *Glomus mosseae* on pistachio root rot caused by *Phytophthora* under salinity stress

Zeinab Behmanesh[1], Hossein Alaei[2*], Amir Hossein Mohammadi[3] and Hossein Dashti[4]

1, 2. Former M. Sc. Student and Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

3. Assistant Professor, Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

4. Professor, Department of Genetics and Plant Production, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

(Received: Nov. 6, 2017 - Accepted: Jun. 26, 2019)

ABSTRACT

The effect of *Glomus intraradices* and *G. mosseae* (Gm+Gi) as Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) was investigated on *Phytophthora* root rot of pistachio seedlings caused by *Phytophthora drechsleri* (Pd) in salinity level of 1400 and 3200 mg NaCl per gram of soil. Two month old pistachio seedlings cultivar Badami-Zarand were inoculated by 200 propagules gr^{-1} of Gm+Gi mycorrhizae and after 50 days, salinity treatments with different concentration of NaCl were added to seedling pots through irrigation during 15 days. After two weeks, seedling roots were inoculated by *P. drechsleri*. The results showed that seedlings inoculation by mycorrhizae, significantly increased the shoot and root dry weight, leaf area, seedling height, chlorophyll and soluble sugars concentration in all salinity levels as well as non-saline treatments. But proline concentration as well as Na and Cl ions were reduced in shoot and root of mycorrhizal seedlings. *P. drechsleri* inoculation could have no significant effects on root colonization by AMF whereas in myorrhizal seedlings, the colonization of pathogen was significantly decreased in all salinity treatments. The results of the interaction treatment of AM fungi and *P. drechsleri* showed that the shoot and root dry weight, leaf area, seedling height, chlorophyll and soluble sugars concentration were significantly increased in all salinity levels compared to *P. drechsleri* inoculated seedlings whereas the concentration of Na and Cl ions in shoot and root was significantly lower. In conclusion, the presence of AM fungi could reduce the destructive effects of salinity and *Phytophthora* root rot of pistachio.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal fungi, salinity, soil-borne disease, pistachio.

* Corresponding author E-mail: hossein.alaei@vru.ac.ir

مقدمه

پسته از جمله مهم‌ترین محصولات باغبانی در ایران می‌باشد که سابقه کاشت آن به حدود سه تا چهار هزار سال قبل می‌رسد (Abrishami, 1995). تولید پسته در بیشتر مناطق پسته کاری ایران تحت تأثیر تنش‌هایی مانند شوری، خشکی و آفات و بیماری‌ها بوده که این عوامل به تنهایی یا در برهمکنش با یکدیگر می‌توانند خسارت زیادی را به درختان پسته وارد نمایند (Mohammadi & Banihashemi, 2010). در ایران بیماری پوسیدگی فیتوفتورایی طوقه و ریشه (انگومک) از جمله بیماری‌های مهم و خاک‌زاد درختان پسته بوده که هر ساله خسارت زیادی را به درختان پسته وارد می‌نماید (Banihashemi & Moradi, 2004; Bnihashemi, 1998). تاکنون گونه‌های مختلف *Phytophthora pistaciae*، *P. drechsleri*، *P. citrophthora*، *P. cryptogea*، *P. nicotianae*، *P. parsiana* و *P. melonis* از مناطق مختلف پسته‌کاری ایران به‌عنوان عامل بیماری انگومک پسته گزارش شده‌اند (Aminaee & Ershad, 1991; Ashkan *et al.*, 1995; Banihashemi, 1989; Bnihashemi, 1998; Fani *et al.*, 2004; Fattahi Ardekani *et al.*, 2000; Mirabolfathi *et al.*, 2004; Mirabolfathy *et al.*, 2001; Mirabolfathy *et al.*, 1989; Mirabolfathy *et al.*, 1990; Mostowfizadeh Ghalamfarsa *et al.*, 2008) در میان گونه‌های مختلف عامل بیماری انگومک، *P. drechsleri* یکی از بیمارگرهای مهم بوده که می‌تواند باعث پوسیدگی طوقه (با فراوانی بیشتر) و ریشه در باغ‌های پسته گردد (Banihashemi & Moradi, 2004). بیماری انگومک پسته هم در خاک‌های شور و هم در خاک‌های غیرشور باعث خسارت به درختان پسته می‌گردد (Banihashemi, 1994). مطالعات نشان می‌دهد که افزایش غلظت NaCl می‌تواند موجب افزایش درصد آلودگی فیتوفتورا در ریشه و کاهش معنی‌دار وزن خشک و طول ریشه در رقم فندقی (حساس به شوری) شود درحالی‌که در رقم بادامی (متحمل به شوری) اثرات منفی بیمارگر در شرایط شور کاهش یافت (Banihashemi & Tabatabaee, 2004). برای کنترل این بیماری روش‌های مختلف کنترل زراعی، شیمیایی و بیولوژیکی و استفاده از پایه‌های مقاوم پسته پیشنهاد شده است (Bnihashemi, 1998; Mehdizadeh *et al.*, 1993; Mirabolfathi *et al.*, 1990; Saberi-Riseh *et al.*, 2004; Shahidi-Bonjar *et al.*, 2006; Sharifi-Tehrani *et al.*, 1993). استفاده از قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (AMF) ضمن کاهش اثرات مخرب عوامل بیماریزا و شوری (Azcón-Aguilar & Barea, 1997; Barea & Jeffries, 1995; Dixon *et al.*, 1993) می‌تواند موجب افزایش جذب آب (Sheng *et al.*, 2008) و مواد غذایی و بهبود وضعیت رشدی گیاهان شود (Al-Karaki & Hammad, 2001; Mohammadi & Banihashemi, 2010; Zheng *et al.*, 2005). گزارش‌های متعددی حاکی از حضور و فعالیت قارچ‌های AM در خاک‌های شور می‌باشد (Aliasgharzadeh *et al.*, 2001; Ruiz-Lozano & Azcón, 2000) که در برخی از منابع، این قارچ‌ها به‌عنوان اصلاح‌کننده‌های زنده خاک‌های شور شناخته می‌شوند (Feng *et al.*, 2002).

افزایش وزن‌خشک‌ریشه، ساقه و سطح برگ نهال‌های پسته رقم اکبری کلنیزه‌شده با *Glomus etunicatum* در شرایط شور و غیر شور گزارش شده است به‌طوری‌که حضور این گونه از قارچ میکوریز آربوسکولار در نهال‌های میکوریزی می‌تواند موجب کاهش غلظت یون سدیم و تحمل بیشتر آنها در مقایسه با نهال‌های غیرمیکوریزی شود (Fallahyan *et al.*, 2005). در گزارش دیگری نیز بهبود وضعیت رشدی و صفات بیوشیمیایی پایه‌های پسته کلنیزه‌شده با جدایه خاک شور *G. mosseae* از جمله دلایل افزایش تحمل نهال‌های پسته در شرایط شور و کاهش اثرات مخرب شوری ذکر شده است (Mohammadi & Banihashemi, 2010). علاوه بر آن نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که مایه‌زنی *G. mosseae* در نهال‌های سه پایه پسته سرخس، قزوینی و آتلانتیکا می‌تواند علاوه بر افزایش شاخص‌های رشدی گیاه درصد کلنیزاسیون *P. drechsleri* را در ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش دهد (Mohammadi & Banihashemi, 2010). پژوهش حاضر با هدف مطالعه تأثیر مایه‌زنی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر بیماری پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه نهال‌های پسته بادامی زرند در شرایط شور انجام شده است.

مواد و روش‌ها

کاشت نهال‌های پسته و مایه‌زنی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار

در این آزمایش از پایه پسته بادامی ریززند (متحمل به شوری و پوسیدگی فیتوفتورایی) استفاده گردید. برای سبز کردن بذرها، پس از جداسازی پوست چوبی، مغزهای پسته به‌مدت ۲۰ دقیقه در محلول وایتکس ۱۰ درصد ضدعفونی سطحی شده و سپس سه مرتبه با آب مقطر سترون شسته شدند. پس از آن بذرها در آب مقطر حاوی به‌ترتیب ۲۵۰ و ۵۰۰ppm تتراسیکلین و آمپی‌سیلین به‌مدت ۲۴ ساعت خیسانده شدند. بعد از شست‌وشوی بذرها به‌وسیله آب مقطر سترون، بذرها به‌مدت ۱۵ دقیقه با قارچ‌کش پنتاکلرو نیترو بنزن (PCNB, 99% Aldrich, Germany) به نسبت ۲ در هزار ضدعفونی شده و لابلای پارچه ململ در ظروف استریل سترون و در دمای اتاق نگهداری شدند. حدود ۱۰ روز بعد ۶ عدد بذر جوانه زده یکنواخت جداشده و در گلدان‌های یک کیلوگرمی حاوی مخلوطی از ماسه شسته‌شده و خاک بکر سترون (به نسبت ۱:۲) کاشته شدند. آبیاری گلدان‌ها در این مرحله با استفاده از آب مقطر به‌روش وزنی و در حد ظرفیت مزرعه انجام گردید. پس از اطمینان از سبز شدن بذرها، تعداد گیاهچه‌های موجود در هر گلدان به چهار عدد کاهش داده شد. قارچ‌های میکوریز آربوسکولار مورد استفاده در این تحقیق از پژوهشکده پسته کشور تهیه گردید. برای مایه‌زنی این قارچ‌ها، نهال‌های دو ماهه پسته همراه با خاک اطراف آنها به گلدان‌های ۳ کیلوگرمی منتقل شدند. در ته هر یک از این گلدان‌ها ۴۰ گرم مایه تلقیح حاوی اینوکولوم دو قارچ *G. mosseae* و*G. intraradices* با جمعیت ۲۰۰ پروپاگول (ریسه و اسپور) در هر گرم ریخته شد. سپس با استفاده از مخلوط ماسه شسته شده و خاک بکر سترون وزن گلدان‌ها سه کیلوگرم تنظیم گردید.

اِعمال تیمارهای شوری

پنجاه روز پس از مایه‌زنی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار و اطمینان از کلنیزاسیون ریشه‌ها، تیمارهای شوری اِعمال شدند. در این مطالعه از سه سطح شوری صفر، ۱۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک استفاده شد. به‌منظور جلوگیری از وارد شدن تنش به نهال‌ها، تیمارهای شوری در مدت ۱۵ روز در آب آبیاری به گلدان‌ها داده شدند. برای این منظور محلول نمکی به‌میزان نیم گرم کلرید سدیم در هر میلی‌لیتر آب مقطر تهیه شد. برای تیمارهای ۱۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، به ترتیب ۸/۴ و ۱۹/۲ سی‌سی محلول نمکی تهیه شده طی مدت ۱۵ روز همراه با آب آبیاری به گلدان‌ها داده شد.

تکثیر مایه *Phytophthora drechsleri* و مایه‌زنی نهال‌ها

جدایه Pd1 گونه *P. drechsleri* مورد استفاده در این تحقیق از پژوهشکده پسته کشور تهیه شد. برای تکثیر مایه این جدایه پس از تهیه عصاره ۶۰ گرم شاهدانه خردشده در یک لیتر آب مقطر، مقدار ۱۲۰ میلی‌لیتر از این عصاره با ۲۰۰ میلی‌لیتر ورمی‌کولیت (۴۱ گرم) داخل ظرف ارلن ۵۰۰ میلی‌لیتری ریخته‌شده و به‌مدت ۲۰ دقیقه در ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع سترون شدند. در هر ظرف ارلن حدود ۱۰ تا ۱۲ عدد بلوک ۵ میلی‌متری از حاشیه پرگنه‌های جوان فیتوفتورا انداخته شده و ظرف ارلن‌ها به‌مدت یک ماه در دمای اطاق نگهداری شدند (Banihashemi, 1989, 2004). دو هفته پس از اِعمال تیمارهای شوری، ابتدا مقداری از خاک سطحی گلدان‌ها برداشته شده و دور تا دور گلدان‌ها شیارهایی ایجاد شد تا ریشه نهال‌ها نمایان شوند. برای هر گلدان ۴۰ گرم مایه فیتوفتورا به‌صورت یکنواخت داخل شیارها ریخته شده و سپس خاک برداشته شده از گلدان‌ها روی مایه فیتوفتورا ریخته شد. با افزودن آب مقطر، گلدان‌ها به‌صورت غرقاب در آمده و ۲۴ ساعت در این حالت قرار گرفتند. پس از آن با ایجاد یک سوراخ کوچک، آب اضافی از ته گلدان‌ها خارج شد که مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر از این زه‌آب، برای ردیابی زئوسپورهای فیتوفتورا مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور پس از شست‌وشو و خشک کردن برگ‌های لیموشیرین با استفاده از دستگاه پانچ، ۸۰ قطعه از برگ‌ها که فاقد رگبرگ اصلی بودند جدا شده و روی زه‌آب جمع

آوری‌شده در ظروف یکبار مصرف ریخته شد. پس از ۲۴ ساعت قطعات برگی شناور با آب شرب شهری شسته شده و پس از خشک‌کردن با دستمال کاغذی به تشتک‌های پتری حاوی محیط CMA-PARP منتقل گردیدند (Banihashemi, 2004; Grimmn & Alexander, 1973).

چهل روز پس از مایه‌زنی *P. drechsleri*، نهال‌ها برداشت شدند. اندام هوایی نهال‌ها در محل طوقه از ریشه‌ها جدا شد. مقدار مساوی از بافت ریشه برای اندازه‌گیری درصد کلنیزاسیون قارچ‌های میکوریز آربوسکولار و آلودگی بیمارگر از تمام تیمارها برداشته شد. پس از شست‌وشوی کامل ریشه‌ها با آب، نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس قرار داده شده و وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. ارتفاع ساقه نهال‌ها از محل طوقه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ‌ها، تعداد ۱۵ برگ به‌صورت تصادفی از سه ناحیه پایین، بالا و میانی نهال‌ها انتخاب شده و سطح برگ‌ها با استفاده از دستگاه اسکنر مدل DAC AM100 اندازه‌گیری شد. برای تعیین درصد آلودگی *P. drechsleri* تعداد چهل قطعه نیم سانتی متری از ریشه‌ها به‌صورت تصادفی جدا شده و پس از شست‌وشو با آب شرب شهری و خشک کردن لابلای دستمال کاغذی سترون، روی محیط CMA-PARP کشت داده شدند. ریشه‌های مورد نظر قبل از استفاده در محلول FAA نگهداری شدند.

برای رنگ‌آمیزی ریشه‌ها و مشاهده قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، یک گرم از ریشه نهال‌ها به‌وسیله آب مقطر کاملاً شسته شده، با کاغذ صافی خشک شده، به‌مدت یک ساعت در لوله‌های آزمایش حاوی هیدروکسید پتاسیم ۱۲ درصد داخل بن ماری با دمای ۹۰ درجه سلسیوس نگهداری شد. به‌خاطر ضخامت ریشه‌ها و مقدار بالای مواد رنگی در آن‌ها، پس از بیرون ریختن هیدروکسید پتاسیم، این عمل ۴ بار تکرار شد. سپس نمونه‌ها با آب مقطر شسته و به‌مدت ۱۵ دقیقه در محلول آب اُکسیژنه قلیایی در دمای اتاق نگهداری شدند. پس از شست‌وشوی کامل با آب مقطر، نمونه ها در محلول ۱٪ اسید کلریدریک به‌مدت ۳ تا ۴ دقیقه نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها بدون شست‌وشو در داخل محلول لاکتوگلیسرول اسید فوشین ۱ درصد به‌مدت یک ساعت قرار داده شدند (Kormanik & McGraw, 1982). برای ارزیابی میزان کلنیزاسیون قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، ۷۰ قطعه یک سانتی‌متری از ریشه‌های هر تیمار روی اسلاید قرار داده شده و با استفاده از میکروسکوپ اندام قارچ‌ها داخل ریشه‌ها مشاهده و اندازه‌گیری شدند.

آماده‌سازی نمونه‌های اندام هوایی و ریشه برای عصاره‌گیری و تعیین غلظت عناصر غذایی به‌روش خاکستر خشک (dry ashing) و هضم به‌وسیله اسید کلریدریک (۳ نرمال) صورت گرفت (Kalra & Maynard, 1991). غلظت یون سدیم با استفاده از دستگاه ICP (Inductively couple plasma) و غلظت یون کلر با روش تیتراسیون با نیترات نقره اندازه‌گیری شد (Champman & Pratt, 1961). برای اندازه‌گیری کلروفیل کل برگ، مقدار ۰/۲۵ گرم برگ‌های تازه خردشده با افزودن ۵ میلی‌لیتر آب مقطر در یک هاون چینی به‌طور کامل له شده و حجم مخلوط حاصل با استفاده از بالن ژوژه به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از مخلوط به‌دست‌آمده با ۴/۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد مخلوط شده و به‌مدت ۱۰ دقیقه با دور (rpm) ۳۵۰۰ سانتریفیوژ گردید (Kirk, 1967). با استفاده از اسپکتروفتومتر میزان جذب نور محلول رویی در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر خوانده شد و با استفاده از رابطه (۱) غلظت کلروفیل محاسبه شد (Behboudian *et al.*, 1986).

رابطه ۱) کلروفیل کل (mg/g) =

$$(A_{۶۴۵} \times ۰/۰۲۰۲) + (A_{۶۶۳} \times ۰/۰۰۸۰۲)$$

برای اندازه‌گیری پرولین و قندهای محلول، ۰/۵ گرم از بافت برگ‌های تازه با استفاده از ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی له شد. پس از جداسازی مایع رویی، عصاره‌گیری از بافت‌های باقیمانده با استفاده از اتانول ۷۰ درصد تکرار گردید. عصاره حاصل به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. برای تعیین غلظت پرولین، یک میلی‌لیتر از عصاره الکلی فوق‌الذکر با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق شده و ۵ میلی‌لیتر معرف ناین هیدرین (مخلوط ۱۲۵ میلی‌گرم ناین هیدرین در ۳ میلی‌لیتر

اسید استیک گلاسیال و ۲ میلی‌لیتر اسید فسفریک ۶ مولار) و سپس ۵ میلی‌لیتر اسید استیک گلایسیال به آن اضافه شده و نمونه کاملاً به‌هم زده شده و پس از آن به‌مدت ۴۵ دقیقه در حمام آب گرم قرار داده شد. پس از خارج کردن نمونه‌ها از حمام آب گرم و خنک شدن آن‌ها، ۱۰ میلی‌لیتر بنزن به آن‌ها اضافه و با همزن مکانیکی مخلوط شدند تا پرولین وارد فاز بنزن شود. نمونه‌ها ۳۰ دقیقه به حال سکون رها شدند و سپس میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر T80 U/VIS Spectrometer PG Instruments Ltd در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. استانداردهای پرولین نیز با استفاده از ال- پرولین در غلظت‌های صفر ، ۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۰۳، ۰/۰۴، ۰/۰۵، ۰/۰۶، ۰/۰۷، ۰/۰۸، ۰/۰۹ و ۰/۱ (میکرومول در میلی‌لیتر) تهیه شده و پس از انجام کلیه مراحل آماده‌سازی مانند نمونه‌ها، جذب آنها در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه‌گیری گردید (Irigoyen *et al*., 1992).

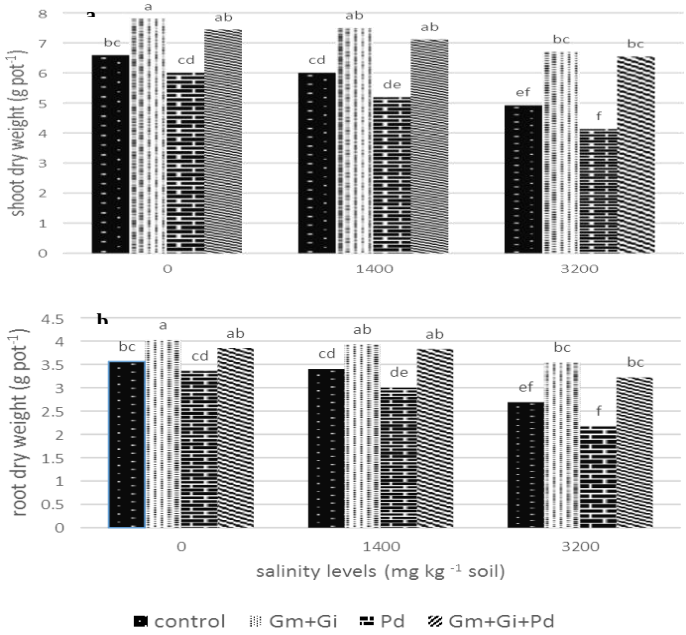
برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول، ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره الکلی که قبلاً برای پرولین تهیه شده بود با ۳ میلی‌لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون به‌علاوه ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) مخلوط گردید. این محلول به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم قرار داده شد تا واکنش انجام و رنگی شود. سپس میزان جذب آن با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت شد و مقدار قندهای محلول اندازه‌گیری گردید. برای تهیه استاندارد قندها از گلوکز خالص در غلظت‌های ۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰، ۱۵۰۰، ۱۷۵۰، ۲۰۰۰، ۲۲۵۰ و ۲۵۰۰ (میلی‌گرم در لیتر) تهیه و جذب آن‌ها اندازه‌گیری گردید (Irigoyen *et al*., 1992). آزمایش به‌صورت فاکتوریل با سه فاکتور تیمار شوری، تیمار مایه‌زنی با *P. drechsleri* و تیمار مایه‌زنی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در گلخانه انجام شد.

نتایج

در کلیه سطوح شوری، مایه‌زنی قارچ‌های AM موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی نهال‌ها در مقایسه با تیمار شاهد گردید. اگرچه مایه‌زنی فیتوفتورا وزن خشک اندام هوایی را در مقایسه با شاهد در سطوح مختلف شوری کاهش داد اما این کاهش بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار شاهد در سطح یک درصد بود (شکل ۱). برهمکنش قارچ‌های AM و فیتوفتورا نیز توانست وزن خشک اندام هوایی را در مقایسه با شاهد و تیمار مایه‌زنی با فیتوفتورای به‌تنهایی به‌طور معنی‌داری در کلیه سطوح شوری افزایش دهد. کمترین وزن خشک اندام هوایی در غلظت ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک مشاهده گردید که تنها در تیمارهای شاهد و مایه‌زنی با فیتوفتورا دارای تفاوت معنی‌داری با سطح شوری صفر بود.

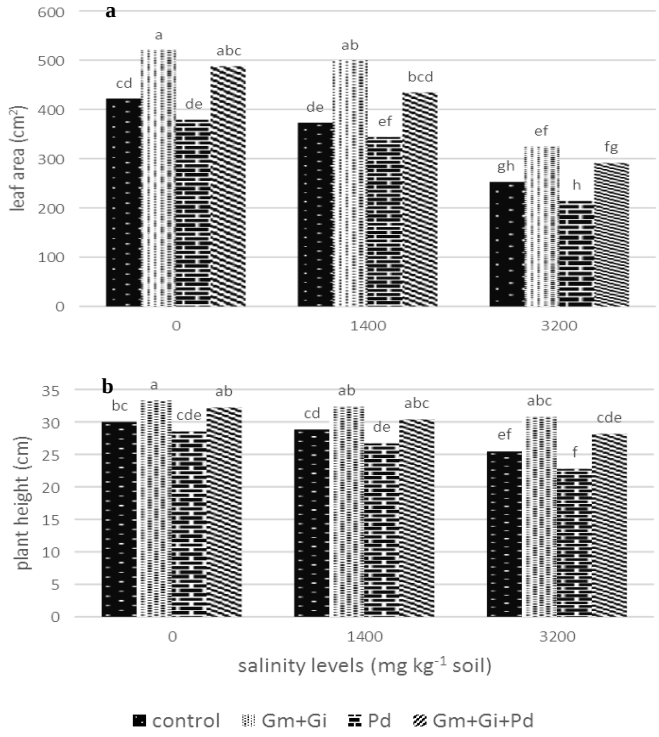
وزن خشک ریشه نیز در کلیه سطوح شوری در اثر مایه‌زنی با قارچ‌های AM به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت اما در مقابل مایه‌زنی فیتوفتورا موجب کاهش بدون تفاوت معنی‌دار وزن خشک ریشه در مقایسه با شاهد گردید (شکل ۲). بیشترین کاهش بر وزن خشک ریشه در غلظت ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک مشاهده گردید. در این سطح شوری وزن خشک ریشه در هر سه تیمار شاهد، مایه‌زنی با قارچ‌های AM و فیتوفتورا کاهش معنی‌داری نسبت به سطح شوری صفر نشان دادند اما تنها در تیمار برهمکنش قارچ‌های AM و فیتوفتورا تفاوت معنی‌دار در مقایسه با سطح شوری صفر مشاهده نگردید.

با افزایش غلظت کلرید سدیم، سطح برگ و ارتفاع نهال در کلیه تیمارها کاهش یافت که این کاهش در سطح شوری ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک دارای تفاوت معنی‌دار با تیمارهای متناظر در سطح شوری صفر بود (شکل ۲). در کلیه سطوح شوری، مایه‌زنی قارچ‌های AM موجب افزایش معنی‌دار سطح برگ و ارتفاع نهال‌ها در مقایسه با شاهد گردید، درحالی‌که حضور فیتوفتورا نتوانست سطح برگ و ارتفاع نهال‌ها را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش دهد. در تیمار برهمکنش قارچ‌های AM و فیتوفتورا، سطح برگ و ارتفاع نهال‌ها در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با فیتوفتورا افزایش یافت که این افزایش در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با فیتوفتورا دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد بود.



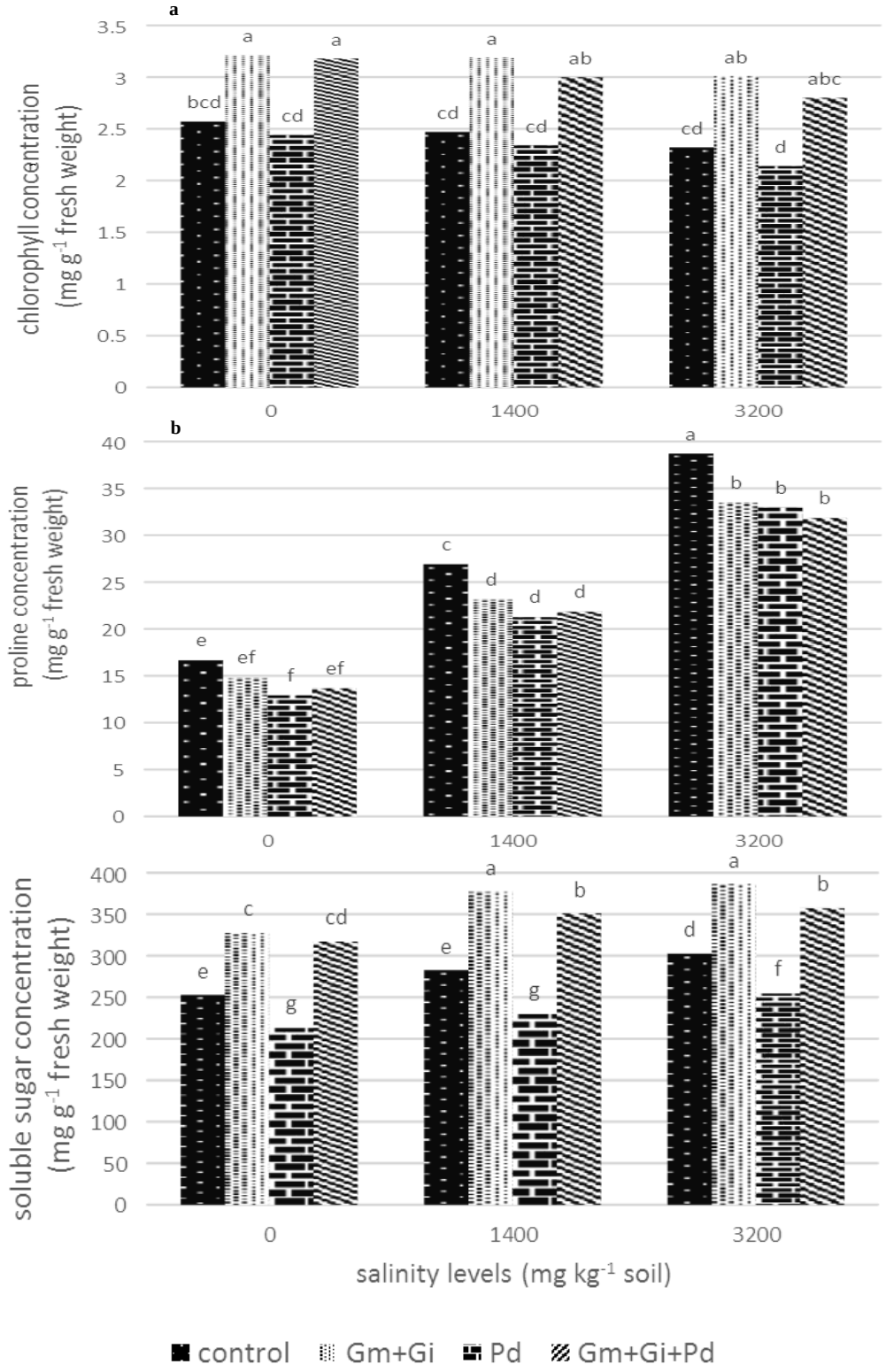
شکل ۱. تأثیر تیمارهای مایه‌زنی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (Gm+Gi)، *Phytophthora drechsleri* (Pd)، و برهمکنش آنها (Gm+Gi)+Pd بر وزن خشک اندام هوایی (a) و ریشه (b) پایه پسته بادامی زرند. ستون‌های دارای حروف مشترک طبق آزمون دانکن در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Figure 1. Effect of inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi (Gm+Gi), *Phytophthora drechsleri* (Pd) and their interaction (Gm+Gi)+Pd on shoot (a) and root (b) dry weight of pistachio rootstock badami-zarand. Column with same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (p≤0.01).



شکل ۲. تأثیر تیمارهای مایه‌زنی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (Gm+Gi)، *Phytophthora drechsleri* (Pd)، و برهمکنش آنها (Gm+Gi)+Pd بر سطح برگ (a) و ارتفاع (b) نهال‌های پایه پسته بادامی زرند. ستون‌های دارای حروف مشترک طبق آزمون دانکن در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Figure 2. Effect of inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi (Gm+Gi), Phytophthora drechsleri (Pd) and their interaction (Gm+Gi)+Pd on leaf area (a) and plant height (b) of pistachio rootstock badami-zarand. Column with same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (p≤0.01).



شکل ۳. تأثیر تیمارهای مایه‌زنی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (Gm+Gi)، *Phytophthora drechsleri* (Pd)، و برهمکنش آنها (Gm+Gi)+Pd بر غلظت کلروفیل (a)، پرولین (b) و قندهای محلول (c) پایه پسته بادامی زرند. ستون‌های دارای حروف مشترک طبق آزمون دانکن در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

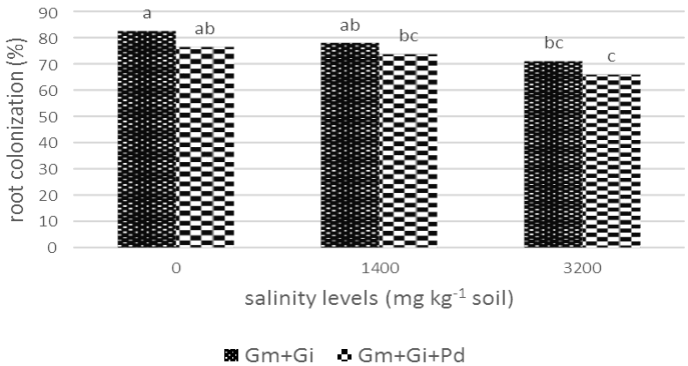
Figure 3. Effect of inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi (Gm+Gi), Phytophthora drechsleri (Pd) and their interaction (Gm+Gi)+Pd on concentration of chlorophyll (a), proline (b) and soluble sugar (c) of pistachio rootstock badami-zarand. Column with same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (p≤0.01).

مایه‌زنی قارچ‌های AM موجب افزایش معنی‌دار غلظت کلروفیل برگ‌ها در مقایسه با تیمار شاهد در کلیه سطوح شوری گردید اما مایه‌زنی فیتوفتورا نتوانست تأثیر معنی‌داری بر غلظت کلروفیل برگ‌ها بگذارد (شکل ۳). همچنین در تیمار برهمکنش قارچ‌های AM و فیتوفتورا، غلظت کلروفیل برگ‌ها در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با فیتوفتورا به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. اگرچه افزایش غلظت کلرید سدیم موجب کاهش میزان کلروفیل برگ‌ها در کلیه تیمارها گردید اما این کاهش تفاوت معنی‌داری را در مقایسه با سطح شوری صفر نداشت. با افزایش غلظت کلرید سدیم، غلظت پرولین کلیه تیمارها در مقایسه با سطح شوری صفر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل۳). در سطوح شوری ۱۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، غلظت پرولین برگ‌ها در تیمارهای مایه‌زنی با قارچ‌های AM، فیتوفتورا و برهمکنش آنها در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد، علاوه بر اینکه تیمارهای فوق الذکر از نظر غلظت پرولین تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. مایه‌زنی قارچ‌های AM و فیتوفتورا به ترتیب موجب افزایش و کاهش معنی‌دار غلظت قندهای محلول در مقایسه با تیمار شاهد گردید (شکل۳). در تیمار برهمکنش قارچ‌های AM و فیتوفتورا، غلظت قندهای محلول در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با فیتوفتورا افزایش معنی‌دار نشان داد. همچنین بررسی غلظت قندهای محلول، حاکی از افزایش غلظت این قندها با افزایش غلظت کلرید سدیم بود.

افزایش غلظت کلرید سدیم موجب کاهش درصد کلنیزاسیون قارچ‌های AM گردید که این کاهش در سطح شوری ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک دارای تفاوت معنی‌دار با سطح شوری صفر بود (شکل ۴). در تیمار برهمکنش قارچ‌های AM و فیتوفتورا نیز، افزایش غلظت کلرید سدیم موجب کاهش درصد کلنیزاسیون قارچ‌های AM گردید. مقایسه دو تیمار مایه‌زنی با قارچ‌های AM و برهمکنش آنها با فیتوفتورا نشان داد اگرچه حضور بیمارگر می‌تواند درصد کلنیزاسیون قارچ‌های AM را در ریشه کاهش دهد اما این کاهش فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد بود.

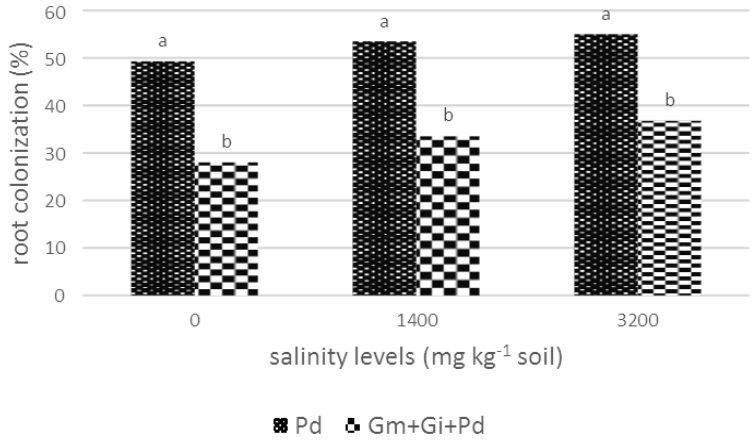
حضور قارچ‌های AM در کلیه سطوح شوری موجب کاهش معنی‌دار درصد کلنیزاسیون بیمارگر در ریشه گردید (شکل ۴). اگرچه افزایش غلظت کلرید سدیم موجب افزایش درصد کلنیزاسیون بیمارگر در ریشه شد اما این افزایش تفاوت معنی‌داری را میان سطوح مختلف کلرید سدیم نشان نداد.

بیشترین میزان تجمع سدیم در اندام هوایی و ریشه کلیه تیمارها در سطح شوری ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک مشاهده گردید که دارای تفاوت معنی‌دار با سایر سطوح شوری بود (جدول ۱).



شکل ۴. درصد کلنیزاسیون ریشه به‌وسیله قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در تیمارهای مایه‌زنی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (Gm+Gi) و برهمکنش آن با *Phytophthora drechsleri* (Gm+Gi)+Pd در سطوح مختلف کلرید سدیم. ستون های دارای حروف مشترک طبق آزمون دانکن در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Figure 4. Root colonization (%) by arbuscular mycorrhizal fungi in inoculation treatments with (Gm+Gi) and interaction with *Phytophthora drechsleri* (Gm+Gi)+Pd in different salinity levels. Column with same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($p \leq 0.01$).



شکل ۵. درصد کلنیزاسیون ریشه به‌وسیله بیمارگر در تیمارهای مایه‌زنی با (Pd) *Phytophthora drechsleri* و برهمکنش آن با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (Gm+Gi)+Pd در سطوح مختلف کلرید سدیم. ستون های دارای حروف مشترک طبق آزمون دانکن در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Figure 5. Root colonization (%) by pathogen in inoculation treatments with *Phytophthora drechsleri* (Pd) and interaction with arbuscular mycorrhizal fungi (Gm+Gi)+Pd in different salinity levels. Column with same letter are not significantly different according to Duncan,s multiple range test ($p \leq 0.01$).

جدول ۱. تأثیر تیمارهای مایه‌زنی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (Gm+Gi)، *Phytophthora drechsleri* (Pd) و برهمکنش آنها (Gm+Gi)+Pd بر غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه (میلی‌گرم در گرم بافت خشک) در سطوح مختلف کلرید سدیم

Table 1. Effect of inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi (Gm+Gi), *Phytophthora drechsleri* (Pd) and their interaction (Gm+Gi)+Pd on concentration of Na in shoot and root (mg g^{-1} dry weight) in different levels of NaCl

	Inoculated treatments Concentration of NaCl (mg g^{-1} dry weight)				
	Salinity levels	Control	Pd	Gm+Gi	(Gm+Gi)+Pd
Shoot					
	0	2.74 f *	3.35 ef	2.19 f	2.66 f
	1400	3.99 de	4.57 d	2.57 f	3.14 ef
	3200	8.91 b	10.06 a	7.27 c	8.04 bc
Root					
	0	4.72 fgh	5.58 efg	3.74 h	4.14 gh
	1400	7.96 d	9.9 c	6.1 ef	7.01 de
	3200	13.02 b	14.49 a	10.63 c	12.16 b

* اعداد دارای حروف مشترک بر حسب آزمون دانکن در سطح یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

* Values followed by the same letters in each column are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($p \leq 0.01$).

در هر سه سطح شوری، کمترین و بیشترین غلظت سدیم اندام هوایی و ریشه به ترتیب در تیمارهای مایه‌زنی با قارچ‌های AM و *P. drechsleri* مشاهده گردید. غلظت سدیم اندام هوایی در این دو تیمار در سطح شوری ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک دارای تفاوت معنی‌داری با شاهد بود اما غلظت سدیم ریشه در هردو سطح شوری ۱۴۰۰ و ۲۸۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک تفاوت معنی‌دار با شاهد در سطح ۱ درصد را نشان داد. در تیمار برهمکنش قارچ‌های AM و فیتوفتورا غلظت سدیم اندام هوایی مانند تیمار مایه‌زنی با قارچ‌های AM بوده و تفاوت معنی‌داری را با آن نشان نداد.

افزایش میزان شوری غلظت کلر اندام هوایی و ریشه کلیه تیمارها را افزایش داد (جدول ۲). کمترین غلظت کلر در تیمار مایه‌زنی با قارچ‌های AM و بیشترین غلظت آن نیز در تیمار مایه‌زنی با *P. drechsleri* مشاهده شد که هردو تیمار دارای تفاوت معنی‌دار با شاهد بودند. غلظت کلر در تیمار برهمکنش قارچ‌های AM و بیمارگر نیز بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار مایه‌زنی با قارچ‌های AM بود.

جدول ۲. تأثیر تیمارهای مایه‌زنی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (Gm+Gi)، *Phytophthora drechsleri* (Pd) و برهمکنش آنها (Gm+Gi)+Pd بر غلظت کلر اندام هوایی و ریشه (میلی‌گرم در گرم بافت خشک) در سطوح مختلف کلرید سدیم

Table 2. Effect of inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi (Gm+Gi), *Phytophthora drechsleri* (Pd) and their interaction (Gm+Gi)+Pd on concentration of Cl in shoot and root (mg g^{-1} dry weight) in different levels of NaCl

	Inoculated treatments			
	Concentration of NaCl (mg g^{-1} dry weight)			
Salinity levels	Control	Pd	Gm+Gi	(Gm+Gi)+Pd
Shoot				
0	2.83 e*	3.39 e	2.29 e	2.99 e
1400	4.57 d	6.5 b	3.05 e	3.46 e
3200	6.83 b	9.04 a	5.33 cd	5.93 bc
Root				
0	2.07 de	2.89 cd	1.65 e	1.98 de
1400	3.46 c	5.01 b	2 de	3 cd
3200	4.76 b	6.65 a	3.17 cd	4.02 bc

* اعداد دارای حروف مشترک بر حسب آزمون دانکن در سطح یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

* Values followed by the same letters in each column are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($p \leq 0.01$).

بحث

مقایسه تیمار شاهد صفات رویشی (وزن خشک اندام هوایی و ریشه، سطح برگ و ارتفاع نهال‌ها) در سطوح مختلف کلرید سدیم نشان داد که این صفات تنها در بالاترین سطح شوری (۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) تحت تأثیر قرار گرفته و اختلاف معنی‌دار با سطح شوری صفر را نشان می‌دهد، بعبارت دیگر می‌توان گفت که در این مطالعه پایه بادامی زرند تاحدی توانسته شرایط شور را تحمل نماید. سایر محققین نیز به تحمل پایه پسته بادامی زرند در سطوح مختلف شوری اشاره نموده اند (Hokmabadi *et al.*, 2005; Mohammadi *et al.*, 2007; Parsa & Karemian, 1975; Sepaskhah & Maftoun, 1988). بررسی خصوصیات بیوشیمیایی نهال‌های پایه بادامی زرند نیز حاکی از وجود تحمل در این پایه در سطوح مختلف کلرید سدیم می‌باشد. براساس نتایج این تحقیق، غلظت کلروفیل تحت تأثیر افزایش غلظت کلرید سدیم قرار نگرفت. علاوه بر این با افزایش شوری، غلظت پرولین و قندهای محلول به‌طور معنی‌داری در مقایسه با سطح شوری صفر افزایش یافت. تغییر نیافتن غلظت کلروفیل برگ‌های پسته تحت تأثیر تنش شوری توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Behboudian *et al.*, 1986; Hokmabadi *et al.*, 2005; Mohammadi & Banihashemi, 2010; Walker *et al.*, 1988). کاهش کلروفیل و میزان فتوسنتز گیاهان در شرایط شور می‌تواند نتیجه تأثیر مخرب کلرید سدیم بر فرایندهای بیوشیمیایی مرتبط با فتوسنتز باشد (Dubey, 1997; El-Desouky & Atawia, 1998; Giri & Mukerji, 2004). همچنین گزارش شده که سمیت یون‌هایی مانند Na و Cl و اختلال در توازن یونی به‌خصوص NO^{-3} به‌علت افزایش غلظت کلر و یا اختلال در جذب Mg به‌عنوان یکی از عناصر ضروری برای ساختن کلروفیل می‌تواند در کاهش کلروفیل در شرایط شور مؤثر باشد (El-Desouky & Atawia, 1998; Giri & Mukerji, 2004). علت افزایش قندها و پرولین در شرایط شور می‌تواند مربوط به نقش این مواد در تنظیم اسمزی گیاه و تحمل در مقابل تنش شوری باشد (Volkmar *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 2004). همچنین افزایش تجمع قندهای محلول در بافت‌های گیاهی به خصوص در ریشه‌ها می‌تواند باعث افزایش مقاومت گیاهان به تنش اسمزی ناشی از زیادی نمک‌ها شود (Feng *et al.*, 2002). برخی از محققین نیز علت افزایش قند محلول با افزایش شوری را کاهش میزان فتوسنتز، تبدیل نشاسته به قند و یا مصرف کمتر کربوهیدرات توسط گیاه در شرایط شوری می‌دانند (Karimi *et al.*, 2009; Mansuri & Ahmadi, 2007). علاوه بر این افزایش غلظت این مواد در نهال‌های پسته نقش مهمی در افزایش تحمل به شوری دارد (Walker *et al.*, 1988).

با توجه به عدم تأثیر معنی‌دار تیمار مایه‌زنی با *P. drechsleri* در شرایط غیر شور (سطح شوری صفر) بر صفات رویشی نهال‌های بادامی و غلظت کلروفیل

برگ می‌توان نتیجه گرفت که این پایه دارای تحمل نسبی به بیمارگر می‌باشد که این نتایج با مطالعات سایر محققین (Bnihashemi, 1998; Banihashemi & Moradi, 2004; Banihashemi & Tabatabaee, 2004; Mohammadi & Banihashemi, 2010).

مایه‌زنی *P. drechsleri* در سطوح شوری ۱۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک غلظت یون‌های Na و Cl در اندام هوایی و ریشه نهال‌های پسته بادامی را افزایش داد. مشابه این نتایج در رابطه با تأثیر قارچ *Verticillium dahliae* بر غلظت سدیم و کلر سه پایه پسته (Mohammadi & Banihashemi, 2008; Mohammadi *et al.*, 2007) و تأثیر *P. cryptogea* بر گلرنگ (Weicht & MacDonald, 1992) توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است. در رابطه با تأثیر بیمارگرها بر افزایش غلظت یون‌های Na و Cl می‌توان گفت که با پوسیدگی سیستم ریشه گیاهان توسط قارچ، عملکرد غشای سیتوپلاسمی سلول‌ها از بین رفته و با به‌هم‌زدن نفوذپذیری انتخابی غشا سبب جذب بیشتر یون‌ها می‌گردد (Weicht & MacDonald, 1992).

مایه‌زنی قارچ‌های AM در شرایط غیرشور (شاهد) و شور (سطوح شوری ۱۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) توانست صفات رویشی و غلظت کلروفیل و قندهای محلول نهال‌های بادامی را در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دهد که این نتایج با مطالعات سایر محققین (Mohammadi & Banihashemi, 2010; Abbaspour *et al.*, 2005) مطابقت داشت. حضور قارچ‌های AM در ریشه نهال‌های پسته می‌تواند در جذب آب و مواد غذایی توسط این نهال‌ها تأثیر مثبتی بگذارد. این تأثیر به‌همراه افزایش غلظت کلروفیل و فتوسنتز در گیاهان میکوریزی می‌تواند منجر به تولید و ذخیره مواد غذایی بیشتر به‌خصوص کربوهیدرات‌ها شود (Feng *et al.*, 2002; Murkute *et al.*, 2006; Rabie & Almadini, 2005). برخلاف کلروفیل و قندهای محلول، غلظت پرولین در اثر مایه‌زنی قارچ‌های AM در مقایسه با شاهد در هردو شرایط غیر شور و شور کاهش یافت. گزارش‌ها حاکی از وجود نتایج متناقض در رابطه با تأثیر قارچ‌های AM بر غلظت پرولین در گیاهان مختلف می‌باشد. مایه‌زنی مرکبات (Duke *et al.*, 1986) و پسته (Mohammadi & Banihashemi, 2010) با قارچ‌های AM در شرایط شور و غیر شور موجب کاهش غلظت پرولین شده درحالی‌که سایر گزارش‌ها حاکی از افزایش غلظت پرولین در گیاهان ماش، اقاقیا و سویا مایه‌زنی‌شده با قارچ‌های AM می‌باشد (Hatimi, 1999; Jindal *et al.*, 1993; Sharifi *et al.*, 2007). بهبود وضعیت جذب و انتقال آب (Jahromi *et al.*, 2008)، عناصر غذایی به خصوص پتاسیم در گیاهان میکوریزی (Wang *et al.*, 2004) از جمله دلایل کاهش غلظت پرولین در گیاهان میکوریزی در شرایط غیر شور و شور ذکر شده است.

حضور قارچ‌های AM، موجب کاهش غلظت سدیم و کلر اندام هوایی و ریشه نسبت به تیمار شاهد گردید. مشابه نتایج این تحقیق، مایه‌زنی قارچ‌های AM توانسته در بادام زمینی (Gupta & Krishnamurthy, 1996)، و پسته (Fallahyan *et al.*, 2005) غلظت یون‌های Na و Cl را در شرایط شور کاهش دهد و در واقع دارای اثر بازدارندگی بر جذب این دو یون مهم در شرایط شور باشد. به‌نظر می‌رسد که یکی از عوامل افزایش رشد گیاهان میکوریزی در شرایط شور، کاهش غلظت یون‌های Na و Cl در ریشه و اندام هوایی باشد.

در این تحقیق نشان داده شد که تنها در غلظت ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، درصد کلنیزاسیون قارچ‌های AM هم در تیمار مایه‌زنی با قارچ‌های AM به تنهایی و هم در تیمار برهمکنش قارچ‌های AM و *P. drechsleri* در مقایسه با شرایط غیر شور (سطح شوری صفر) کاهش می‌یابد اما نکته مهم این است که در کلیه سطوح شوری اختلاف معنی‌داری میان دو تیمار مایه‌زنی با قارچ‌های AM و برهمکنش آنها با *P. drechsleri* مشاهده نگردید. این موضوع نشان داد که حضور *P. drechsleri* و کلرید سدیم نتوانست اثر مخربی روی جمعیت قارچ‌های AM در ریشه داشته باشد و به این ترتیب این قارچ‌ها با حفظ جمعیت خود در ریشه، توانسته اند اثرات مثبت در بهبود صفات رویشی و بیوشیمیایی نهال‌های پسته نشان دهند. گزارش‌های موجود نشان می‌دهد که کاهش درصد کلنیزاسیون قارچ‌های AM در ارقام متحمل به شوری پسته (Mohammadi &

Banihashemi, 2010)، و چند گونه آکاسیا (Giri *et al.*, 2003; Giri *et al.*, 2007)، بسیار کمتر از ارقام حساس به شوری بوده و در بسیاری موارد این کاهش بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار شاهد بود. در مقابل این گزارش‌ها، شوری نتوانست تأثیری بر درصد کلنیزاسیون قارچ‌های AM در پیاز و گوجه فرنگی داشته باشد (Poss *et al.*, 1985). کاهش میزان کلنیزاسیون قارچ‌های AM در ریشه گیاهان مختلف در اثر افزایش شوری می‌تواند نتیجه تأثیر شوری بر جوانه‌زنی اسپورها، محدودشدن رشد ریسه‌ها و کاهش تشکیل آربوسکول‌ها باشد (Sannazzaro *et al.*, 2006). به‌نظر می‌رسد این دلایل همراه با کاهش تولید ریشه در پایه بادامی زرند به‌خصوص در سطوح بالای کلرید سدیم می‌تواند کاهش درصد کلنیزاسیون را توجیه نماید. اگرچه در شرایط غیر شور، بی‌تأثیربودن مایه‌زنی فوزاریوم (Caron *et al.*, 1986a; Caron *et al.*, 1986b) و *P. parasitica* بر درصد کلنیزاسیون قارچ‌های AM در گوجه فرنگی (Cordier *et al.*, 1998; Pozo *et al.*, 1999; Pozo *et al.*, 2002) نشان داده شده اما در مقابل، کاهش معنی‌دار جمعیت قارچ‌های AM در ریشه گوجه‌فرنگی و بادمجان (Karagiannidis *et al.*, 2002) و فلفل (Garmendia *et al.*, 2004) در اثر مایه‌زنی *V. dahliae* گزارش شده که دلیل آن رقابت میان بیمارگر و قارچ‌های AM برای تصاحب فضا و یا منابع غذایی ذکر شده است (Borowicz, 2001; Garmendia *et al.*, 2004; Karagiannidis *et al.*, 2002; Kasiamdari *et al.*, 2002; Zheng *et al.*, 2005).

افزایش غلظت کلرید سدیم، نتوانست تأثیر معنی‌داری بر درصد کلنیزاسیون *P. drechsleri* در هردو تیمار مایه‌زنی با *P. drechsleri* و برهمکنش آن با قارچ‌های AM در مقایسه با سطح شوری صفر نشان دهد اما در کلیه سطوح کلرید سدیم حضور قارچ‌های AM (تیمار برهمکنش قارچ‌های AM و *P. drechsleri*) توانست موجب کاهش درصد کلنیزاسیون بیمارگر در ریشه شده و به این ترتیب از اثرات مخرب بیمارگر در ریشه نهال‌های پسته بادامی جلوگیری نماید. براساس گزارشات سایر محققین (Mohammadi & Banihashemi, 2008; Mohammadi *et al.*, 2007)، افزایش غلظت کلرید سدیم در دو محیط هیدروپونیک و خاک می‌تواند درصد کلنیزاسیون *V. dahliae* را افزایش دهد اما این افزایش در ارقام پسته متحمل به شوری و بیمارگر معنی‌دار نبوده که با نتایج تحقیق مطالعه حاضر مطابقت دارد.

در کلیه سطوح کلرید سدیم، تأثیر تیمار برهم‌کنش قارچ‌های AM و *P. drechsleri* مانند تیمار مایه‌زنی با قارچ‌های AM بود که توانست موجب بهبود وضعیت صفات رویشی و بیوشیمیایی در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با *P. drechsleri* شود. به عبارت دیگر نتایج این تحقیق نشان داد که حضور قارچ‌های AM توانسته باعث جلوگیری از اثرات مخرب بیمارگر و شوری روی نهال‌های پسته بادامی زرند گردد. تاکنون تحقیقی در رابطه با برهمکنش قارچ‌های AM و *P. drechsleri* در سطوح مختلف کلرید سدیم در گیاه پسته صورت نگرفته که بتوان نتایج آن را با نتایج حاصل از این مطالعه مقایسه نمود. در شرایط غیر شور گزارش های متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد مایه‌زنی قارچ‌های AM می‌تواند اثرات مخرب *P. drechsleri* را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد که از آن جمله می‌توان به برهمکنش *G. fasciculatum* و *P. parasitica* در مرکبات، *G. mosseae* و *P. parasitica* در گوجه فرنگی (Pozo *et al.*, 1999; Pozo *et al.*, 2002; Pozo *et al.*, 1996; Trotta *et al.*, 1996)، *G. intraradices* و *P. capsici* (Zheng *et al.*, 2005) و *G. mosseae* و *P. drechsleri* در پسته (Mohammadi & Banihashemi, 2010)، اشاره نمود.

نتیجه گیری کلی

براساس نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان گفت که مایه‌زنی *G. mosseae* و *G. intraradices* می‌تواند از اثرات مخرب شوری و *P. drechsleri* جلوگیری نماید که با توجه به این‌که هم شوری و هم آلودگی به بیماری پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه پسته از جمله عوامل مهم ایجاد خسارت به درختان پسته می‌باشند با تولید نهال‌های پسته میکوریزی می‌توان تا حد زیادی از اثرات مخرب این دو عامل زنده و غیر زنده جلوگیری نمود.

REFERENCES

1. Abbaspour, H., Fallahyan, F. & Fahimi, H. (2005). Effects of endomycorrhizal fungi and salt stress on nutrient acquisition and growth of *Pistacia vera* L. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8, 1006-1010.
2. Abrishami, M. (1995). *Persian pistachio, A comparative history*. Tehran: University Press, Tehran, Iran.
3. Al-Karaki, G. N. & Hammad, R. (2001). Mycorrhizal influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 24, 1311-1323.
4. Al-Karaki, G. N. (2000). Growth, water use efficiency, and sodium and potassium acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 23, 1-8.
5. Aliasgharzadeh, N., Rastin, S. N., Towfighi, H. & Alizadeh, A. (2001). Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in saline soils of the Tabriz Plain of Iran in relation to some physical and chemical properties of soil. *Mycorrhiza*, 11, 119-122.
6. Aminaee, M. M. & Ershad, D. (1991). Isolation of *Phytophthora* cf. *drechsleri* from infected pistachio trees with gummosis symptoms in Kerman. In: Proceedings of *the10th Iranian Plant Protection Congress, 1-5 Sept.*, University of Shahid Bahonar Kerman, Kerman, Iran, 106. (in Farsi)
7. Ashkan, M., Abusaidi, D. & Banihashemi, Z. (1995). Distribution of *Phytophthora* species causing crown and root rot of pistachio in Rafsanjan. In: Proceedings of *the12th Iranian Plant Protection Congress, 2-7 Sept.*, Karaj Junior College of Agriculture. Karaj, Iran, 218. (in Farsi)
8. Azcón-Aguilar, C. & Barea, J. (1997). Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens–an overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza*, 6, 457-464.
9. Banihashemi, Z. (1989). Study of pistachio gummosis in southern provinces of Iran. In: Proceedings of *the 9th Iranian Plant Protection Congress*, University of Mashhad. Mashhad, Iran, 87. (in Farsi)
10. Banihashemi, Z. (1994). Identification of *Phytophthora* species associated with pistachio gummosis in southern Iran. Acta Horticulture 419, 349-352.
11. Banihashemi, Z. (1998). Assessment of *Pistacia* root stocks to *Phytophthora* spp. the causal agents of pistachio gummosis. . *Iranain Journal of Plant Pathology*, 34, 213-224. (in Farsi)
12. Banihashemi, Z. (2004). A method to monitor the activity of *Phytophthora* spp. in the root zone of *Pistacia* spp. *Phytopathologia Mediterranea*, 43, 411-414.
13. Banihashemi, Z. & Moradi, M. (2004). The frequency of isolation of *Phytophthora* spp. from crown and root of pistachio nut tree and reaction of the crown and root to the causal agent. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 40, 57-55. (in Farsi with abstract in English)
14. Banihashemi, Z. & Tabatabaee, S. A. R. (2004). Interaction between salinity and *Phytophthora citrophthora* in pistachio seedlings under hydroponic system. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 40, 159-178. (in Farsi with abstract in English)
15. Barea, J. M. & Jeffries, P. (1995). Arbuscular mycorrhizas in sustainable soil-plant systems. In: B. Hock & A. Varma,(Eds), *Mycorrhiza structure, function, molecular biology and biotechnology* (pp. 521-560), Heidelberg, Springer.
16. Behboudian, M., Walker, R. & Törökfalvy, E. (1986). Effects of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio. *Scientia Horticulturae*, 29, 251-261.
17. Borowicz, V. A. (2001). Do arbuscular mycorrhizal fungi alter plant–pathogen relations? *Ecology*, 82, 3057-3068.
18. Caron, M., Fortin, J. & Richard, C. (1986a). Effect of phosphorus concentration and *Glomus intraradices* on *Fusarium* crown and root rot of tomatoes. *Phytopathology*, 76, 942-946.
19. Caron, M., Fortin, J. A. & Richard, C. (1986b). Effect of *Glomus intraradices* on infection by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* in tomatoes over a 12-week period. *Canadian Journal of Botany*, 64, 552-556.
20. Champman, H. D. & Pratt, D. F. (1961). Methods of analysis for soil, plant and water *University of California Division of Agriculture Sciences Bulletins*, 60-62.
21. Cordier, C., Pozo, M. J., Barea, J.-M., Gianinazzi, S. & Gianinazzi-Pearson, V. (1998). Cell defense responses associated with localized and systemic resistance to *Phytophthora parasitica* induced in tomato by an arbuscular mycorrhizal fungus. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 11, 1017-1028.
22. Dixon, R., Garg, V. & Rao, M. (1993). Inoculation of *Leucaena* and *Prosopis* seedlings with *Glomus* and *Rhizobium* species in saline soil: rhizosphere relations and seedling growth. *Arid Land Research and Management*, 7, 133-144.
23. Dubey, R. (1997). Photosynthesis in plants under stressful conditions. In: M. Pessarakli,(Ed), *Handbook of photosynthesis* (pp. 859-875): Marcel Dekker New York.
24. Duke, E., Johnson, C. & Koch, K. (1986). Accumulation of phosphorus, dry matter and betaine during NaCl stress of split-root citrus seedlings colonized with vesicular arbuscular mycorrhizal fungi on zero, one or two halves. *New Phytologist*, 104, 583-590.

25. El-Desouky, S. & Atawia, A. (1998). Growth performance of some citrus rootstocks under saline conditions. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 43, 231-254.
26. Fallahyan, F., Abbaspour, H., Fahimi, H. & Khavarinejad, R. A. (2005). Investigation of the effects of endomycorrhizal fungi on mineral nutrition and growth of Pistachio (*Pistacia vera* L.) in salt stress condition. *Pajouhesh and Sazandegi*, 67, 82-86. (in Farsi)
27. Fani, S. R., Mirabolfathi, M. & Zamanizadeh, H. R. (2004). Etiology of pistachio gummosis in Sistan and Baluchestan province. In: Proceedings of *the16th Iranian Plant Protection Congress, 28 Aug-Sept.*, University of Tabriz. Tabriz, Iran, 382. (in Farsi)
28. Fattahi Ardekani, M., Ershd, D. & Mirabolfathi, M. (2000). Study of pistachio gummosis in Yazd province. . In: Proceedings of *the 14th Iranian Plant Protection Congress, 5-8 Sept.*, Isfahan University of Technology. Isfahan, Iran, 126. (in Farsi)
29. Feng, G., Zhang, F. S., Li, X. L., Tian, C. Y., Tang, C. & Rengel, Z. (2002). Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. *Mycorrhiza*, 12, 185-190.
30. Garmendia, I., Goicoechea, N. & Aguirreolea, J. (2004). Effectiveness of three *Glomus* species in protecting pepper (*Capsicum annuum* L.) against *Verticillium* wilt. *Biological Control*, 31, 296-305.
31. Giri, B., Kapoor, R. & Mukerji, K. (2003). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass, and mineral nutrition of *Acacia auriculiformis*. *Biology and Fertility of Soils*, 38, 170-175.
32. Giri, B., Kapoor, R. & Mukerji, K. (2007). Improved tolerance of *Acacia nilotica* to salt stress by arbuscular mycorrhiza, *Glomus fasciculatum* may be partly related to elevated K/Na ratios in root and shoot tissues. *Microbial Ecology*, 54, 753-760.
33. Giri, B. & Mukerji, K. (2004). Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. *Mycorrhiza*, 14, 307-312.
34. Grimmn, G. R. & Alexander, A. F. (1973). Citrus leaf pieces as traps for *Phytophthora parasitica* from soil slurries. *Phytopathology*, 63, 540-541.
35. Gupta, R. & Krishnamurthy, K. (1996). Response of mycorrhizal and non mycorrhizal *Arachis hypogaea* to NaCl and acid stress. *Mycorrhiza*, 6, 145-149.
36. Hatimi, A. (1999). Effect of salinity on the association between root symbionts and *Acacia cyanophylla* Lind.: growth and nutrition. *Plant and Soil*, 216, 93-101.
37. Hokmabadi, H., Arzani, K. & Grierson, P. (2005). Growth, chemical composition, and carbon isotope discrimination of pistachio *(Pistacia vera* L.) rootstock seedlings in response to salinity. *Crop and Pasture Science*, 56, 135-144.
38. Irigoyen, J., Einerich, D. & Sánchez-Díaz, M. (1992). Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiologia Plantarum*, 84, 55-60.
39. Jahromi, F., Aroca, R., Porcel, R. & Ruiz-Lozano, J. M. (2008). Influence of salinity on the *in vitro* development of *Glomus intraradices* and on the *in vivo* physiological and molecular responses of mycorrhizal lettuce plants. *Microbial Ecology*, 55, 45-53.
40. Jindal, V., Atwal, A., Sekkhon, B. & Singh, R. (1993). Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on metabolism of moong plants under NaCl salinity. *Plant Physiology and Biochemistry*, 31, 475-481.
41. Kalra, Y. P. & Maynard, D. G. (1991). *Methods manual for forest soil and plant analysis*. Forestry Canada, Northwest Region, Northern Forestry Centre, Edmonton, Alberta.
42. Karagiannidis, N., Bletsos, F. & Stavropoulos, N. (2002). Effect of *Verticillium* wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) and mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on root colonization, growth and nutrient uptake in tomato and eggplant seedlings. *Scientia Horticulturae*, 94, 145-156.
43. Karimi, S., Rahemi, M., Maftoun, M. & Tavallali, V. (2009). Effects of long-term salinity on growth and performance of two pistachio (*Pistacia* L.) rootstocks. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3, 1630-1639.
44. Kasiamdari, R., Smith, S., Smith, F. & Scott, E. (2002). Influence of the mycorrhizal fungus, *Glomus coronatum*, and soil phosphorus on infection and disease caused by binucleate *Rhizoctonia* and *Rhizoctonia solani* on mung bean (*Vigna radiata*). *Plant and Soil*, 238, 235-244.
45. Kirk, J. (1967). Studies on the dependence of chlorophyll synthesis on protein synthesis in *Euglena gracilis*, together with a nomogram for determination of chlorophyll concentration. *Planta*, 78, 200-207.
46. Kormanik, P. & McGraw, A. (1982). Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant roots. In: N. C. Schenk,(Ed), *Methods and principles of mycorrhizal research* (pp. 37-45). St. Paul Minnesota, USA, APS Press.
47. Mansuri, H. & Ahmadi, M. (2007). The effect of mycorrhiza colonization on the resistance of barley (*Hordeum vulgare*) to salinity. *Research Journal of University of Isfahan (Science)*, 24, 27-38.

48. Mehdizadeh, R., Sharifi-Tehrani, A., Rouhani, H., Hedjaroud, G. A. & Okhovat, M. (1993). A study of integerated control of pistachio gummosis. In: Proceedings of *the 11th Iranian Plant Protection Congress, 28 Aug-2 Sept.*, University of Guilan, Guilan, Iran, 225.
49. Mirabolfathi, M., Davoodi, A. & Yasini, A. (2004). Study of pistachio gummosis in Qazvin province. In: Proceedings of *the 16th Iranian Plant Protection Congress, 28 Aug-1 Sept.*, University of Tabriz, Tabriz, Iran, 375.
50. Mirabolfathi, M., Sharifi-Tehrani, A. & Hedjaroude, G. A. (1990). Study of efficacy of some fungicides on causal agent of pistachio gummosis. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 26, 47-56. (in Farsi with abstract in English)
51. Mirabolfathy, M., Cooke, D. E., Duncan, J. M., Williams, N. A., Ershad, D. & Alizadeh, A. (2001). *Phytophthora pistaciae* sp. nov. and *P. melonis*: the principal causes of pistachio gummosis in Iran. *Mycological Research*, 105, 1166-1175.
52. Mirabolfathy, M., Ershad, D. & Hedjaroude, G. A. (1989). Root and crown rot of pistachio tree in Damghan. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 25, 27. (in Farsi with abstract in English)
53. Mirabolfathy, M., Ershad, D. & Hedjaroude, G. A. (1990). Study of pistachio gummosis in Rafsanjan area. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 26, 1-12. (in Farsi with abstract in English)
54. Mohammadi, A. & Banihashemi, Z. (2008). Effect of different levels of NaCl on *Verticillium* wilt disease of pistachio in hydroponic culture. *Journal of Crop Production and Processing*, 12, 239-248.
55. Mohammadi, A. & Banihashemi, Z. (2010). Effect of two isolates of *Glomus mosseae* from saline and non-saline soil and NaCl level on the growth, biochemical indices and mineral composition of three pistachio rootstocks. 1. Growth and biochemical characteristics. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 46, 51-69. (in Farsi with abstract in English)
56. Mohammadi, A., Banihashemi, Z. & Maftoun, M. (2007). Interaction between salinity stress and *Verticillium* wilt disease in three pistachio rootstocks in a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 30, 241-252.
57. Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, R., Cooke, D. & Banihashemi, Z. (2008). *Phytophthora parsiana* sp. nov., a new high-temperature tolerant species. *Mycological Research*, 112, 783-794.
58. Murkute, A., Sharma, S. & Singh, S. (2006). Studies on salt stress tolerance of citrus rootstock genotypes with arbuscular mycorrhizal fungi. *Horticultural Science*, 33, 70-76.
59. Parsa, A. & Karemian, N. (1975). Effect of sodium chloride on seedling growth of two major varieties of Iranian pistachio *(Pistachia vera* L.). *Journal of Horticultural Science*, 50, 41-46.
60. Poss, J., Pond, E., Menge, J. & Jarrell, W. (1985). Effect of salinity on mycorrhizal onion and tomato in soil with and without additional phosphate. *Plant and Soil*, 88, 307-319.
61. Pozo, M. J., Azcón-Aguilar, C., Dumas-Gaudot, E. & Barea, J. M. (1999). β-1, 3-glucanase activities in tomato roots inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi and/or *Phytophthora parasitica* and their possible involvement in bioprotection. *Plant Science*, 141, 149-157.
62. Pozo, M. J., Cordier, C., Dumas-Gaudot, E., Gianinazzi, S., Barea, J. M. & Azcón-Aguilar, C. (2002). Localized versus systemic effect of arbuscular mycorrhizal fungi on defence responses to *Phytophthora* infection in tomato plants. *Journal of Experimental Botany*, 53, 525-534.
63. Pozo, M. J., Dumas-Gaudot, E., Slezack, S., Cordier, C., Asselin, A., Gianinazzi, S., Gianinazzi-Pearson, V., Azcón-Aguilar, C. & Barea, J.-M. (1996). Induction of new chitinase isoforms in tomato roots during interactions with *Glomus mosseae* and/or *Phytophthora nicotianae* var *parasitica*. *Agronomie-Sciences des Productions Vegetales et de l'Environnement*, 16, 689-698.
64. Rabie, G. & Almadini, A. (2005). Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of *Vicia faba* plants under salinity stress. *African Journal of Biotechnology*, 4, 210.
65. Ruiz-Lozano, J. M. & Azcón, R. (2000). Symbiotic efficiency and infectivity of an autochthonous arbuscular mycorrhizal *Glomus* sp. from saline soils and *Glomus deserticola* under salinity. *Mycorrhiza*, 10, 137-143.
66. Saberi-Riseh, R., Sharifi-Tehrani, A., Hedjaroud, G. A. & Mohammadi, M. (2004). Antagonistics effects of several bacteria on *Phytophthora citrophthora* the causal agents of gummosis (root and crown rot) of pistachio. In: *Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress, 28 Aug-1 Sept.*, University of Tabriz, Tabriz, Iran, 381.
67. Sannazzaro, A. I., Ruiz, O. A., Albertó, E. O. & Menéndez, A. B. (2006). Alleviation of salt stress in *Lotus glaber* by *Glomus intraradices*. *Plant and Soil*, 285, 279-287.
68. Sepaskhah, A. & Maftoun, M. (1988). Relative salt tolerance of pistachio cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 63, 157-162.
69. Shahidi-Bonjar, G. H., Aghighi, S. & Rashid-Farrokhi, P. (2006). Biologial control of pistachio gummosis under greenhouse conditions, early stages in development of a biofungicide. In: *Proceedings of the17th Iranian Plant Protection Congress, 2-5 Sept.*, University of Tehran, Karaj, Iran, 310.

70. Sharifi-Tehrani, A., Mehdizadeh, R., Rouhani, H. & Hedjaroud, G. A. (1993). Evaluation of certain fungicides on pistachio gummosis caused by *Phytophthora* spp. . In: *Proceedings of the 11th Iranian Plant Protection Congress, 28 Aug-2 Sept.,* University of Guilan, Guilan, Iran, 231.
71. Sharifi, M., Ghorbanli, M. & Ebrahimzadeh, H. (2007). Improved growth of salinity-stressed soybean after inoculation with salt pre-treated mycorrhizal fungi. *Journal of Plant Physiology*, 164, 1144-1151.
72. Sheng, M., Tang, M., Chen, H., Yang, B., Zhang, F. & Huang, Y. (2008). Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Mycorrhiza*, 18, 287-296.
73. Trotta, A., Varese, G. C., Gnavi, E., Fusconi, A., Sampo, S. & Berta, G. (1996). Interactions between the soilborne root pathogen *Phytophthora nicotianae* var *parasitica* and the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* in tomato plants. *Plant and Soil*, 185, 199-209.
74. Volkmar, K., Hu, Y. & Steppuhn, H. (1998). Physiological responses of plants to salinity: a review. *Canadian Journal of Plant Science*, 78, 19-27.
75. Walker, R., Torokfalvy, E. & Behboudian, M. (1988). Photosynthetic rates and solute partitioning in relation to growth of salt-treated pistachio plants. *Functional Plant Biology*, 15, 787-798.
76. Wang, S., Wan, C., Wang, Y., Chen, H., Zhou, Z., Fu, H. & Sosebee, R. E. (2004). The characteristics of Na^+, K^+ and free proline distribution in several drought-resistant plants of the Alxa Desert, China. *Journal of Arid Environments*, 56, 525-539.
77. Weicht, T. & MacDonald, J. (1992). Effect of *Phytophthora* root rot on Na+ uptake and accumulation by safflower. *Phytopathology*, 82, 520-526.
78. Zheng, H. Z., Cui, C. L., Zhang, Y. T., Wang, D., Jing, Y. & Kim, K. Y. (2005). Active changes of lignification-related enzymes in pepper response to *Glomus intraradices* and/or *Phytophthora capsici*. *Journa of Zhejiang University Science B*, 6, 778-786.