تأثیر میکوریزا و فسفر بر شاخص کلروفیل و پرولین توت‌فرنگی تحت تنش شوری

زهرا مغدانی[۱]، محمد هدایت*[۲]، ملک حسین شهریاری[۲]، فاطمه جمالی[۳]، فرشته بیات[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر

[۲] استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر

[۳] استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر

[۴] استادیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر

*نویسنده مسئول: m.hedayat@pgu.ac.ir

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر میکوریزا و فسفر بر میزان شاخص کلروفیل و پرولین توت‌فرنگی تحت تنش شوری اجرا گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل با سه عامل میکوریزا، فسفر و شوری در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی اجرا شد. تیمارهای قارچی شامل دو گونه میکوریزا هم‌زیست *G.m.* و *G.i.* و شاهد بودند. تیمار شوری در سه سطح ۱/۵، ۳ و ۴/۵ دسی زیمنس بر متر کلرید سدیم و تیمار فسفر در سه سطح صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک اجرا شد. نتایج نشان داد افزایش شوری موجب کاهش شاخص کلروفیل و افزایش میزان پرولین می‌گردد. اما کاربرد مستقل فسفر به میزان ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و تیمار مستقل قارچ *G.m.* تأثیر مثبتی بر کلروفیل و میزان پرولین داشتند. اثر متقابل تیمار قارچ *G.m.* همراه با فسفر به میزان ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بیش‌ترین میزان کلروفیل را در کم‌ترین سطح شوری و بیش‌ترین میزان پرولین را در بالاترین سطح شوری به دست آمد.

کلمات کلیدی:* پرولین، کلریدسدیم، کلروفیل، سوپرفسفات تریپل، *Glumus mossea*، *Glumus intraradices

مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی *Fragaria anannasa* در آب و هوای معتدل گرم با بستر غنی از گیاه خاک و خاک اسیدی بسیار خوب رشد می‌کند (Darrow, 1966). تنش شوری یکی از اصلی‌ترین عامل‌های محدود کننده تولید محصول در بسیاری از منطقه‌های مهم کشاورزی دنیا محسوب می‌شود. در بین راه‌کارهای بیولوژیکی برای افزایش رشد گیاهان در محیط‌های شور، نقش قارچ‌های آربوسکولار میکوریزا برجسته است. در پژوهشی روی گیاه خیار به این نتیجه رسیدند که تنش شوری تأثیر منفی بر میزان کلروفیل کل دارد (Yildirim *et al*., 2008). طی آزمایشی تأثیر قارچ میکوریزا و کود فسفر بر غلظت رنگیزه های فتوسنتزی و عناصر غذایی لوبیا را در شرایط تنش شوری بررسی شد و چنین بیان شد که در شدت‌های پایین تنش شوری، مصرف کود فسفر به همراه قارچ‌های میکوریزا در لوبیا می‌تواند از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و غلظت رنگیزه های فتوسنتزی در کاهش اثرات منفی تنش شوری مؤثر باشد (Parsamotlagh *et al*., 2011). بنابراین انجام این پژوهش جهت بررسی تأثیر قارچ میکوریزا و فسفر بر میزان شاخص کلروفیل و میزان پرولین توت‌فرنگی در زمینه افزایش تحمل آن در شرایط تنش شوری است.

مواد و روش‌ها

نشاء توت‌فرنگی رقم کاماروزا جهت هم‌زیستی با مایکوریزای را در سینی‌های کشت، در گلخانه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس کاشت گردید. در این آزمایش از دو گونه *Glumus mossea* (*G.m.*) و *Glumus intraradices* (*G.i.*) استفاده شد. ابتدا جهت تیمار میکوریزا، نشاء توت‌فرنگی در بستر کشت کوکوپیت و پرلایت به نسبت حجمی ۱:۱ کشت و به ازای هر بوته ۵۰ گرم میکوریزا به خاک گلدان افزوده شد. تیمار شاهد از میکوریزای اتوکلاو شده استفاده گردید. پس از گذشت یک ماه، نشاءها به بستر اصلی منتقل شدند. تیمار شوری حاوی سه سطح ۱/۵، ۳ و ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر اعمال

شد. بدین‌صورت که بستر کشت اصلی با EC ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر به‌عنوان شاهد و برای اعمال تیمار شوری به بستر کشت نمک طعام افزوده شد، به‌گونه‌ای که با EC متر میزان تیمار مورد نظر، تنظیم گردید. تیمار فسفر نیز حاوی سه سطح ۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع سوپرفسفات تریپل در نظر گرفته شد. پس از اتمام دوره رشد، شاخص کلروفیل توسط دستگاه کلروفیل سنج، با اندازه‌گیری میانگین سه برگ جوان نمو یافته، محاسبه و یادداشت‌برداری شد. اندازه‌گیری پرولین با روش باتس (۱۹۷۳) عصاره‌گیری و با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه عامل میکوریزا، فسفر و شوری که هرکدام دارای سه سطح تیمار شامل میکوریزا *G.m.*، *G.i.* و فاقد قارچ، فسفر با سطح ۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و شوری حاوی ۱/۵، ۳ و ۴/۵ دسی زیمنس بر متر با ۳ تکرار اجرا شد.

نتیجه و بحث

تجزیه واریانس کاربرد میکوریزا، فسفر و شوری و برهم‌کنش آن‌ها بر صفت کلروفیل و پرولین برگ مشخص نمود اثر مستقل میکوریزا، فسفر و شوری و اثر متقابل دوگانه و سه‌گانه آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار هستند.

نتایج اثر سه‌گانه میکوریزا، فسفر و شوری نشان‌دهنده اثر افزایشی هر سه عامل در افزایش پرولین است. بیش‌ترین میزان پرولین مربوط به تیمار قارچ *G.m.* به همراه ۸۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم در شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر بوده که با تیمار *G.m.* به همراه سایر تیمارهای فسفر در شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر و تیمار قارچ *G.i.* در بالاترین غلظت فسفر و شوری تفاوت معنی‌داری به‌دست نیامد، اما با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات میکوریزا و فسفر مشخص نمود بیش‌ترین پرولین در تیمار *G.m.* به همراه ۸۰ و ۴۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم داشته که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد. در نتایج اثر مستقل شوری با افزایش میزان تنش، میزان پرولین افزایش یافت و در شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین میزان پرولین نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد (جدول ۱).

جدول ۱- تأثیر میکوریزا و فسفر بر میزان پرولین توت‌فرنگی تحت سطوح مختلف شوری

میکوریزا	فسفر (mg/kg)	شوری (ds/m) ۱/۵	۳	۴/۵	میانگین
۰	۰	۱/۳۵^{n}	۲/۳۴^{h}	۲/۸۸^{e}	۲/۱۹ ^{F}
	۴۰	۱/۴۷^{mn}	۲/۴۴^{gh}	۲/۹۹^{de}	۲/۳۰ ^{EF}
	۸۰	۱/۵۷^{lm}	۲/۵۷^{gh}	۳/۰۰^{de}	۲/۳۸ ^{E}
G.i.	۰	۱/۵۱^{lm}	۲/۶۲^{f}	۳/۱۴^{cd}	۲/۴۲ ^{D}
	۴۰	۱/۶۴^{l}	۲/۸۷^{e}	۳/۲۰^{bc}	۲/۵۷ ^{C}
	۸۰	۱/۷۹^{k}	۳/۱۰^{de}	۳/۳۰^{ab}	۲/۷۳ ^{B}
G.m.	۰	۱/۸۱^{jk}	۳/۰۶^{cd}	۳/۳۴^{ab}	۲/۷۳ ^{B}
	۴۰	۱/۹۵^{ij}	۳/۱۴^{cd}	۳/۴۰^{a}	۲/۸۳ ^{A}
	۸۰	۲/۰۲^{i}	۳/۲۰^{bc}	۳/۴۴^{a}	۲/۸۸ ^{A}
میانگین		۱/۶۸^{c}	۲/۵۰^{b}	۳/۱۹^{a}	

میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

نتایج پژوهشگران نشان داد گوجه‌فرنگی با افزایش تنش شوری، میزان پرولین افزایش می‌یابد (Aziz *et al.*, 1999). هم چنین افزایش میزان پرولین در باقلا تحت تنش شوری گزارش شد (Rabie and Almadini, 2005). این گزارش‌ها با نتایج حاضر مطابقت دارد. تجمع پرولین یک پاسخ فیزیولوژی به تنش بوده به‌گونه‌ای که نمک، با تحریک آنزیمی موجب بیوسنتز پرولین و تجمع آن می‌گردد. انباشت پرولین یک مکانیسم تعادلی و پایداری بوده که از نوسان pH سلولی جلوگیری می‌کند (Hare and Cress, 1997).

نتایج جدول ۲ اثر متقابل میکوریزا، فسفر و شوری مشخص شد بیش‌ترین میزان کلروفیل در تیمار قارچ *G.m.* همراه با فسفر ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در شوری شاهد بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. نتایج اثر دوگانه میکوریزا و فسفر، بیش‌ترین میزان کلروفیل را در تیمار قارچ *G.m.*، فسفر ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌دست آمد که با قارچ *G.m.* همراه با فسفر ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و قارچ *G.i.* همراه با ۸۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم تفاوت نداشت، اما با سایرین، اختلاف معنی‌دار بود.

جدول ۲: تأثیر میکوریزا و فسفر بر میزان شاخص کلروفیل برگ توت‌فرنگی تحت سطوح مختلف شوری

میکوریزا	فسفر (mg/kg)	شوری (ds/m)			میانگین
		۱/۵	۳	۴/۵	
شاهد	۰	۵۴/۸۰ ^{fgh}	۵۲/۷۲ ^{fgh}	۴۹/۹۵ ^{i}	۵۲/۴۹ ^{C}
	۴۰	۵۲/۱۲ ^{gh}	۵۴/۲۰ ^{ef}	۴۶/۱۵ ^{jk}	۵۰/۸۲ ^{D}
	۸۰	۵۰/۱۲ ^{i}	۵۲/۴۷ ^{gh}	۴۷/۱۷ ^{j}	۴۹/۹۲ ^{E}
G.i.	۰	۵۲/۴۷ ^{gh}	۵۴/۷۵ ^{de}	۴۴/۸۲ ^{k}	۵۰/۶۸ ^{DE}
	۴۰	۵۲/۲۵ ^{gh}	۵۳/۴۲ ^{efg}	۵۲/۶۵ ^{gh}	۵۲/۷۷ ^{B}
	۸۰	۵۸/۲۷ ^{b}	۵۳/۷۰ ^{efg}	۴۸/۸۷ ^{i}	۵۳/۶۱ ^{A}
G.m.	۰	۵۵/۸۰ ^{cd}	۵۲/۳۰ ^{gh}	۵۰/۰۲ ^{i}	۵۲/۷۰ ^{B}
	۴۰	۵۶/۸۰ ^{c}	۵۲/۷۵ ^{gh}	۵۱/۶۵ ^{h}	۵۳/۷۳ ^{A}
	۸۰	۶۲/۱۵ ^{a}	۵۳/۲۵ ^{fg}	۴۵/۶۰ ^{k}	۵۳/۶۶ ^{A}
میانگین		۵۴/۱۰ ^{A}	۵۳/۲۸ ^{B}	۴۸/۵۴ ^{C}	

میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

نتایج محققین نشانگر افزایش کلروفیل برگ در سطوح مختلف فسفر است، در مقابل کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط شوری می‌تواند به‌طور عمده به دلیل تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی فتواکسیدان کلروفیل و ممانعت از کلروفیل‌های جدید باشد (Sultan, 2005). تحقیقات نشان داده است که تنش شوری و خشکی در گیاهان باعث پیری زودرس، شکسته شدن کلروپلاست‌ها و کاهش میزان کلروفیل می‌گردد. گیاهانی که در شرایط تنش میزان کلروفیل خود را حفظ کنند کارایی فتوسنتزی بالاتری دارند (Dubey, 1997). محققان گزارش دادند با تلقیح باقلا با قارچ میکوریزا، تولید ماده خشک و میزان رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی نسبت به شاهد افزایش یافت (Abdel-fattah *et al.*, 2002). با افزایش غلظت کلریدسدیم میزان کلروفیل کاهش یافت. با توجه به مقایسه میانگین حاصل از اثر مستقل شوری مشخص گردید که با افزایش سطوح شوری میزان کلروفیل برگ کاهش یافت به‌گونه‌ای که کم‌ترین غلظت شوری، بیش‌ترین شاخص کلروفیل را داشت (جدول۲). در پژوهشی مقدار کلروفیل گیاه پنبه در پاسخ به شوری‌های مختلف خاک کاهش یافت (Rezaii *et al.*, 2008). تغییر فعالیت آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز به علت تغییر در ساختمان سیتوپلاسمی که در اثر تنش بروز می‌کند باعث افت فتوسنتز می‌گردد. جذب نمک زیاد با جذب سایر عناصر غذایی به‌ویژه k^+ رقابت می‌کند و باعث کاهش عملکرد اکسیژن و اختلال در عملکرد فتوسیستم می‌شود. به نظر می‌رسد در شوری‌های ضعیف کاهش فتوسنتز به دلیل بسته شدن روزنه‌ها و در شوری‌های بالا به دلیل واکنش‌های تخریبی و بیوشیمیایی است (Parida and Das, 2005).

منابع

Abdel-fattah, G.M., F.F. Migaher and A.H. Ibrahim. 2002. Interactive effects of endomycorryhizal fungus *Glomus etunicatum* and phosphorus fertilization on growth and metabolic activities of broad bean plants under drought stress conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences; 5: 835-841.

Aziz, A., F. Martin-Tanguy. and F. Larher. 1999. Salt stress-induced proline accumulation and changes in tyramine and polyamine levels are linked to ionic adjustment in tomato leaf discs. Plant Science. 145:83-91.

Dubey, R.S. 1997. Photosynthesis in plants under stressful conditions. In: M. Pessarakli (Ed.). Handbook of Photosynthesis. Marcel Dekker Publ., NewYork. 859-875.

Hare, P.D. and W.A. Cress. 1997. Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants. Journal of Plant Growth Regulation. 21:79-102.

Parida, A.K. and A.B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. Ecotoxicology and Environmental Safety; 60:324-349.

Parsa motlagh, B., P. Rezvani Moghadam and A. Mashayekhi Sarduiy. 2012. The effect of the interaction of salinity, mycorrhiza and phosphorus fertilizer on proline absorption of some minerals and the bean (*Phaseseolus vulgaris* L.). The first national conference on plant stress. University of Esfahan, Iran. (in Persian).

Rabie, G.H. and A.M. Almadini. 2005. Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of *Vicia faba* plants under salinity stress. African Journal of Biotecnology. 4(3): 210-222.

Rezaei, M.A., R.A. Khavari-Nejad and H. Fahimi. 2008. Physiological response of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) plants to soil salinity. Pajouhesh and Sazandegi; 62:81-89. (in Persian).

Sultan, A. 2005. Effect of NaCl salinity on photosynthsis and dry matter accumulation in developing rice grains. Environmental and Experimental Botany; 42(3):211-220.

Yildirim, E., M. Turan and I. Guvenc. 2008. Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll, and mineral content of cucumber grown under salt stress. Journal of plant nutrition; 31(3): 593-612.

Effect of Mycorrhiza and Phosphorus on Chlorophyll Index and Proline of Strawberry under Salt Stress

Z. Mokhdani[1], M. Hedayat[*2], M.H. Shahriari[2], F. Jamali[3], F. Bayat[4]

[1]Graduated M.Sc. Student, Dep. of Horticulture Science, College of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr

[2]Assistant Professor, Dep. of Horticulture Science, College of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr

[3]Assistant Professor, Dep. of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr

[4]Assistant Professor, Dep. of Breeding Science, College of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr

[*]*Corresponding Author: m.hedayat@pgu.ac.ir*

Abstract

This study aimed to investigate the effect of mycorrhiza and phosphorus on the chlorophyll and proline content of strawberry under salt stress. A factorial experiment with three mycorrhizae, phosphorus and salt in a completely randomized design was conducted. The fungal treatments were included two species mycorrhiza symbiosis *G.m.*, *G.i.* and control group. The salt treatment at three levels of 1.5, 3 and 4.5 dS/m sodium chloride and phosphorus treatment at three levels 0, 40 and 80 mg/kg of soil was done. The results showed that chlorophyll reduced and proline increased with increasing in salinity. But independent application of phosphorus to 80 mg/kg and also independent fungous *G.m.* treatment had a positive effect on chlorophyll and proline. The highest amount of chlorophyll and proline obtained in the interaction treatment with fungus *G.m.* and phosphorus at level of 80 mg/kg in the lowest and the highest level of salinity, respectively.

Keywords: **Chlorophyll, *Glumus intraradices*, *Glumus mossea*, Proline, Sodium Chloride, Triple Super Phosphate.**