تاثیر تلقیح قارچ های ریشه ای (*Glomus mosseae* و *Glomus intraradices*) بر برخی صفات فیزیو-بیوشیمیایی گوجه فرنگی تحت تنش شوری

سکینه خضری*[۱]، رحیم نیکخواه[۲]، لیلا کرمی[۲]، علی دیندارلو[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

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

[۳] استادیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

*نویسنده مسئول:khezri.sakineh96@gmail.com

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تاثیر قارچ های ریشه ای (*Glomus mosseae* و *Glomus intraradices*) بر برخی صفات فیزیو-بیوشیمیایی گیاه گوجه فرنگی تحت تنش شوری به اجرا در آمده است. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو عامل میکوریزا و شوری در قالب طرح پایه کامل تصادفی اجرا شد. تیمارهای قارچ ریشه ای شامل دو گونه همزیست *G.i* و *G.m* و شاهد بودند. تیمار شـوری در چهار سطح شوری ۲، ۳/۵ و ۵/۵ دسی زیمنس بر متر و بدون شوری (شاهد) اجرا شد. صفات مورد اندازه گیری شده شامل نشت الکترولیت ها، مواد جامد محلول، ویتامین ث و پرولین بود. نتایج نشان داد که با افزایش شوری در بستر کشت، صفات اندازه‌گیری شده به استثنای پرولین کاهش یافت. نتایج آزمایش نشان داد که هم‌زیستی قارچ‌های به‌کار برده شده باعث افزایش معنی‌دار تمام صفات اندازه‌گیری شده گردید، بهترین نتیجه در اثر برهمکنش قارچ ریشه ای گونه *G.mosseae* و شوری شاهد بدست آمد و نسبت به بقیه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان دادند. تیمار قارچ ریشه ای اثرات منفی شوری را به طور قابل توجهی کاهش دادند و موجب افزایش رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی شدند.

واژه‌های کلیدی : تنش شوری، پرولین، گوجه فرنگی، قارچ میکوریز، ویتامین ث.

مقدمه

گوجه‌فرنگی متعلق به تیره سیب‌زمینی‌سانان و از جنس *Lycopersicum* و گونه *esculentum* می‌باشد. گوجه‌فرنگی به طور ذاتی گیاهی علفی و چندساله است که در تمام نقاط جهان اغلب به صورت یک‌ساله کشت می‌شود (حسامی و همکاران،۱۳۹۳). گوجه‌فرنگی در انواع خاک‌ها مانند خاک‌های سبک با زه‌کشی خوب و حاصل‌خیز، خاک‌های لومی و خاک‌های لومی-رسی رشد می‌کند(Alstrom,1987). تنش شوری یکی از اصلی‌ترین عامل‌های محدود کننده تولید محصول در بسیاری از منطقه‌های مهم کشاورزی دنیا محسوب می شود. با توجه به هزینه های زیاد تامین آب و انرژی، یافتن راهکارهای جدید در زمینه مقابله با شوری دارای اهمیت می باشد (مختاری و همکاران،۱۳۹۲). به دنبال افزایش رشد جمعیت یکی از راهکارهای تولید بیشتر محصولات کشاورزی افزایش عملکرد در واحد سطح در میان مدت و بلند مدت از طریق مصرف نهاده ها از جمله انواع کودهای شیمیایی و زیستی است. در این راستا، کودهای زیستی مانند قارچ میکوریزا آربوسکولار و نیز استفاده از گونه‌های درختی نسبتاً مقاوم در برابر شوری، راهکارهای بهتری جهت کاهش اثرات سوء تنش شوری می‌باشند .قارچ های میکوریزا با داشتن شبکهٔ هیفی گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب ریشه، کارایی گیاهان را در جذب آب و عناصر غذایی بویژه عناصر کم تحرک فسفر، روی، مس افزایش داده و موجب بهبود رشد آنها می شوند (پارسا مطلق و همکاران،۱۳۹۰). گوجه فرنگی، منبعی از ژن ها برای بهبود ویتامین ث و افزایش مقاومت به شوری است. این گیاه نسبت به تنش شوری مقاومت نسبتاً خوبی دارد و از سوی دیگر، منبعی باارزش برای اصلاح ژنتیکی به شمار می رود (Rabiei and Ehsanpour,2015). این پژوهش با هدف بررسی تاثیر تاثیر قارچ‌های ریشه ای بر برخی صفات فیزیو-بیوشیمیایی گیاه گوجه فرنگی تحت تنش شوری به اجرا در آمده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۸- ۹۷ درگلخانه در گلخانه آقای چراول واقع در ۴ کیلومتری جنوب غرب شهر آبدان از توابع شهرستان دیر استان بوشهر اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو عامل قارچ های ریشه ای و شوری در قالب طرح پایه کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۲ تیمار به اجرا درآمد. در این آزمایش از دو گونه قارچ ریشه ای *Glomus mosseae*(*G.m.*) و *Glomus intraradices* (*G.i*) استفاده شد. بستر کشت شامل خاک مزرعه ای با بافت متوسط و کود دامی پوسیده با نسبت ۹۵:۵ تهیه گردید. کود دامی جهت کاهش شوری با آب شستشو شد. کشت در گلدان‌های پلاستیکی با ابعاد ۲۵×۳۰ سانتی متر با زهکش مناسب در زیر گلدان انجام شد. سپس مواد بستر کشت درون گلدان ها ریخته، پس از آن میزان ۵۰ گرم از مایه تلقیح قارچ میکوریز بر اساس دستورالعمل شرکت زیست فناور توران، به خاک سطحی هر گلدان اضافه گردید و در آخر نشاء گوجه فرنگی ۳-۴ برگی رقم النا در هرگلدان کشت شد و آبیاری انجام گرفت. پس از گذشت سه هفته، تیمار شوری حاوی سه سطح ۲، ۳/۵ و ۵/۵ دسی زیمنس بر متر و شوری شاهد (۰/۴ دسی زیمنس بر متر) اعمال شد. به منظور واقعی بودن با شرایط طبیعی اعمال تنش های مورد نظر، به صورت ترکیبی از آب چاه با EC : ۸ دسی زیمنس برمتر و آب تصفیه شده از گلخانه با EC : ۰/۴ دسی زیمنس بر متر بود. به طور حدودی درصد ترکیب آب تصفیه به آب شور برای شوری ۲ دسی زیمنس بر متر نسبت ۵۰:۱۰ میلی لیتر، برای شوری ۵/ ۳ دسی زیمنس بر متر نسبت ۵۰:۲۵ میلی لیتر و برای شوری ۵/۵ دسی زیمنس بر متر نسبت ۵۰:۴۰ میلی لیتر بود که در هر نوبت آبیاری این ترکیبات اندازه گیری شد. پس از اتمام دوره رشد، درصد مواد جامد محلول (TSS) با کمک دستگاه رفراکتومتر دستی انجام گرفت. و درصد نشت یون به روش لوتس و همکاران (۱۹۹۶)، اندازه گیری شد. اندازه‌گیری مقدار ویتامین‌ث با روش تیتراسیون با ید، پتاسیم یداید و پتاسیم یدات در حضور معرف نشاسته توسط بسیاری از محققین گزارش شده است انجام شد. .اندازه گیری پرولین با روش باتس (۱۹۷۳) عصاره گیری و با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کامل تصادفی با دو عامل میکوریزا، و شوری که هرکدام دارای سه سطح تیمار قارچ های ریشه ای *G.i* و *G.m* و فاقد قارچ (شاهد)، و شوری حاوی چهار سطح ۲، ۳/۵ و ۵/۵ دسی زیمنس بر متر و شوری شاهد (۰/۴ دسی زیمنس بر متر) در ۳ نکرار اجرا شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مربوط به صفت نشت الکترولیت برگ مشخص گردید که اثر اصلی قارچ های ریشه ای در سطح پنج درصد و اثر شوری در سطح یک درصد و برهمکنش آن‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار شده است وتجزیه واریانس کاربرد قارچ های ریشه ای و شوری و اثر متقابل آنها بر صفت ویتامین ث، مواد جامد محلول و پرولین مشخص شد اثر مستقل قارچ های ریشه ای، و شوری و اثر متقابل دوگانه آنها در سطح احتمال یک درصد معنی دار هستند.

با توجه به مقایسه میانگین نشت الکترولیتی برگ (جدول ۱)، رابطه معنی دار بین تنش شوری و نشت الکترولیتی در برگ ها مشاهده شد. کمترین میزان نشت الکترولیتی در برگ های گیاهان تیمار با قارچ گونه *G.m.* درشوری شاهد با میانگین ۲۱/۰۸ درصدی بدست آمد ، و بیشترین نشت الکترولیتی در تیمار شوری ۵/۵ دسی زیمنس بر متر فاقد تلقیح قارچ های ریشه ای به میزان ۸۱/۱۴ درصدی بود . از شاخص نشت الکترولیتی برای سنجش مقاومت گیاهان به تنش استفاده می شود. در مطالعه حاضر، با افزایش تنش شوری میزان نشت الکترولیتی در برگ های گیاهان گوجه فرنگی به طور معنی داری افزایش یافت، ولی کاربرد قارچ های ریشه ای سبب کاهش نشت الکترولیت در گیاه میزبان نسبت به شاهد گردید. به نظر می رسد گوجه فرنگی هنگام وقوع تنش شوری می تواند به خوبی پتانسیل اسمزی سلول را با تجمع اسمولیت ها و املاح حفظ نماید و از تغییرات شدید پایداری غشا جلوگیری کند که باعث کاهش میزان نشت الکترولیتی می شود(Liang and Romheld, 2005).

جدول ۱: مقایسه میانگین اثر متقابل متقابل قارچ های ریشه ای و شوری برنشت الکترولیت گوجه فرنگی

	شوری(ds/m)			
میکوریز	۰/۴	۲	۵/۳	۵/۵
عدم تلقیح	fgh ۲۸/۴۶	de ۴۱/۳۴	c ۵۲/۴۴	a ۸۱/۱۴
G.i.	gh ۲۵/۵۴	ef ۳۵/۶۳	cd ۴۵/۶۴	b ۷۰/۲۷
G.m.	h ۲۱/۰۸	fg ۳۲/۴۴	d ۴۳/۳۶	b ۶۵/۶۵

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

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر قارچ های ریشه ای و شوری نشان می‌دهد که با افزایش غلظت شوری ، مواد جامد محلول گوجه فرنگی کاهش یافت. بنابراین بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول با میانگین ۷/۰۷ درصد در تیمار قارچ *G.m.* در شوری شاهد(۰/۴ دسی زیمنس بر متر) بدست آمده است که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد را نشان داد (جدول ۲). طبق جدول مقایسه میانگین مشخص گردید که قارچ‌های ریشه ای به‌کار برده شده در تمامی سطوح بر صفت میزان کل مواد جامد محلول نسبت به تیمار شاهد تاثیرگذار بودند. میزان مواد جامد محلول از شاخص‌های مهم در انتخاب واریته مناسب گوجه فرنگی است. نتایج مقایسه میانگین اثر قارچ های ریشه ای نشان داد که هم‌زیستی قارچ با ریشه گیاه گوجه فرنگی موجب افزایش مواد جامد محلول میوه شد. کریمی و همکاران (۱۳۹۲) دریافتند قارچ های ریشه ای سبب افزایش میزان مواد جامد محلول در گیاه لوبیا سبز شد که با نتایج این پژوهش هم‌سو می‌باشد.

جدول ۲ : مقایسه میانگین اثر متقابل متقابل قارچ های ریشه ای و شوری میزان مواد جامد محلول (درصد) گوجه فرنگی

	شوری (ds/m)			
میکوریز	۰/۴	۲	۳/۵	۵/۵
عدم تلقیح	c ۴/۸۳	cde ۴/۲۶	cd ۳/۴۶	i ۲/۷۳
G.i.	b ۵/۵	cd ۴/۴۶	efg ۳/۷۶	hi ۲/۹۳
G.m.	a ۰۷/۰۷	cd ۴/۵۶	def ۳/۹	ghi ۳/۱۶

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

جدول (۳) نتایج اثر قارچ های ریشه ای و شوری مشخص شد. بیش‌ترین میزان ویتامین ث با میانگین ۵/۲۰ میلی گرم از برهمکنش قارچ *G.m.* در شوری شاهد (۰/۴ دسی زیمنس بر متر) بدست آمده است که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۳). مقایسه اثر مستقل قارچ های ریشه ای مشخص کرد کاربرد قارچ های ریشه ای موجب افزایش ویتامین ث گردید و گونه *G.m.* در این امر موفق تر بوده و اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشته است. در مصرف تازه‌خوری گوجه‌فرنگی، ویتامین‌ث میوه مورد توجه مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد. گروهی از محققین (علیزاده و همکاران،۱۳۸۴). به این نتیجه رسیدن که قارچ‌های ریشه ای با جذب فسفر، در فعال ساختن آنزیم‌هایی که برای سنتز ویتامین‌ث لازم و ضروری می‌باشند، نقش اساسی دارند و با افزایش فسفر جذب شده، فعالیت این آنزیم‌ها نیز بیشتر شده و در نتیجه غلظت ویتامین‌ث بالا رفته است.

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ های ریشه ای و شوری بر میزان ویتامین ث (میلی گرم ۱۰۰گرم) گوجه فرنگی

	شوری (ds/m)			
میکوریز	۰/۴	۲	۳/۵	۵/۵
عدم تلقیح	^{c} ۴/۳۷	^{d} ۴/۰۳	^{e} ۳/۵۱	^{f} ۲/۹۳
G.i.	^{b} ۴/۷۶	^{cd} ۴/۱۲	^{d} ۴/۰۷	^{e} ۳/۶۲
G.m.	^{a} ۵/۲۰	^{cd} ۴/۲۲	^{cd} ۴/۱۱	^{e} ۳/۵۶

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

گزارش‌ها حاکی از این است که تلقیح گیاه گوجه‌فرنگی با قارچ های ریشه ای، قدرت تحمل گیاه به تنش‌های شوری و کمبود عناصر غذایی را از طریق فعال کردن متابولیسم آنتی‌اکسیدان و در نتیجه تجمع ویتامین ث افزایش داد (Varma et al, 2012) این پژوهش با پژوهش حاضر هم خوانی دارد. همان گونه که بیان شد احتمال دارد قارچ های ریشه ای با افزایش فعالیت متابولیسم آنتی‌اکسیدان‌ها، موجب افزایش تولید ویتامین ث در محصول شده است.

با توجه به جدول (۴) نتایج مقایسه میانگین اثر قارچ های ریشه ای و شوری نشان داد بیش‌ترین تجمع پرولین در شوری ۵/۵ دسی زیمنس بر متر در قارچ *G.m.* بدست آمده است که با گونه *G.i.* اختلاف معنی داری نداشت، اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۴). در این آزمایش مشخص شد قارچ های ریشه ای موجب افزایش میزان پرولین گردید، و گونه قارچ *G.m.* بیشترین میزان پرولین را نسبت به سایر تیمارها داشت.

جدول۴ :مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ های ریشه ای و شوری بر میزان پرولین گوجه فرنگی

	شوری (ds/m)			
میکوریز	۰/۴	۲	۳/۵	۵/۵
عدم تلقیح	^{e} ۰/۲۷	^{d} ۰/۵۹	^{c} ۰/۷۰	^{b} ۰/۸۹
G.i.	^{e} ۰/۳۴	^{d} ۰/۶۱	^{bc} ۰/۸۵	^{a} ۱/۰۴
G.m.	^{d} ۰/۵۹	^{c} ۰/۷۸	^{b} ۰/۸۷	^{a} ۱/۰۹

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

در آزمایشی مشخص شد که مقدار پرولین در بستر فلفل‌های حاوی قارچ ریشه ای به طور معنی‌داری بیش‌تر از بستر فلفل‌های غیرمیکوریزایی بود. این امر موجب افزایش تحمل به شوری در این گیاه شده بود(Selvakumar and Thamizhiniyan, 2011). این پژوهش با نتایج حاضر هم‌سو می‌باشد از آن‌جایی که پرولین یکی از اسید آمینه های مهم در افزایش مقاومت به تنش از جمله تنش شوری محسوب می‌گردد به نظر می‌رسد تنش شوری با کاهش جذب آب و از طرفی کاربرد قارچ های ریشه ای و کمک در افزایش جذب عناصر و مواد مغذی، هر دو موجب افزایش پتانسیل اسمزی گیاه شده به گونه‌ای که موجب تحریک به ساخت و افزایش پرولین جهت تنظیم فشار اسمزی گیاه شده است. در پژوهشی روی گوجه فرنگی تحت تنش شوری بیان شد میزان پرولین با افزایش غلظت شوری به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافت (Rabiei and Ehsanpour, 2015). در پژوهش حاضر افزایش میزان پرولین ممکن است به دلیل تأثیر فزایندهٔ قارچ های ریشه ای بخصوص گونه *G.m.* در افزایش فشاراسمزی سلول های گیاه باشد.

منابع

پارسامطلق، ب.، محمودی، س.، سیاری زهان، م.ح. و نقی زاده، م. ۱۳۹۰. تأثیر قارچ میکوریزا و کود فسفر بر غلظت رنگیزه های فتوسنتزی و عناصر غذایی لوبیا (*Phaseolus vulgaris L.*) در شرایط تنش شوری. نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۳(۲): ۲۳۳-۲۴۴.

حسامی، ع.ا.، جوکاری، س. و ملایی، م. ۱۳۹۳. استفاده از ضایعات غیر پوسیده نخل خرما به عنوان جایگزینی برای کوکوپیت در کشت هیدروپونیک گوجه‌فرنگی. دومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار. ۱-۱۷

علیزاده اسکویی، پ.، علی اصغرزاده، ن.، باغبان سیروس، ش. ۱۳۸۴. تاثیر قارچ‌های میکوریز ویزیکولار آربوسکولار بر عملکرد و غلظت ویتامین‌ث میوه گوجه‌فرنگی در سطح مختلف فسفر. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی.۱۲-۱۸.

کریمی، ک.، بلندنظر، ص. و آشوری، س. ۱۳۹۲. اثر کودهای زیستی و قارچ‌های آربوسکولار میکوریز بر عمل‌کرد، صفات رشد و کیفیت لوبیا سبز. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. (۲۳)۳: ۱۶۷-۱۵۷.

مختاری، ح. ۱۳۹۲ .تأثیر همزیستی میکوریزی بر رشد و برخی صفات مرفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام گلرنگ (*Carthamus tinctorious L.*) در سطوح مختلف شوری. پایاننامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.

Alstrom, S. 1987. Factors associated with detrimental effects of rhizobacteria on plant growth. Journal of Plant and Soil, 102(1):3-9.

Liang, Y., J. Si, and V. Romheld. 2005. Silicon uptake and transport is an active process in Cucumis sativus. Journal of New Phytologist 167(3): 797-804.

Selvakumar, G and P. Thamizhiniyan. 2011. TheEffect of the Arbuscular Mycorrhizal (AM)Fungus *Glomus intraradices* on the Growth andYield of Chilli*(Capsicum annuum L.)* UnderSalinity Stress. Journal of World Applied Sciences 14: 1209-1214.

Rabiei, F. and Ehsanpour, A. A. 2015. Effect of salt stress on protein pattern and some physiological parameters of Lycopersicon peruvianum under in vitro culture. Iranian Journal of Plant Biology 23(7): 15-28 (in Persian).

Varma, A., M. Bakshi, B. Lou, A. Hartmann and R. Oelmueller. 2012. Piriformospora indica: A novel plant growth-promoting mycorrhizal fungus. Journal of Agricultural Res 1: 117-131.

The effect of inoculation of root fungi (*Glomus mosseae and Glomus intraradices*) on some physio-biochemical traits of tomato under salinity stress

Sakineh.Khezri[1]*, Rahim Nikkhah[2], Leila Karami[2], Ali.Dindarlo [3]
[1*] MSc Student, Department of horticultural science, Agriculture and natural resources, Persian Gulf University, Bushehr
[2] Assistant Professor, Department of horticultural science, Agriculture and natural resources, Persian Gulf University, Bushehr
[3] Assistant Professor, Dep. of Breeding Science, College of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr
[*]*Corresponding Author:* khezri.sakineh96@gmail.com

Abstract
The aim of this study was to investigate the effect of of inoculation of root fungi (*Glomus mosseae and Glomus intraradices*) on some physio-biochemical traits of tomato under salinity stress. The experiment was performed as a randomized complete block with two factors of root fungi and salinity. Fungal treatments included two root fungi species *G.i*, *G.m* and control Salinity treatment was performed at three levels of 2, 3.5 and 5.5 dS / m without salinity (control). The measured traits included electrolyte leakage, soluble sugar, vitamin C and proline. The results showed that with increasing salinity in the culture medium, the measured traits decreased with the exception of proline. The results showed that the coexistence of the fungi used significantly increased all the measured traits. The best result was obtained by the interaction of *G.mosseae* root fungi and control salinity and compared to the rest. Treatments showed significant differences. root fungi treatment significantly reduced the negative effects of salinity and increased the growth and yield of tomatoes.

***Keywords*:** Salinity stress, proline, tomato, mycorrhizal fungus, vitamin C**.**