تأثیر تلقیح قارچ میکوریز *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* بر برخی عوامل فیزیولوژیک گوجه‌فرنگی 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 خلیج‌فارس، بوشهر

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

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

* نویسنده مسئول: khezri.sakineh96@gmail.com

چکیده

این پژوهش باهدف بررسی تأثیر قارچ میکوریز در برخی عوامل فیزیولوژیک گیاه گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری به اجرا درآمده است. آزمایش به‌صورت بلوک کامل تصادفی با دو عامل میکوریزا و شوری اجرا شد. تیمارهای قارچی شامل دو گونه میکوریزا هم‌زیست *G.i* و *G.m* و شاهد بودند. تیمار شوری در سه سطح ۲، ۳/۵ و ۵/۵ دسی زیمنس بر متر و بدون شوری (شاهد) اجرا شد. صفات موردراندازه‌گیری شده شامل نشت الکترولیت‌ها، قند محلول، ویتامین ث و پرولین بود. نتایج نشان داد که با افزایش شوری در بستر کشت، صفات اندازه‌گیری شده به‌استثنای پرولین کاهش یافت. نتایج آزمایش نشان داد که هم‌زیستی قارچ‌های به‌کاربرده شده باعث افزایش معنی‌دار تمام صفات اندازه‌گیری شده گردید، بهترین نتیجه در اثر برهم‌کنش قارچ میکوریز *G.mosseae* و شوری شاهد به دست آمد و نسبت به بقیه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان دادند. تیمار میکوریز اثرات منفی شوری را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دادند و موجب افزایش رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی شدند.

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

مقدمه

گوجه‌فرنگی متعلق به تیره سیب‌زمینی سانان و از جنس *Lycopersicum* و گونه esculentumمی‌باشد. گوجه‌فرنگی به‌طور ذاتی گیاهی علفی و چندساله است که در تمام نقاط جهان اغلب به‌صورت یک‌ساله کشت می‌شود (peyvast, 2009). 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 محدودکننده تولید محصول در بسیاری از منطقه‌های مهم کشاورزی دنیا محسوب می‌شود. با توجه به هزینه‌های زیاد تأمین آب و انرژی، یافتن راهکارهای جدید در زمینه مقابله با شوری دارای اهمیت می‌باشد (Mokhtari, 2011). به دنبال افزایش رشد جمعیت یکی از راهکارهای تولید بیشتر محصولات کشاورزی افزایش عملکرد در واحد سطح در میان‌مدت و بلندمدت از طریق مصرف نهاده‌ها ازجمله انواع کودهای شیمیایی و زیستی است. در این راستا، کودهای بیولوژیک مانند قارچ میکوریزا آربوسکولارو نیز استفاده از گونه‌های درختی نسبتاً مقاوم در برابر شوری، راهکارهای بهتری جهت کاهش اثرات سوء تنش شوری می‌باشند .قارچ‌های میکوریزا با داشتن شبکهٔ طیفی گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب ریشه، کارایی گیاهان را در جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه عناصر کم‌تحرک فسفر، روی، مس افزایش داده و موجب بهبود رشد آنها می‌شوند (Parsamotlagh, 2011). گوجه‌فرنگی، منبعی از ژن‌ها 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 می‌رود (Rabiei and Ehsanpour, 2015). این پژوهش باهدف بررسی تأثیر قارچ میکوریز بر برخی عوامل فیزیولوژیک گیاه گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری به اجرا درآمده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در گلخانه آقای چراول واقع در ۴ کیلومتری جنوب غرب شهر آبدان از توابع شهرستان دیر استان بوشهر اجرا شد. شرایط گلخانه‌ای، آزمایش بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۲ تیمار به اجرا درآمد. در این

آزمایش از دو گونه قارچ میکوریز *Glomus mosseae*(*G.m.*) و *Glomus intraradices* (*G.i.*) استفاده شد. بستر کشت شامل خاک مزرعه‌ای 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 سانتی‌متر با زهکش مناسب در زیر گلدان انجام شد. سپس مواد بستر کشت درون گلدان‌ها ریخته، پس‌ازآن 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 گوجه‌فرنگی ۳-۴ برگی رقم النا در هر گلدان 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 اعمال شد. به‌منظور واقعی بودن با شرایط طبیعی اعمال تنش‌های موردنظر، به‌صورت ترکیبی از آب چاه با EC: ۸ دسی زیمنس بر متر و آب تصفیه‌شده از گلخانه با EC: ۰/۴ دسی زیمنس بر متر بود. 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)، اندازه‌گیری شد. گیری شد. اندازه‌گیری مقدار ویتامین‌ث با روش تیتراسیون با ید، پتاسیم یداید و پتاسیم یدات در حضور معرف نشاسته توسط بسیاری از محققین گزارش‌شده است انجام 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 کامل تصادفی با دو عامل میکوریزا و شوری که هرکدام دارای سه سطح تیمار شامل میکوریز *G.i* و *G.m* و فاقد قارچ (شاهد) و شوری حاوی سه سطح ۲، ۳/۵ و ۵/۵ دسی زیمنس بر متر و بدون شوری (شاهد) در ۳ تکرار اجرا شد.

نتایج و بحث

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

باتوجه‌به مقایسه میانگین نشت الکترولیتی برگ (جدول ۱)، رابطه معنی‌دار بین تنش شوری و نشت الکترولیتی در برگ‌ها مشاهده شد. کمترین میزان نشت الکترولیتی در برگ‌های گیاهان تیمار با قارچ‌گونه *G.m.* در شوری شاهد با میانگین ۲۱/۰۸ درصدی به دست آمد و بیشترین نشت الکترولیتی در تیمار شوری ۵/۵ دسی زیمنس بر متر فاقد تلقیح قارچ میکوریز به میزان ۸۱/۱۵ درصدی بود. از شاخص نشت الکترولیتی برای سنجش مقاومت گیاهان به تنش استفاده می‌شود. در مطالعه حاضر، با افزایش تنش شوری میزان نشت الکترولیتی در برگ‌های گیاهان گوجه‌فرنگی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی کاربرد قارچ میکوریزا سبب کاهش نشت الکترولیت در گیاه میزبان نسبت به شاهد گردید. به نظر می‌رسد گوجه‌فرنگی هنگام وقوع تنش شوری می‌تواند به‌خوبی 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 می‌شود (Liang and Romheld, 2005).

جدول ۱: مقایسه میانگین اثر متقابل میکوریز و شوری برنشت الکترولیت گوجه‌فرنگی

	شوری (ds/m)				
میکوریز	شاهد	۲	۳/۵	۵/۵	میانگین
عدم تلقیح	۲۸/ ۴۶^{fgh}	۴۱/ ۳۳^{de}	۵۲/ ۴۴^{c}	۸۱/ ۱۴^{a}	۵۰/ ۸۴^{A}
G.i.	۲۵/ ۵۲^{gh}	۳۵/ ۶۳^{ef}	۴۵/ ۶۴^{cd}	۷۰/ ۲۷^{b}	۴۴/ ۲۷^{B}
G.m.	۲۱/ ۰۸^{h}	۳۲/ ۴۴^{fg}	۴۳/ ۳۶^{d}	۶۵/ ۶۵^{b}	۴۰/ ۶۳^{B}
میانگین	۲۵/ ۰۳^{D}	۳۶/ ۴۷^{C}	۴۷/ ۱۵^{B}	۷۲/ ۳۶^{A}	۴۵/۲۵

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

باتوجه‌به نتایج مقایسه میانگین اثر میکوریز و شوری نشان می‌دهد که با افزایش غلظت شوری، میزان مواد جامد محلول گوجه‌فرنگی کاهش یافت؛ بنابراین بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول با میانگین ۷/۰۷ درصد در تیمار قارچ *G.m.* در شوری شاهد به‌دست‌آمده است که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد را نشان داد (جدول 2). طبق جدول مقایسه میانگین مشخص گردید که قارچ‌های میکوریز به‌کاربرده شده در تمامی سطوح بر صفت میزان کل مواد جامد محلول نسبت به تیمار شاهد تأثیرگذار بودند.

میزان مواد جامد محلول از شاخص‌های مهم در انتخاب واریته مناسب گوجه‌فرنگی است. نتایج مقایسه میانگین اثر مستقل میکوریز نیز نشان داد که هم‌زیستی میکوریز با ریشه گیاه گوجه‌فرنگی موجب افزایش مواد جامد محلول میوه شد. کریمی و همکاران (Karimi *et al*, 2013) نیز دریافتند که میکوریز سبب افزایش میزان مواد جامد محلول در گیاه لوبیا سبز شد که با نتایج این پژوهش هم‌سو می‌باشد.

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل میکوریز و شوری میزان مواد جامد محلول گوجه‌فرنگی

میکوریز	شوری (ds/m) شاهد	۲	۳/۵	۵/۵	میانگین
عدم تلقیح	۴/ ۸۳^{c}	۴/ ۲۶^{cde}	۳/ ۴۶^{cd}	۲/ ۷۳^{i}	۳/ ۸۲^{C}
G.i.	۵/ ۵^{b}	۴/ ۴۶^{cd}	۳/ ۷۶^{efg}	۲/ ۹۳^{hi}	۴/ ۱۷^{B}
G.m.	۷/ ۰۷^{a}	۴/ ۵۶^{cd}	۳/ ۹^{def}	۳/ ۱۶^{ghi}	۴/ ۶۷۵^{A}
میانگین	۵/ ۸^{A}	۴/ ۴۳^{B}	۳/ ۷۱^{C}	۲/ ۹۴^{D}	۴/۲۲

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 میکوریز و شوری مشخص شد. بیش‌ترین میزان ویتامین ث با میانگین ۵/۲۰ میلی‌گرم از برهم‌کنش قارچ *G.m.* در شوری شاهد به‌دست‌آمده است که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۳) مقایسه میانگین اثر مستقل میکوریز مشخص کرد کاربرد میکوریز موجب افزایش ویتامین ث گردید و گونه *G.m.* در این امر موفق‌تر بوده و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشته است. در مصرف تازه‌خوری گوجه‌فرنگی، ویتامین‌ث میوه موردتوجه مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد. گروهی از محققین (Alizaded *et al*, 2005) به این نتیجه رسیدن که قارچ‌های میکوریز 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 میکوریز و شوری بر میزان ویتامین ث (میلی در گرم ۱۰۰ گرم) گوجه‌فرنگی

میکوریز	شوری (ds/m) شاهد	۲	۳/۵	۵/۵	میانگین
عدم تلقیح	۴/ ۳۷^{c}	۴/ ۰۳^{d}	۳/ ۵۱^{e}	۲/ ۹۳^{f}	۳/ ۷۱^{C}
G.i.	۴/ ۷۶^{b}	۴/ ۱۲^{cd}	۴/ ۰۷^{d}	۳/ ۶۲^{e}	۴/ ۱۴^{B}
G.m.	۵/ ۱۹^{a}	۴/ ۲۲^{cd}	۴/ ۱۱^{cd}	۳/ ۵۶^{e}	۴/ ۲۷^{A}
میانگین	۴/ ۷۷^{A}	۴/ ۱۲^{B}	۳/ ۸۹^{C}	۳/ ۳۷^{D}	۴/۰۴

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 میکوریز، قدرت تحمل گیاه به تنش‌های شوری و کمبود عناصر غذایی را از طریق فعال‌کردن متابولیسم آنتی‌اکسیدان و در نتیجه تجمع ویتامین ث افزایش داد (Varma et al, 2012) این پژوهش با پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. همان گونه که بیان شد احتمال دارد میکوریزا با افزایش فعالیت متابولیسم آنتی‌اکسیدان‌ها، موجب افزایش تولید ویتامین ث در محصول شده است.

باتوجه‌به جدول (۴) نتایج مقایسه میانگین اثر میکوریز و شوری نشان داد بیش‌ترین تجمع پرولین در شوری ۵/۵ دسی زیمنس بر متر در قارچ *G.m.* به‌دست‌آمده است که با گونه *G.i.* اختلاف معنی‌داری نداشت، اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۴) بر اساس مقایسه میانگین اثر مستقل میکوریز مشخص شد که میکوریز موجب افزایش میزان پرولین گردید و گونه قارچ *G.m.* بیشترین میزان پرولین را نسبت به سایر تیمارها داشت.

جدول ٤ :مقایسه میانگین اثر متقابل میکوریز و شوری بر میزان پرولین گوجه‌فرنگی

میکوریز	شوری (ds/m) شاهد	۲	۳/۵	۵/۵	میانگین
عدم تلقیح	۰/ ۲۷^{e}	۰/ ۵۹^{d}	۰/ ۷۰^{c}	۰/ ۸۹^{b}	۰/ ۶۴^{C}
G.i.	۰/ ۳۴^{e}	۰/ ۶۱^{d}	۰/ ۸۵^{bc}	۱/ ۰۴^{a}	۰/ ۷۱^{B}
G.m.	۰/ ۵۹^{d}	۰/ ۷۸^{c}	۰/ ۸۷^{b}	۱/ ۰۹^{a}	۰/ ۸۳^{A}
میانگین	۰/ ۴۰^{D}	۰/ ۶۶^{C}	۰/ ۸۴^{B}	۱/ ۰۱^{A}	۰/۷۳

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 میکوریز به‌طور 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 ازآنجایی‌که پرولین یکی از پروتئین‌های مهم در افزایش مقاومت به تنش ازجمله تنش شوری محسوب می‌گردد به نظر می‌رسد تنش شوری با کاهش جذب آب و از طرفی کاربرد میکوریز و کمک در افزایش جذب عناصر و مواد مغذی، هر دو موجب افزایش پتانسیل اسمزی گیاه شده به‌گونه‌ای که موجب تحریک به ساخت و افزایش پرولین جهت تنظیم فشار اسمزی گیاه شده است. (Rabiei and Ehsanpour, 2015) گزارش کردند در گوجه‌فرنگی میزان پرولین با افزایش غلظت شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت، در این افزایش میزان پرولین ممکن است به دلیل تأثیر فزایندهٔ قارچ‌های میکوریز در افزایش فشار اسمزی سلول‌های 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): ۲۴۴-۲۳۳.

پیوست، غ. ع. (۱۳۸۸). "*سبزیکاری*" . رشت. انتشارات دانش پذیر. چاپ پنجم. ۱۰۰ گرم.

علیزاده اسکویی، پ.، ن. علی اصغرزاده و ش. باغبان سیروس.(۱۳۸۴)."تأثیر 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.، ص. بلندنظر و س. آشوری. (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”. *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. 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. World Applied Sciences Journal. 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. Agric. Res. 1: 117-131.

The effect of mycorrhizal fungi on(Glomus intradices and Glomus mossea) some physiological factors of tomatoes 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

This study aimed to investigate the effect of mycorrhizal fungus on some physiological factors of tomato plants under salinity stress. The experiment was performed as a randomized complete block with two factors of mycorrhiza and salinity. Fungal treatments included two mycorrhizal 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* mycorrhizal fungus and control salinity and compared to the rest. Treatments showed significant differences. Mycorrhiza 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**.**