استفاده از پیوند جهت بهبود تحمل گوجه‌فرنگی به شوری در شرایط هیدروپونیک

پیمان جعفری[۱] و امیرهوشنگ جلالی[۱*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۵/۱۷)

چکیده

استفاده از فن پیوند زدن می‌تواند به عنوان یک رویکرد برای افزایش مقاومت ارقام گوجه‌فرنگی به شوری مطرح باشد. برای ارزیابی تأثیر پیوند بر مقاومت گوجه‌فرنگی به شوری، دو رقم گوجه‌فرنگی رایج به نام حمرا و کوین روی یک پایه مقاوم به شوری به نام AR-9704، به روش اسکنه‌ای پیوند شده و در شرایط گلخانه با استفاده از سیستم هیدروپونیک تحت تأثیر سه تیمار شوری با هدایت الکتریکی ۲/۳، ۵/۳ و ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار شوری ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر به طور معنی‌داری عملکرد تک بوته را کاهش داد. دلیل اصلی این کاهش عملکرد، کاهش تعداد و وزن میوه‌ها بود. تأثیر برهمکنش سطوح شوری و رقم نیز در سطح ۱٪ از نظر آماری معنی‌دار بود. استفاده از پایه‌های پیوندی ارقام حمرا و کوین در سطوح مختلف شوری با افزایش عملکرد تک بوته همراه بود. اما این افزایش فقط در سطح ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر معنی‌دار شد. در سطح شوری کم (۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر)، مقدار لیکوپن در رقم حمرا پیوندی و مقدار β کاروتن در هر دو پایه پیوندی حمرا و کوین نسبت به سایر تیمارها برتری معنی‌دار داشت. مقدار لیکوپن و اسکوربیک اسید در سطوح شوری متوسط (۵/۳ دسی‌زیمنس بر متر) و زیاد (۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر) و غلظت مواد جامد محلول در میوه در سطح شوری ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر، در پایه‌های پیوندی به طور معنی‌داری نسبت به پایه‌های غیر پیوندی بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: پیوند زدن، لیکوپن، بتاکاروتن

مقدمه

گوجه‌فرنگی یکی از مهم‌ترین گیاهان باغبانی جهان محسوب می‌شود. از آنجا که تولید این محصول در نواحی نیمه خشک جهان متمرکز گردیده و شوری آب و خاک در این نواحی امری عادی است، بنابراین استفاده از روش پیوند زدن برای مقابله با شوری مورد علاقه بسیاری از پژوهشگران است (۹). سالانه نزدیک به ۱۶۲ هزار هکتار از اراضی کشور، با متوسط عملکرد ۳۶/۱ تن در هکتار، به کشت آبی گوجه‌فرنگی اختصاص می‌یابد (۱).

شوری از تنش‌های غیر زنده‌ای است که می‌تواند کاهش تولیدات کشاورزی را به همراه داشته باشد. این کاهش عملکرد هم به دلیل تنش اسمزی ناشی از افزایش غلظت یون‌ها در ریشه‌ها و هم به دلیل افزایش سمیت یون‌هایی مثل سدیم و کلر است (۲۳). انتظار می‌رود با افزایش شوری، شاهد کاهش ۳۰ درصدی زمین‌های زراعی تا ۲۵ سال آینده، و کاهش ۵۰ درصدی آن تا سال ۲۰۵۰ میلادی باشیم (۳۶). در ایران، میزان زمین‌هایی که تحت تأثیر شوری قرار دارند در دهه‌های ۶۰، ۸۰ و ۹۰ میلادی به ترتیب ۱۵/۵، ۱۸ و ۲۳-۱۶ میلیون هکتار

۱. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: peimanjafari@yahoo.com

گزارش گردیده است (۲۸). برای مقابله با شوری دو رویکرد عمومی وجود دارد: یکی مدیریت شرایط محیطی، از قبیل ایجاد سامانه‌های زهکشی، و دیگری مدیریت پیرامون گیاه زراعی، مثل افزایش تحمل گیاهان به شوری (۲۷). تلاش‌های زیادی در جهت افزایش تحمل گیاهان به شوری از طریق برنامه‌های اصلاحی و انتقال ژن در جریان است. اما به دلیل پیچیده بودن طبیعت صفت تحمل به شوری موفقیت‌های محدودی به‌دست آمده است (۲۱). یکی از فنونی که در سال‌های اخیر برای مقابله با شوری استفاده می‌شود، استفاده از پیوند قبل از انتقال گیاهچه‌ها به شرایط گلخانه است. از این روش نه تنها برای ایجاد مقاومت در برابر شوری، بلکه برای ایجاد مقاومت به بیماری‌ها و تحمل دماهای کم نیز استفاده می‌شود (۲۹). استفاده از پایه‌های پیوند شده در صیفی‌جات ابتدا در اواخر دهه ۲۰ میلادی در ژاپن و کره روی هندوانه (*Citrullus lanatus*) انجام شد و سپس برای سایر گیاهان توسعه یافت (۱۹).

مطالعات زیادی نشان داده است که افزایش شوری محلول غذایی در پایه‌های پیوندی گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای با سیستم هیدروپونیک باعث تولید میوه‌هایی با درصد قند و ماده خشک بیشتر و لذا میوه‌هایی با طعم و عملکرد کمی و کیفی بیشتر گردیده است (۱۰ و ۱۳). ولی در عین حال در برخی مواقع کاهش عملکرد نیز گزارش شده است (۲۰). افزایش تحمل به شوری در پایه‌های پیوندی گوجه‌فرنگی به توانمندی ریشه‌ها در ممانعت از راه‌یابی یون‌های سدیم و کلر به اندام هوایی نسبت داده می‌شود (۹). در برخی از پژوهش‌ها، ویژگی‌های کیفی گوجه‌فرنگی (مثل بریکس، اسیدیته و غلظت لیکوپن) تحت تأثیر پیوند قرار نگرفت (۱۷ و ۳۰). رنگ گوجه‌فرنگی مثل رنگ بسیاری از میوه‌های دیگر یکی از ویژگی‌های مهم کیفی محسوب می‌گردد. رنگدانه‌های کارتنوئید (α و β کارتنوئید) مسئول ایجاد رنگ در میوه‌های رسیده گوجه‌فرنگی هستند. گوجه‌فرنگی منبع ارزشمندی از آنتی‌اکسیدان‌ها نیز محسوب می‌شود که این آنتی‌اکسیدان‌ها شامل لیکوپن، اسکوربیک اسید، ترکیبات فنلی و ویتامین E است (۲۶). رابطه مثبتی بین مقدار آنتی‌اکسیدان‌ها و رنگ قرمز گوجه‌فرنگی وجود دارد، به گونه‌ای که گوجه‌فرنگی‌های نارس و سبز رنگ به طور معنی‌داری مقدار آنتی‌اکسیدان کمتری دارند (۱۴).

با توجه به این که عرضه محصولات با کیفیت خوب، امکان بهره برداری اقتصادی از زمین‌های کوچک و امکان کاهش آلاینده‌های محیط زیست از اهداف مهم بخش کشاورزی در کشور ما محسوب می‌گردد، هدف از این پژوهش بررسی نقش پیوند در بهبود عملکرد کمی و کیفی دو رقم گوجه‌فرنگی در شرایط تنش شوری است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۶ با استفاده از سیستم هیدروپونیک در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ورامین اجرا گردید. ارقام گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) مورد استفاده از ارقام رایج در منطقه به نام‌های حمرا و کوین انتخاب شد، که روی یک پایه تجاری مقاوم به شوری گوجه‌فرنگی به نام AR-9704 پیوند شدند. بذرهای گوجه‌فرنگی پس از جوانه زنی در پتریدیش محتوی آب مقطر به گلدان‌های یونولیتی‌که با پرلیت پر شده بودند انتقال داده شدند. کاشت بذرهای پایه یک هفته قبل از کاشت بذرهای پیوندک انجام شد.حدود ۲۵ روز بعد از جوانه زنی و در مرحله‌ای که استقرار بوته‌ها در گلدان‌ها کامل شده بود، عملیات پیوند توسط روش رایج اسکنه‌ای انجام شد (۱۸). محل پیوندک با استفاده از گیره‌های مخصوص ثابت نگه داشته شد. برای اطمینان بیشتر، تعداد پیوند دو برابر مقدار مورد نیاز در نظر گرفته شد. بوته‌های پیوند شده برای التیام زخم محل پیوند، مجموعه گلدان‌ها در زیر پوشش پلاستیکی شفاف برای افزایش رطوبت نسبی و جلوگیری از آب از دست دادگی برگ‌ها (Leaf dehydration) قرار گرفتند. بعد از این مرحله، گلدان‌ها در سوراخ های تعبیه شده روی درب ظروف پلاستیکی ثابت قرار داده شدند، به صورتی که سوراخ‌های کف گلدان‌های یونولیتی با محلول غذایی زیر آنها در تماس بودند و محلول

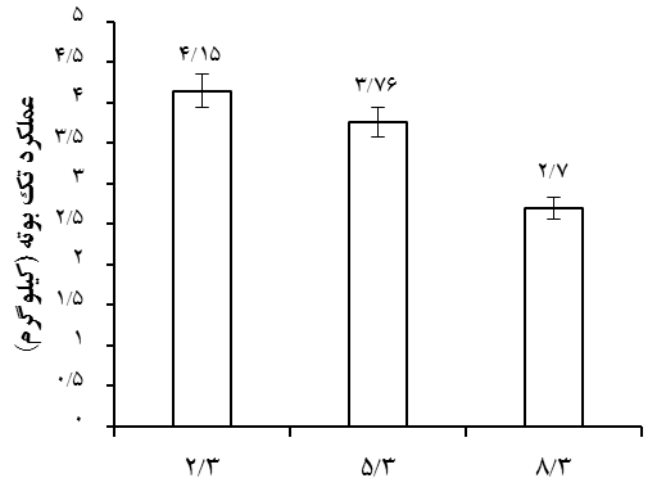
غذایی از این طریق وارد گلدان‌ها می‌شد. روی درب آنها سوراخ‌هایی جهت نفوذ ریشه نهال بذرها تعبیه شده بود. ظرفیت این ظروف ۵ لیتر بود و برای تأمین عناصر پر مصرف و کم مصرف در این ظروف از روش مارتینز و همکاران (۲۰) استفاده گردید. در این روش، عناصر پر مصرف شامل نیترات کلسیم، نیترات پتاسیم، سولفات منیزیم و فسفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۴، ۶،۱ و ۱ میلی‌مولار و عناصر کم مصرف شامل اسید بوریک، کلات آهن، اسید مولیبدیک، سولفات روی، سولفات مس و سولفات منگنز به ترتیب به مقدار ۰/۰۲۵، ۰/۰۲، ۲۵، ۲۰ و ۰/۵ و ۲ میکرومولار استفاده گردید. برای ثابت نگه داشتن اسیدیته در محلول غذایی از هیدروکسید پتاسیم استفاده شد. تیمارهای شوری نیز شامل ۳ تیمار صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار NaCl می‌باشد که به ترتیب ECهایی در حدود ۲/۳، ۵/۳ و ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر را داشتند (۳۱). تیمارهای شوری مورد نظر نیز به صورت مرحله‌ای (۵ مرحله با فاصله زمانی ۳ روز یک‌بار) با اضافه نمودن مقدار کافی NaCl به میزان مورد نظر رسانده شدند. دمای محیط آزمایش در روز ۳۰- ۲۰ و در شب حداقل ۱۵ درجه سلسیوس بود. رطوبت نسبی روز و شب به ترتیب در ۵۵ و ۸۵ درصد تنظیم شد. برای تنظیم رطوبت نسبی، علاوه بر استفاده از هواکش، از دستگاه رطوبت‌سنج مجهز به کلید قطع و وصل کننده سیستم مه‌پاش استفاده گردید. هر کرت آزمایشی شامل ۳ بوته گوجه‌فرنگی بود که هر یک به عنوان یک کرت آزمایشی در نظر گرفته شد. تعداد کل کرت‌های آزمایشی با احتساب ۳ تیمار شوری ۱۲ کرت بود. چهار تیمار آزمایشی به ترتیب عبارت بودند از دو رقم گوجه‌فرنگی حمرا و کوین و همین دو رقم که روی پایه مقاوم به شوری (AR-9704) پیوند شدند. بنابراین مجموعاً چهار تیمار تشکیل و تأثیر سه تیمار شوری بر این ارقام در یک طرح کرت نواری در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به مدت ۸ ماه بررسی گردید. سطوح شوری به عنوان عامل افقی و تیمارهای پیوند به عنوان عامل عمودی در نظر گرفته شدند.

صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل: عملکرد بوته، متوسط وزن میوه‌ها، درصد مواد جامد محلول در میوه (بریکس)، میزان اسید اسکوربیک در میوه و میزان کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی شامل یون‌های کلسیم، پتاسیم، سدیم، کلر و نیترات در میوه بود. میزان آنیون‌ها بعد از گرفتن عصاره میوه‌ها و فیلتر کردن آن مستقیماً از طریق دستگاه یون کروماتوگراف (مدل Dionix-D-100) و میزان کاتیون‌ها نیز مستقیماً توسط دستگاه جذب اتمی (مدل Perkin-Elmer, 500) قرائت شد. میزان مواد جامد محلول در میوه نیز توسط رفراکتومتر دستی اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری غلظت اسید اسکوربیک در میوه در هر نمونه با روش HPLC با استفاده از کروماسیل (100 C18 5µm) انجام شد. اندازه‌گیری مقادیر بتاکاروتن نز با استفاده از روش ناگاتا و یاماشیا (۲۵) انجام گردید. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS (۳۴) تجزیه و تحلیل گردید و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ مقایسه شدند.

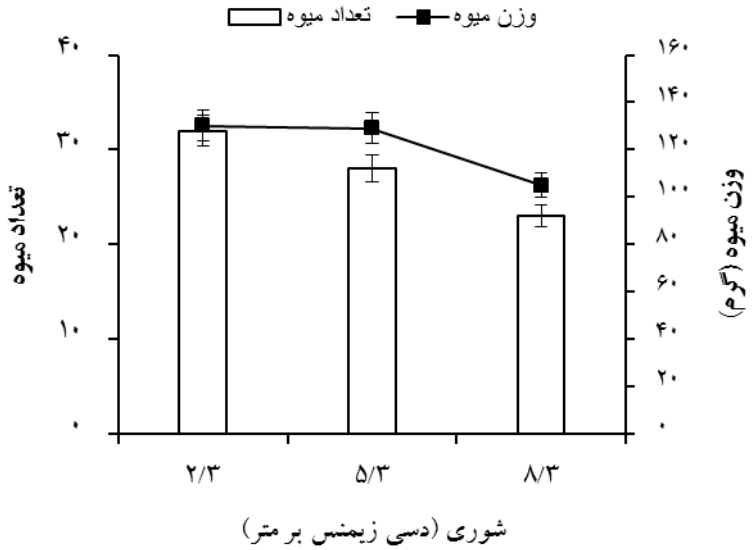
نتایج و بحث

تأثیر شوری بر ویژگی‌های کمی و کیفی عملکرد

صرف‌نظر از نوع رقم (پیوندی یا غیر پیوندی)، تأثیر سطوح مختلف شوری بر عملکرد تک بوته از نظر آماری معنی‌دار بود و تیمار ۸/۳ نسبت به تیمار ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر ۵۴٪ کاهش عملکرد نشان داد (شکل ۱). کاهش عملکرد تک بوته اگرچه در تیمار ۵/۳ دسی‌زیمنس بر متر نیز مشاهده شد (معادل ۱۰٪)، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. دلیل کاهش عملکرد در تیمار ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش تعداد میوه (۳۹٪) و وزن میوه‌ها (۲۴٪) بود (شکل ۲). در پژوهش آدامز (۳) سطوح شوری ۳ و یا ۸ دسی‌زیمنس بر متر تأثیری بر تعداد و وزن میوه‌های گوجه‌فرنگی نداشت. اما افزایش شوری به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معنی‌دار عملکرد و اجزای آن را به همراه داشت. در پژوهش صفرزاده شیرازی و همکاران (۲) نیز افزایش شوری در دامنه صفر تا ۶۰ میلی‌مولار باعث کاهش ارتفاع و وزن تر میوه گوجه‌فرنگی گردید. نتایج مشابهی با سطوح مختلف شوری



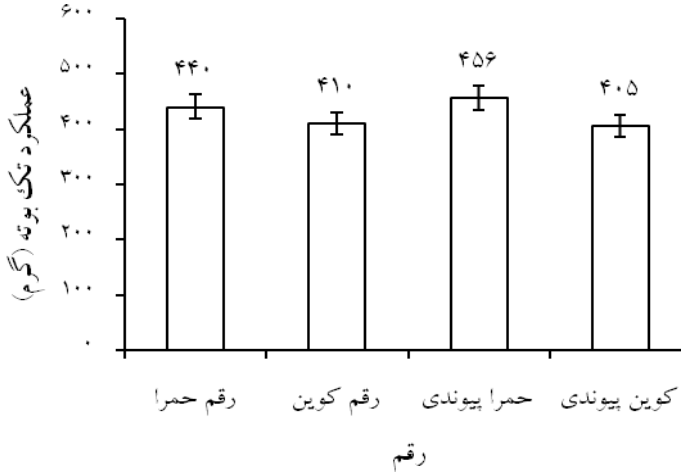
شکل ۱. تأثیر تیمارهای مختلف شوری بر عملکرد تک بوته



شکل ۲. تأثیر تیمارهای مختلف شوری بر تعداد و وزن میوه

(معمولاً بیشتر از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) برای گوجه‌فرنگی گزارش شده است (۴ و ۳۵).

مقایسه عملکرد ارقام استفاده شده در این پژوهش در شکل ۳ نشان داده شده است. اگرچه رقم کوین در هر دو حالت پیوند و بدون پیوند، پتانسیل عملکرد کمتری نسبت به رقم حمرا (با پیوند یا بدون پیوند) داشت، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. عملکرد تک بوته در رقم حمرا پیوندی نسبت به رقم کوین و کوین پیوندی به ترتیب ۱۱/۲ و ۱۲/۶ درصد بیشتر بود که این تفاوت عملکرد از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. اگرچه عملکرد رقم حمرا پیوندی ۳/۶ درصد بیشتر از رقم حمرا بود، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. پتانسیل عملکرد ارقام مختلف گوجه‌فرنگی و توان آنها در استفاده از منابع متفاوت است. به عنوان مثال در پژوهش کلارک و همکاران (۷) دامنه‌ای از ۵۵ تا ۹۰ تن عملکرد در هکتار



شکل ۳. مقایسه عملکرد تک بوته ارقام مختلف گوجه پیوندی و غیر پیوندی

جدول ۱. خصوصیات کمی و کیفی ارقام گوجه‌فرنگی تحت تیمارهای متفاوت شوری

شوری	رقم	عملکرد تک بوته (g)	تعداد میوه در بوته	متوسط وزن میوه (g)	بتا کاروتن (µg/g dw)	لیکوپن (µg/g dw)	اسید اسکوربیک (mM)	مواد جامد محلول در میوه (٪)
EC=۲/۳	حمرا	۴۰۵۰b	۳۰a	۱۳۵a	۱۱۸c	۴۵۰bc	۱/۳bc	۵/۳b
	حمرا پیوندی	۴۸۰۰a	۳۴a	۱۴۰a	۱۵۵a	۷۸۰a	۱/۶b	۵/۴b
	کوین	۳۵۰۰c	۲۸ab	۱۲۰b	۱۱۷c	۵۰۰b	۱/۲۷bc	۵/۳b
	کوین پیوندی	۳۸۰۰bc	۳۳a	۱۱۸c	۱۵۵a	۶۱۰b	۱/۵۵b	۵/۴b
EC=۵/۳	حمرا	۳۳۰۰c	۲۶ab	۱۳۰ab	۱۱۵c	۴۲۵cd	۱/۵۵b	۵/۸b
	حمرا پیوندی	۳۷۰۰c	۲۸a	۱۳۰ab	۱۱۹c	۶۰۰b	۱/۹a	۵/۷b
	کوین	۲۷۵۰cd	۲۱/۷b	۱۰۸bc	۹۰d	۳۷۰d	۱/۵bc	۵/۹ab
	کوین پیوندی	۳۱۰۰c	۳۰a	۱۰۰cd	۹۹cd	۵۱۰bc	۱/۵۷b	۵/۸b
EC=۸/۳	حمرا	۲۶۰۰d	۲۶ab	۱۰۰cd	۷۸d	۳۸۰cd	۱/۳۰c	۶/۱a
	حمرا پیوندی	۲۶۰۰cd	۲۸a	۱۰۵c	۸۰d	۶۰۰b	۱/۵۲b	۶/۵a
	کوین	۲۷۰۰d	۲۷a	۹۷d	۱۰۰c	۴۵۰cd	۱/۲۸c	۶/۳a
	کوین پیوندی	۳۱۰۰cd	۲۹a	۱۰۵c	۱۳۰b	۷۰۰b	۱/۵۵b	۶/۲a

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشترک از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند (دانکن ۵٪).

مشاهده گردید و دلیل این تفاوت عمدتاً به توان ارقام در استفاده از مواد غذایی، به ویژه نیتروژن، نسبت داده شد.

تأثیر برهمکنش رقم و سطوح شوری بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی آن در جدول ۱ نشان داده شده است. در شوری ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر، رقم حمرا پیوندی در مقایسه با سایر ارقام (حمرا، کوین و کوین پیوندی) به صورت معنی‌دار عملکرد بیشتری داشت. اگرچه تعداد میوه در رقم حمرا پیوندی نسبت با سایر ارقام بیشتر بود، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. بنابراین دلیل اصلی برتری عملکرد در رقم حمرا پیوندی را می‌توان به افزایش وزن میوه‌ها نسبت داد که به طور

معنی‌دار بیش از سایر ارقام (بجز حمرا) بود (جدول ۱). نکته قابل توجه دیگر این که در شوری ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر استفاده از فن پیوند (صرف‌نظر از نوع رقم) موجب افزایش عملکرد تک بوته گردیده است. در پژوهش مارتینز- رودریگز و همکاران (۲۱) نیز ارقام گوجه‌فرنگی Pera و Radja در شوری ۵۰ میلی‌مولار نمک طعام در دو حالت پیوند شده روی پایه مقاوم به شوری و حالت پیوند نشده مقایسه گردیدند. پایه‌های پیوندی بهبود عملکرد معنی‌داری را نشان دادند. هی و همکاران (۱۲) افزایش تحمل شوری در پایه‌های پیوندی را به بهبود فتوسنتز و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در آنها نسبت می‌دهند.

در شوری ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر، تفاوتی بین ارقام از نظر اسید اسکوربیک و غلظت کل مواد محلول مشاهده نگردید (جدول ۱). اما میزان لیکوپن در رقم حمرا پیوندی و مقدار بتاکاروتن در هر دو رقم پیوندی نسبت به ارقام پیوند نشده افزایش معنی‌داری داشت. در برخی گزارش‌ها، به افزایش مقدار کارتنوئیدها در شوری‌های متوسط (دامنه ۰/۵ تا ۴/۴ دسی‌زیمنس بر متر) اشاره گردیده است (۸). لیکوپن یکی از ترکیباتی است که در ایجاد ویژگی آنتی‌اکسیدانی در گوجه‌فرنگی تأثیر داشته و مقدار آن در ارقام مختلف متفاوت است (۱۶). رابطه مثبتی بین مقدار لیکوپن و تبدیل رنگ قرمز کم رنگ به قرمز پر رنگ در گوجه‌فرنگی یافت شده و ارقامی با رنگ قرمز معمولاً مقدار لیکوپن بیشتری هم دارند (۱۴).

در شوری‌های ۵/۳ و ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر، برتری عملکرد پایه‌های پیوند شده کمتر شد و با وجود داشتن عملکرد تک بوته بیشتر نسبت به پایه‌های غیر پیوندی، این تفاوت معنی‌دار نبود. اصولاً زمانی که شرایط محیطی نگه‌داری گیاه کاملاً مطلوب باشد (مشابه شرایط این آزمایش که در گلخانه و شرایط کنترل شده انجام شده) تفاوت عملکرد پایه‌های پیوندی با ارقام پیوند نشده چندان زیاد نیست. در حالی که در شرایط نامطلوب (مشابه شرایط مزرعه) پایه‌های پیوندی به وضوح عملکردهای بیشتری دارند (۹). برخلاف روند مشاهده شده در مورد عملکرد، ویژگی‌های کیفی مثل مقدار لیکوپن و اسید اسکوربیک در تیمارهای با شوری زیاد (۵/۳ و ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر) در پایه‌های پیوندی در اکثر موارد مساوی و یا به طور معنی‌داری بیشتر بودند. به‌طور مثال، در شوری ۵/۳ دسی‌زیمنس بر متر، مقدار لیکوپن در رقم حمرا پیوندی به ترتیب نسبت به رقم حمرا و کوین ۴۱ و ۶۲ درصد بیشتر بود. اما تفاوت معنی‌داری با رقم کوین پیوندی نداشت. نتایج مشابهی در رابطه با مقدار لیکوپن در شوری ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید. رقم حمرا پیوندی در شوری ۵/۳ دسی‌زیمنس بر متر با داشتن ۱/۹ میلی‌مول اسید اسکوربیک به ترتیب نسبت به ارقام حمرا، کوین و کوین پیوندی ۲۲/۵، ۲۶/۶ و ۲۱ درصد اسید اسکوربیک بیشتری داشت. برای شوری ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر، رقم حمرا پیوندی نسبت به دو رقم حمرا و کوین به ترتیب ۱۶/۹ و ۱۸/۷ درصد اسید اسکوربیک بیشتر داشت؛ اما با رقم کوین پیوندی تفاوت معنی‌داری نداشت. در برخی از پژوهش‌ها، ویژگی‌های کیفی گوجه‌فرنگی تحت تأثیر پیوند قرار نگرفته است (۳۰). اما به‌کارگیری تیمارهای شوری به دلیل افزایش مقدار قند، اسیدهای آمینه و نمک‌های محلول در میوه معمولاً با بهبود خواص کیفی میوه همراه بوده است (۵). غلظت مواد جامد محلول در میوه در تیمار ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر (صرف‌نظر از نوع رقم و یا پیوند) به طور معنی‌داری بیش از سایر تیمارهای شوری بود (جدول ۱). غلظت مواد جامد محلول در میوه به عنوان یک شاخص استاندارد برای کیفیت میوه، مورد قبول پژوهشگران قرار گرفته است (۲۴). در پژوهش میزراهی و همکاران (۲۲) افزایش شوری از ۳ به ۶ دسی‌زیمنس بر متر علاوه بر بهبود طعم گوجه‌فرنگی، افزایش غلظت مواد جامد محلول در میوه را به همراه داشت.

تأثیر تیمارهای شوری بر غلظت برخی عناصر در میوه

با افزایش شوری از ۲/۳ تا ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر، مقدار کلر و سدیم در میوه به طور معنی‌داری افزایش یافت. به گونه‌ای که بیشترین مقادیر این دو عنصر در شوری ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر

جدول ۲. غلظت برخی عناصر میوه (میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) در تیمارهای مختلف پیوند و شوری

شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	رقم	کلسیم	پتاسیم	سدیم	نیترات	کلر
EC=۲/۳	حمرا	۰/۴۲a	۴۲/۲۰d	۱/۵۲f	۰/۶۵b	۱۰/۱۸d
	حمرا پیوندی	۰/۳۲bc	۴۸/۳۲cd	۱/۷۸f	۱/۰۶a	۶/۶۱ef
	کوین	۰/۲۴d	۴۴/۷۷d	۱/۴۴f	۰/۳۳cd	۹/۱۴e
	کوین پیوندی	۰/۲۶d	۵۲/۶۵c	۲/۷۲e	۰/۸۲a	۸/۹۹e
EC=۵/۳	حمرا	۰/۴۱ab	۷۸/۱۸a	۲/۷۶e	۰/۸۶a	۱۰/۵۳de
	حمرا پیوندی	۰/۴۱ab	۵۵/۰۳bc	۴/۵۰cd	۱/۰۵a	۱۳/۷۴c
	کوین	۰/۲۹c	۵۷/۲۱bc	۴/۱۶d	۰/۷۸ab	۱۴/۳۸c
	کوین پیوندی	۰/۳۵ab	۵۶/۰۲bc	۵/۴۴c	۰/۸۰a	۱۴/۲۰c
EC=۸/۳	حمرا	۰/۳۶ab	۵۰/۹۷cd	۵/۷۷bc	۰/۲۶d	۲۲/۲۲a
	حمرا پیوندی	۰/۴۸a	۶۰/۲۱b	۱۰/۷۵a	۰/۶۰b	۱۹/۷۸a
	کوین	۰/۲۹c	۵۴/۱۴bc	۶/۵۰cd	۰/۲۰d	۱۷/۸۲b
	کوین پیوندی	۰/۳۵ab	۵۵/۹۲bc	۷/۱۳b	۰/۶۸b	۱۶/۴۲bc

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشترک از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند (دانکن ۵٪).

مشاهده گردید (جدول ۲). با توجه به داده‌های جدول ۲، مقدار کلر و سدیم در میوه پایه‌های پیوندی به طور معنی‌داری (به ویژه در شوری‌های زیاد) نسبت به پایه‌های غیر پیوندی افزایش یافته است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت پایه مقاوم به شوری استفاده شده قابلیت جلوگیری از جذب املاح را نداشته و نمی‌تواند به عنوان یک پایه دافع نمک (Salt excluder) نقش داشته باشد. سایر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه نیز قابلیت تحمل شوری بیشتر در پایه‌های پیوندی را به تحمل اثرهای یونی ناشی از شوری و نه به کاهش جذب یون‌ها، نسبت می‌دهند (۹ و ۳۳). همین مسئله باعث گردیده تا با افزایش جذب املاح و متعاقب آن کاهش آب در قسمت‌های مختلف گیاه، کیفیت میوه‌ها، شیرینی و طعم آنها افزایش یابد (۳۲). حتی با مصرف ۲۲ گرم بر میلی‌مول کلر و یا ۲۵/۵ گرم بر میلی‌مول سدیم، رابطه خطی بین این دو عنصر و عملکرد مشاهده شده است (۹).

با افزایش مقدار شوری از ۲/۳ به ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر، میزان کلسیم در رقم حمرا تغییر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). در حالی که در رقم کوین با افزایش شوری تا ۵/۳ دسی‌زیمنس بر متر مقدار کلسیم افزایش یافت و بین دو تیمار شوری ۵/۳ و ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. در مورد پایه‌های پیوندی روند معکوسی مشاهده شد و با افزایش شوری مقدار کلسیم افزایش یافت. معمولاً در شرایط افزایش شوری، به دلیل افزایش رقابت سدیم و کلر با کلسیم، مقدار کلسیم کاهش یافته (۱۵) و حتی علائم کمبود کلسیم مشاهده شده و کیفیت و بازارپسندی محصول کاهش می‌یابد (۱۱).

افزایش کلسیم در پایه‌های پیوندی با افزایش شوری، یک مزیت مهم برای کشت ارقام گوجه‌فرنگی محسوب می‌گردد. با افزایش شوری، مقدار پتاسیم در پایه‌های پیوندی افزایش یافت. اما این افزایش فقط در حمرا پیوندی و به ویژه در شوری ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). تأمین پتاسیم کافی برای تولید میوه‌های درشت و درجه یک ضروری است (۶). یکی از دلایل اصلی برای افزایش وزن میوه‌های رقم حمرا پیوندی در مقادیر زیاد شوری (جدول ۱) را نیز می‌توان به حفظ مقادیر زیاد پتاسیم در میوه نسبت داد. مقدار نیترات میوه در ارقام حمرا و کوین در حداکثر شوری استفاده شده در

این پژوهش (۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر) به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). اگرچه روند مشابهی برای پایه‌های پیوندی نیز مشاهده گردید، اما مقدار نیترات در حمرا پیوندی و کوین پیوندی در تمام مقادیر شوری بیش از ارقام غیر پیوندی بود. بن – اولیت و همکاران (۵) با اضافه کردن آمونیم به محلول غذایی اثرهای مضر شوری بر عملکرد گوجه‌فرنگی را کاهش دادند.

نتیجه‌گیری

با توجه به این که شوری خاک و آب یکی از معضلات اساسی در کشاورزی کشور ما محسوب می‌گردد، توجه به این مسئله و ارائه راه‌کارهایی مناسب برای غلبه بر این مشکل ضروری است. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از روش پیوند اگرچه تفاوت معنی‌داری در مقدار عملکرد هر بوته گوجه‌فرنگی ایجاد نکرد، اما ویژگی‌های کیفی آن از قبیل مقدار لیکوپن (در رقم حمرا پیوندی)، مقدار β کاروتن (در هر دو پایه پیوندی حمرا و کوین) و غلظت مواد جامد محلول در میوه (در سطح شوری ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر) را افزایش داد. استفاده از پایه‌های متنوع مقاوم به شوری با هدف افزایش عملکرد هم‌زمان کمیت و کیفیت محصول گوجه‌فرنگی می‌تواند موضوع مناسبی برای پژوهش‌های آینده باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مسئولین مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین که امکان اجرای این پژوهش را فراهم آوردند سپاسگزاری نمایند.

منابع مورد استفاده

۱. بی‌نام. ۱۳۸۹. آمار نامه کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی سال ۸۸–۱۳۸۷. دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۶ صفحه.

۲. صفرزاده شیرازی، ص.، ع. رونقی، ع. غلامی و م. زاهدی‌فر. ۱۳۸۹. اثر شوری و نیتروژن بر کیفیت میوه و غلظت عناصر کم‌مصرف گوجه‌فرنگی در کشت هیدروپونیک. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۳: ۱۱–۲۱.

3. Adams, P. 1991. Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in Rockwool. J. Hort. Sci. 66: 201-220.
4. Al-Harbi, A. R., M. A. Wahb-Allah and S. S. Abu-Moriefah. 2008. Salinity and nitrogen level affects germination, emergence and seedling growth of tomato. Intl. J. Veg. Sci. 14: 380-392.
5. Ben-Oliet, G., S. Kant, M. Naim, H. Rabinowich, G. R. Takeoka, R. G. Buttery and U. Kafkafi. 2004. Effects of ammonium to nitrate ratio and salinity on yield and fruit quality of large and small tomato fruit hybrids. J. Plant Nutr. 27: 1795-1812.
6. Chapagain, B. P. and Z. Wiesman. 2004. Effect of potassium magnesium chloride in the fertigation solution as partial source of potassium on growth, yield and quality of greenhouse tomato. Sci. Hort. 99: 279-288.
7. Clark, M. S., W. R. Horwath, C. Shennan, K. M. Scow, W. T. Lantini and H. Ferris.1999. Nitrogen, weeds and water as yield-limiting factors in conventional, low-input, and organic tomato systems. Agric. Ecosys. Environ. 73: 257-270.
8. De Pascale, S., A. Maggio, V. Fogliano, P. Ambrosino and A. Ritieni. 2001. Irrigation with saline water improves content and antioxidant activity of tomato. J. Hort. Sci. Biotech. 76: 447-453.
9. Estan, M. T., M. M. Martinez-Rodriguez, F. Perez-Alfocea, T. J. Flowers and M. C. Bolarin. 2005. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. J. Exp. Bot. 56: 703-712.
10. Fernandez-Garcia, N., V. Martinez, A. Cerda and M. Carvajal. 2002. Water and nutrient uptake of grafted tomato plant grown under saline conditions. J. Plant Physiol. 159: 899-905.
11. Grattan, S. R. and C. M. Grieve. 1999. Salinity-mineral relations in horticultural crops. Sci. Hort. 78: 127-157.
12. He, Y., Z. Zhu, J. Yang, X. Ni and B. Zho. 2009. Grafting increases the salt tolerance of tomato by improvement of photosynthesis and enhancement of antioxidant enzymes activity. Environ. Exp. Bot. 66: 270-278.
13. Hegde, D. M. 2006. Nutrient requirements of solanaceous vegetable crops. Solapor Maharashtra, India, 87 p.

14. Helyes, L., Z. Pek and A. Lugasi. 2006. Tomato fruit quality and content depend on stage of maturity. HortSci. 41: 1400-1401.
15. Hu, Y. and U. Schmidhalter. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. J. Plant Nutr. Soil Sci. 168: 541-549.
16. Kaur, C., B. George, N. Deepa, B. Singh and H. C. Kapoor. 2004. Antioxidant status of fresh and processed tomato: A review. J. Food Sci. Technol. 41: 479-486.
17. Khan, E. M., E. Kakava, A. Mavromatis, D. Chachalis and C. Goulas. 2006. Effect of grafting on growth and yield of tomato in greenhouse and open-field. J. Appl. Hort. 8: 3-7.
18. Lee, J. M. 1994. Cultivation of grafted vegetables. I. Current status of grafting methods and benefits. Hort. Sci. 20: 235-239.
19. Marsic, N. K. and J. Osvald. 2004. The influence of grafting on yield of two tomato cultivars grown in plastic house. Acta Agric. Slovenia 83: 243-249.
20. Martinez, V., A. Cerda and F. G. Fernandez. 1987. Salt tolerance of four tomato hybrids. Plant Soil 97: 233-242.
21. Martinez-Rodriguez, M. M., M. T. Estan, E. Moyano, J. O. Garcia-Abellan, F. B. Flores, J. F. Campos, M. J. Al-Azzawi, T. J. Flowers and M. C. Bolarin. 2008. The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an excluder genotype is used as scion. Environ. Exp. Bot. 63: 392-401.
22. Mizrahi, Y., E. Taleisnik, V. Kagan-Zur, Y. Zohar, R. Offenbach, E. Matan and R. A. Golan.1988. Saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reducing yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 202-205.
23. Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: Bringing them together. New Phytol. 167: 645-663.
24. Mutton, L. L., B. R. Cullis and A. B. Blakeney. 1981. The objective definition of eating quality in rockmelon (*Cucumis melo*). J. Sci. Food Agric. 32: 385-390.
25. Nagata, M. and I.Yamashita. 1992. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. J. Japanese Soc. Food Chem. 39: 925-928.
26. Passam, H. C., I. C. Karapanos, P. J. Bebeli and D. Savvas. 2007. A review of recent research on tomato nutrition, breeding and post-harvest technology to fruit quality. Eur. J. Plant Sci. Biotechnol. 1: 1-21.
27. Pitman, M. G. and A. Lauchli. 2004. Global Impact of Salinity and Agricultural Ecosystems. Kluwer Academic Publishers, New York, 552 p.
28. Qadir, M., A. S. Qureshi and S. A. M. Cheraghi. 2008. Extent and characterization of salt-affected soils in Iran and strategies for their amelioration and management. Land Degrad. Develop. 19: 214-228.
29. Rivero, R. M., J. M. Ruiz, E. Sanchez and L. Romero. 2003. Does grafting provide tomato plants an adventage against H_2O_2 production under conditions of thermal shock? Physiol. Plant. 117: 44-50.
30. Romano, D. and A. Paratore. 2001. Effects of grafting on tomato and eggplant. Acta Hort. 559: 149-153.
31. Romer, S., D. Fraser, J. W. Kiano, A. C. Shipton, N. Misawa, W. Shuch and P. M. Bramely. 2000. Elevation of the provitamin A content of transgenic tomato plants. Nature Biotechnol. 18: 666-669.
32. Sakamato, Y., S. Watanabe, T. Nakashima, and K. Okano. 1999. Effect of salinity at two ripening stages on the fruit quality of single-truss tomato in hydroponics. J. Hort. Sc. Biotech. 74: 690-693.
33. Santa-Cruz, A., M. M. Martinez-Rodriguez, F. Perez-Alfocea, R. Romero-Aranda and M. C. Bolarin. 2002. The rootstock effect on the tomato salinity response depends on the shoot genotype. Plant Sci. 162: 825-831.
34. SAS Institute. 2007. SAS Onlinedoc 9.1.3. SAS Inst., Cary, NC. Available at http://support. Accessed 19 June 2007.
35. Sato, S., S. Sakaguchi, H. Furukawa and H. Ikeda. 2006. Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on fruit characteristics of tomato. Sci. Hort. 109: 248-253.
36. Wang, W., B. Vinocur and A. Altman. 2003. Plant response to drought, salinity and extreme temperatures: Towards genetic engineering for stress tolerance. Planta 218: 1-14.