اثر شوری و نیتروژن بر توزیع عناصر غذایی، اسید سیتریک و ویتامین C در گوجه‌فرنگی

مریم زاهدی فر*، عبدالمجید رونقی، سید علی اکبر موسوی، و صدیقه صفرزاده شیرازی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۶/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۷/۲۸)

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر شوری و نیتروژن و هم‌چنین برهمکنش آنها بر عملکرد، غلظت ویتامین C و اسید سیتریک و توزیع عناصر غذایی در اندام‌های مختلف گوجه‌فرنگی در محیط آبکشت انجام شد. بذرهای گوجه‌فرنگی در گلدان‌های یونولیتی دارای کوکوپیت مرطوب جوانه زدند و سپس دانهال‌ها به تانک‌های پلاستیکی حاوی ۵ لیتر محلول غذایی منتقل شدند. تیمارها شامل سه سطح شوری (صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار به صورت NaCl و $CaCl_2$) و سه سطح نیتروژن (صفر، ۱/۵ و ۳ درصد به صورت NH_4Cl و $NH_4H_2PO_4$ به نسبت ۲:۱ وزنی) بودند. نتایج نشان داد که افزودن نیتروژن، وزن تر و خشک میوه را افزایش داد ولی شوری مقدار آنها را کم کرد. هم‌چنین شوری اثر معنی‌داری بر مقدار ویتامین C نداشت. شوری ۶۰ میلی‌مولار، مقدار اسید سیتریک را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد. نتایج نشان داد که توزیع عناصر غذایی در بخش‌های مختلف گیاه متفاوت بود. شوری جذب عناصر آهن و منگنز ریشه را افزایش داد ولی بر جذب سایر عناصر تأثیر معنی‌داری نداشت. افزایش غلظت نیتروژن در شرایط شور سبب کاهش تأثیر منفی شوری بر جذب عناصر کم مصرف شد.

واژه‌های کلیدی: اسید سیتریک، گوجه‌فرنگی، شوری، نیتروژن

مقدمه

گوجه‌فرنگی یکی از مهمترین سبزیجات گلخانه‌ای است که اخیراً پرورش آن به صورت آبکشتی مورد توجه قرار گرفته است و این به دلیل یک‌نواختی محصولات تولید شده و کنترل بهتر آنها می‌باشد. شوری از مشکلات مهم تأثیرگذار بر رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان به شمار می‌آید. شوری می‌تواند باعث کاهش قابلیت انبساط پذیری دیواره سلولی شود (۶). استفاده بیش از اندازه از انواع کودهای شیمیایی و هم‌چنین آبیاری با آب‌های شور، با افزایش تنش اسمزی سبب کاهش رشد و تغییر ترکیب شیمیایی گیاهان مختلف از جمله گوجه‌فرنگی می‌شود (۱۶).

از سوی دیگر، برخی محققان آثار مثبت سطوح کم شوری بر گیاه را گزارش کرده‌اند. نتایج آزمایشی نشان داد که گوجه‌فرنگی رشد کرده در محیط آبکشتی حاوی محلول غذایی شور شده با NaCl، به دلیل طعم و مزه مطلوب‌تر و خوشمزه‌تر و میوه سفت‌تر، بازارپسندی بهتری داشت (۱۶).

از طرف دیگر، نیتروژن یکی از عناصر غذایی پرمصرف گیاه بوده که مدیریت کوددهی آن اهمیت ویژه‌ای در تولید محصول به ویژه در شرایط شور دارد. تغذیه نیتروژن هم از لحاظ عملکرد و هم از جنبه کیفیت محصول مؤثر است. کوددهی

۱. به ترتیب دانش آموخته دکتری، استاد، استادیار و دانشجوی دکتری بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: maryamzahedifar2000@yahoo.com

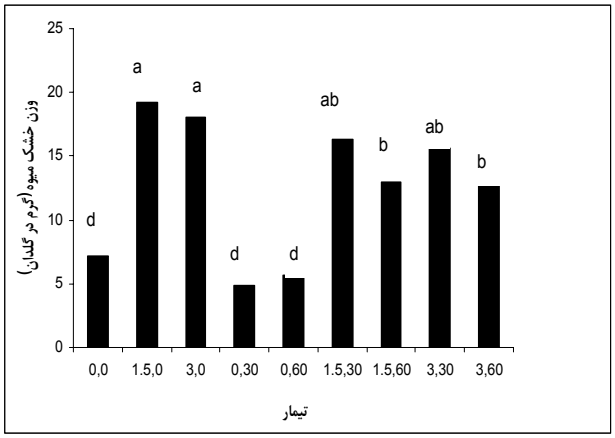
نیتروژن در تمام خاک‌ها ضروری است ولی اهمیت آن در خاک‌های شور بیشتر است (۷ و ۱۹). نتایج متضادی در باره نیاز غذایی گیاه به نیتروژن در شرایط شور در مقایسه با شرایط غیرشور وجود دارد (۱). استفاده از کود نیتروژن به عنوان روش مفیدی در کاهش دادن اثرات نامناسب شوری مورد توجه قرار گرفته است (۲۱). برهمکنش بین شوری و عناصر غذایی بر عملکرد گیاه پیچیده بوده و به عوامل مختلفی نظیر جنس و رقم گیاه، ترکیب و سطح شوری و غلظت سایر عناصر بستگی دارد (۱۶). در برخی موارد وزن خشک و تر میوه گیاهان در شرایط شور با افزودن نیتروژن در مقادیر بیشتر از آنچه در شرایط غیرشور لازم است، کاهش و در برخی موارد افزایش معنی‌داری نشان داده است (۱ و ۱۵).

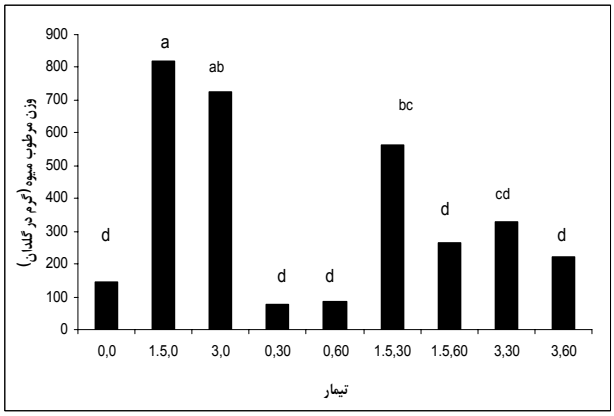
گوجه‌فرنگی گیاهی است که به دلیل داشتن ویتامین‌های مختلف به ویژه ویتامین C از اهمیت زیادی برخوردار است. غلظت اسیدها و ویتامین‌های مختلف در گوجه‌فرنگی می‌تواند تحت تأثیر عواملی مانند شوری و تغذیه نیتروژن قرار گیرد. یکی از موارد مهم در بحث تغذیه، جذب و توزیع عناصر غذایی در بخش‌های مختلف گیاه است که می‌تواند تحت تأثیر شوری قرار گیرد (۱). هم‌چنین مقدار اسید سیتریک میوه که از ویژگی‌های مهم مؤثر بر طعم و مزه میوه (۹) و از ویژگی‌های مهم در فراوری و تبدیل آن به رب گوجه‌فرنگی است (۱۱) و مقدار ویتامین C نیز که یکی از ویژگی‌های کیفی مهم در محصولات غذایی از جمله گوجه‌فرنگی است (۳) تحت تأثیر عواملی مانند شوری و نیتروژن قرار می‌گیرند و از آنجا که تحقیقی در این ارتباط موجود نبود لذا تحقیق حاضر به منظور مطالعه اثر شوری و تغذیه نیتروژن برتوزیع عناصرغذایی در اندام‌های مختلف، مقدار ویتامین C، و مقدار اسید سیتریک میوه گوجه‌فرنگی رشد یافته در شرایط آبکشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذر گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* var. Kalji) در اوایل تابستان ۱۳۸۶ در گلخانه بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (باجگاه) در ظرف‌های کوچک یونولیتی به قطر ۵ سانتی‌متر و عمق ۱۰ سانتی‌متر و محتوی کوکوپیت قرار داده شد و سپس در سوراخ‌هایی که روی درهای ظروف پلاستیکی ۵ لیتری تعبیه شده بود، قرار داده شد و تا عمق مشخصی در آب مقطر داخل ظروف فرو برده شد. بذرهای داخل کوکوپیت تا هنگام جوانه زنی، با آب مقطر مرطوب نگهداشته شدند. محلول غذایی داخل ظروف شامل محلول هوگلند (۱۵) با ترکیب KNO_3 ۶mM، KH_2PO_4 ۱ mM و $MgSO_4.7H_2O$، $Ca(NO_3)_2$ ۴ mM، H_3BO_3 ۲۵ µM، FeEDDHA ۲۰ µM، H_2MOO_4 ۰/۵ µM و $ZnSO_4$، $CuSO_4$ و $MnSO_4$ از ۲ µM بود. پنج هفته پس از استقرار کامل گیاهان در شرایط نسبتاً کنترل شده گلخانه، تیمارهای مورد استفاده هر کدام با سه تکرار و به صورت طرح کامل تصادفی شامل شوری از دو منبع NaCl و $CaCl_2$ (صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار) که افزودن آن به صورت تدریجی و در پنج نوبت به فاصله یک هفته از یکدیگر صورت گرفت و نیتروژن از دو منبع NH_4Cl و $NH_4H_2PO_4$ به نسبت ۲:۱ (صفر، ۱/۵ و ۳ درصد) اعمال شدند.

به منظور جلوگیری از تنش گیاهان، افزودن تیمار شوری طی پنج مرحله انجام شد. در تمام مراحل رشد، مقدار pH و EC محلول‌های غذایی اندازه‌گیری و کنترل شد و سطح محلول داخل ظروف با آب مقطر در ارتفاع ثابتی نگهداشته شد. پس از گذشت پنج ماه از زمان کاشت که میوه‌ها کاملاً رسیدند، بخش‌های مختلف گیاه شامل ریشه، شاخساره و میوه، جداگانه برداشت شد. بعد از این‌که نمونه‌های گیاهی دو بار با آب معمولی و سپس با آب مقطر شسته شدند، در دمای ۶۵ درجه سلسیوس در خشک‌کن تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. نمونه‌ها قبل و بعد از خشک شدن در خشک‌کن وزن شده و پس از آن با آسیاب برقی پودر و به منظور تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شدند. برای تجزیه شیمیایی، یک گرم از ماده خشک گیاهی در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد خاکستر و سپس در ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال حل شد. پس از عبور عصاره از کاغذ صافی مخصوص گیاه با آب مقطر به حجم





شکل ۱. اثر تیمارهای نیتروژن و شوری بر وزن تر و خشک میوه گوجه‌فرنگی.

جدول ۱. اثر سطوح شوری و نیتروژن بر مقدار اسید سیتریک (٪) در میوه گوجه‌فرنگی.

مقادیر نیتروژن (٪)	سطوح شوری (میلی‌مولار)			میانگین
	۰	۳۰	۶۰	
۰	۰/۶۰ *bc	۰/۵۷ bc	۰/۶۷ bc	۰/۶۱ B
۱/۵	۰/۵۵ c	۰/۷۲ bc	۰/۷۵ b	۰/۶۷ AB
۳	۰/۶۴ bc	۰/۶۹ bc	۰/۹۳ a	۰/۷۵ A
میانگین	۰/۵۹ B	۰/۶۶ B	۰/۷۸ A	

* اعدادی که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشند.

۵۰ میلی‌لیتر رسانده شده و غلظت آهن، منگنز، روی، و مس با دستگاه جذب اتمی (Shimadzu AA-670) تعیین شد. غلظت فسفر در بافت‌های گیاهی به روش آمونیوم مولیبدات وانادات (۱۰) و غلظت نیتروژن به روش دوال (۵) تعیین شدند. مقدار ویتامین C و اسید سیتریک آنها نیز به روش تینگ و راسف (۲۰) اندازه‌گیری شد. مقدار جذب هر یک از عناصر از حاصل ضرب وزن خشک در غلظت آن عنصر در بافت گیاهی مورد نظر به دست آمد. داده‌های آزمایش با استفاده از برنامه‌های آماری SPSS، EXCEL وMSTATC و با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن تحلیل شدند.

نتایج

شکل ۱ اثر تیمارهای اعمال شده بر وزن تر و خشک میوه را نشان می‌دهد. تیمارهای ۱/۵ و ۳ درصد نیتروژن در مقایسه با شاهد بیشترین وزن تر و خشک را نشان دادند که این اختلاف بین دو سطح نیتروژن معنی‌دار نبود. با کاربرد دو سطح شوری ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار (به ترتیب EC برابر ۱ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر) وزن تر و خشک میوه به صورت معنی‌داری کاهش یافت. در سطوح پایین شوری، با افزودن نیتروژن، وزن خشک و تر میوه بیشتر از کاربرد شوری به تنهایی بود، ولی در سطوح بالای شوری، افزودن نیتروژن تأثیر کمتری داشت.

جدول ۱ اثر کاربرد شوری و نیتروژن را بر مقدار اسید سیتریک میوه گوجه‌فرنگی نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد شوری مقدار اسید سیتریک را نسبت به شاهد افزایش داده است. البته این افزایش در تیمار ۳۰ میلی‌مولار کلرید سدیم معنی‌دار نبود ولی در تیمار ۶۰ میلی‌مولار معنی‌دار بود. افزودن

جدول ۲. اثر سطوح شوری و نیتروژن بر ویتامین C (mg/100ml) در میوه گوجه‌فرنگی

مقادیر نیتروژن (٪)	سطوح شوری (میلی‌مولار)			میانگین
	۰	۳۰	۶۰	
۰	۲۴/۸*a	۲۲/۲۵ab	۱۶/۶۹ab	۲۱/۲۵A
۱/۵	۲۲/۴۲ab	۲۱/۲۳ab	۲۳/۷۸a	۲۲/۴۸A
۳	۲۳/۹۵a	۲۰/۳۸ab	۲۲/۴۲ab	۲۲/۲۵A
میانگین	۲۳/۷۲A	۲۱/۲۹A	۲۰/۹۶A	

* اعدادی که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشند.

نیتروژن نیز مقدار اسید سیتریک میوه را افزایش داد که این افزایش در سطح ۳ درصد نیتروژن مصرفی معنی‌دار بود. کاربرد ۳ درصد نیتروژن به همراه شوری ۶۰ میلی‌مولار نیز مقدار اسید سیتریک میوه را به طور معنی‌داری به میزان ۵۵ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۱) به عبارتی بیشترین مقدار اسید سیتریک میوه (۰/۹۳٪) با کاربرد توأم ۳ درصد نیتروژن و ۶۰ میلی‌مولار شوری به دست آمد (جدول ۱).

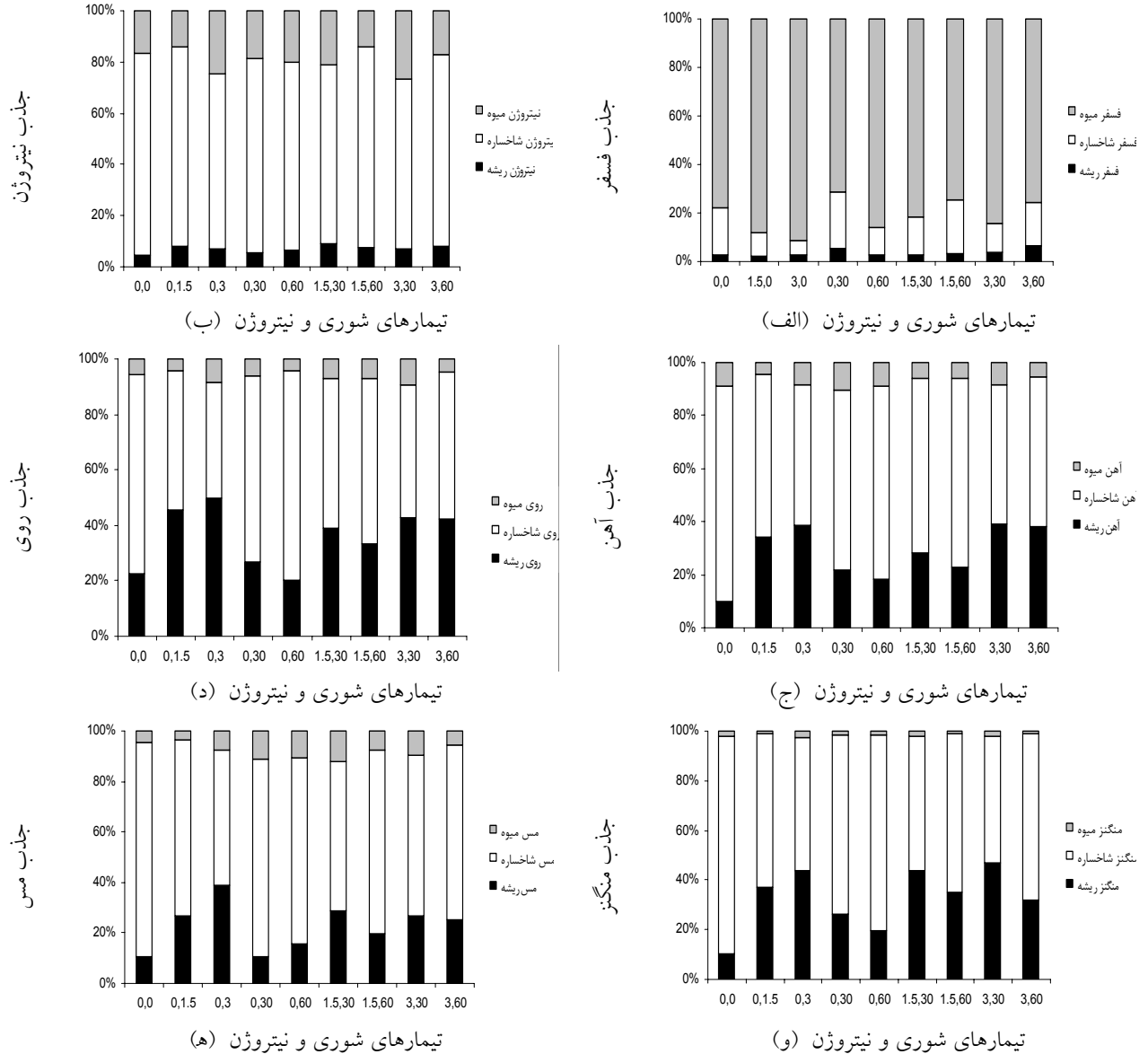
جدول ۲ اثر متقابل شوری و نیتروژن بر مقدار ویتامین C میوه گوجه‌فرنگی را نشان می‌دهد. همچنان که در جدول مشاهده می‌شود شوری و تغذیه نیتروژن اثر معنی‌داری بر مقدار ویتامین C میوه نداشت. اثر متقابل شوری و نیتروژن نیز بر مقدار ویتامین C میوه معنی‌دار نبود.

شکل ۲ (الف- ه) نحوه توزیع و جذب عناصر غذایی را در ریشه، شاخساره و میوه گوجه‌فرنگی نشان می‌دهد. توزیع عناصر روند متفاوتی داشتند. درصد جذب عناصر کم مصرف (روی، آهن، مس و منگنز) در میوه کمتر از شاخساره بود (شکل ۲ (ج)- (ه)) ولی فسفر عمدتاً در میوه تجمع یافته است (شکل ۲ (الف)). درصد جذب نیتروژن نیز مانند فسفر، نسبت به عناصر کم تحرک، در میوه بیشتر است. البته این مقدار کمتر از فسفر بود (شکل ۲ (الف) – (ه)). نتایج نشان داد که توزیع عناصر غذایی در بخش‌های مختلف گیاه متفاوت بود. شوری ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار به ترتیب جذب آهن ریشه را ۱۲ و ۱۰ درصد و جذب منگنز ریشه را ۱۵ و ۱۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد ولی بر جذب نیتروژن، فسفر، روی، و مس اثر چندانی نداشت. کاربرد شوری همراه با نیتروژن در مقایسه با کاربرد شوری به تنهایی سبب افزایش جذب عناصر مورد مطالعه در ریشه گردید. اثر ضدیتی بین فسفر و روی به طور مشخص در نتایج مشاهده گردید. به نحوی که جذب فسفر در ریشه کمترین و در میوه بیشترین بود، در حالی که جذب روی در ریشه زیاد و در میوه کم بود.

بحث

همان‌گونه که در نتایج بیان شد، تیمار نیتروژن، وزن خشک و تر میوه‌ها را افزایش داد و شوری آنها را کاهش داد. در آزمایشی اندازه میوه گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری کاهش پیدا کرد که دلیل آن جلوگیری از جذب آب توسط ریشه و بنابراین کاهش انتقال آب به سمت میوه ذکر شد (۱۷). الحربی و همکاران (۳) بیان کردند که برهمکنش شوری و نیتروژن اثر معنی‌داری بر وزن خشک و تر میوه و تعداد برگ‌ها داشته و افزودن نیتروژن، اثرات منفی شوری را کاهش داده است. نتایج تحقیق دیگری نشان داد که تعداد و وزن تر میوه گوجه‌فرنگی در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت، در حالی که این نتیجه در مورد شوری ۳ یا ۸ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد (۲).

نتایج نشان داد که افزودن شوری و نیتروژن، مقدار اسید سیتریک را افزایش داد. نتایج برخی تحقیقات نشان داده که



شکل ۲. توزیع عناصر فسفر، نیتروژن، آهن، روی، منگنز و مس در ریشه، شاخساره و میوه گوجه‌فرنگی تحت تأثیر سطوح شوری و نیتروژن.

کاربرد نمک کلرید سدیم به محلول غذایی، مقدار اسید سیتریک گوجه‌فرنگی را افزایش می‌دهد (۱۸). در آزمایش دیگری مشخص گردید که میوه‌های تحت تأثیر شوری نسبت به سایر میوه‌ها که شوری دریافت نکرده بودند، اسید سیتریک بیشتری داشتند (۱۲). ساتو و همکاران (۱۸) گزارش کردند که با افزایش شوری محیط رشد گوجه‌فرنگی مقدار برخی از اسیدهای آلی منجمله اسید سیتریک به دلیل فعالیت فیزیولوژیک تنظیم اسمزی افزایش می‌یابد. این محققین هم‌چنین بیان کردند که کاهش انتقال آب ناشی از شوری محیط رشد گیاه سبب واکنش فیزیولوژیک گیاه در ساخت اسیدهای آلی از اگزالواستات‌ها طی چرخه اسید سیتریک می‌شود که منجر به افزایش برخی از اسیدهای آلی منجمله اسید سیتریک می‌گردد.

جذب و توزیع عناصر در اندام‌های مختلف گیاه متفاوت بود که می‌تواند ناشی از تفاوت در میزان نیاز هر اندام به این

عناصر باشد. به عنوان نمونه تجمع بیشتر نیتروژن در شاخساره (بخش رویشی گیاه) و تجمع بیشتر فسفر در میوه (بخش زایشی گیاه) حاکی از نیاز بیشتر اندام‌های رویشی به نیتروژن در مقایسه با فسفر و نیاز بیشتر اندام‌های زایشی به فسفر در مقایسه با نیتروژن است. بین عناصر مورد مطالعه نیز از نظر نحوه توزیع در اندام‌های مختلف گیاه تفاوت‌های قابل توجهی مشاهده گردید که می‌تواند ناشی از تفاوت در میزان تحرک این عناصر بین اندام‌های مختلف گیاه و هم‌چنین ناشی از اثرات بازدارندگی و یا تقویت کنندگی یک یا چند عنصر بر جذب سایر عناصر از محیط رشد و یا جابجایی آنها بین اندام‌های مختلف گیاه باشد. از آنجا که عناصر کم مصرف (روی، آهن، مس و منگنز) در گیاه تحرک کمی دارند، درصد جذبشان در میوه کمتر از شاخساره بود (شکل ۲ (ج)- (ه)). ولی فسفر که یک عنصر متحرک است عمدتاً در میوه تجمع یافته است (شکل ۲ (الف)). نیتروژن نیز مانند فسفر در گیاه متحرک است و نسبت به عناصر کم تحرک، درصد جذب آن در میوه بیشتر است، البته این مقدار کمتر از فسفر بود (شکل ۲ (الف) - (ه)).

نتایج نشان داد که شوری اثرات متفاوتی بر جذب و توزیع عناصر غذایی گذاشت. برخی محققین نشان دادند که بین غلظت روی و منگنز در برگ‌ها و ساقه‌ها در ذرت و جو هم‌بستگی مثبتی وجود دارد (۸). آنها نشان دادند که شوری، غلظت آهن و مس را در برگ ذرت، افزایش ولی در جو کاهش داد. نتایج تحقیق دیگری نشان داد که غلظت عناصر کم مصرف در اندام هوایی گیاه با افزودن شوری افزایش می‌یابد. البته در غلظت‌های بالای شوری، غلظت آهن و روی در ریشه افزایش و غلظت منگنز کاهش می‌یابد (۱۳). یالینگ و همکاران (۲۲) گزارش کردند که با افزایش شوری محلول غذایی جذب عناصر پرمصرف و کم مصرف در ریشه گوجه‌فرنگی به طور معنی‌داری افزایش یافت. میزان جذب آهن و منگنز ریشه در تحقیق حاضر نیز در اثر کاربرد شوری افزایش یافت که ممکن است به دلیل به‌کارگیری این عناصر در تنظیم اسمزی گیاه در پاسخ به شوری باشد. کاربرد توأم نیتروژن و شوری میزان جذب تمامی عناصر مورد مطالعه را در ریشه در مقایسه با کاربرد شوری به تنهایی افزایش داد که می‌تواند به دلیل شوری حاصل از افزودن نیتروژن به محیط رشد و در نتیجه نیاز به عناصر بیشتر برای تنظیم اسمزی باشد.

سپاسگزاری

از مسئولین محترم بخش علوم خاک و دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به خاطر فراهم نمودن تسهیلات لازم جهت انجام این پژوهش، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. خوشگفتارمنش، ا. م. و ح. سیادت. ۱۳۸۲. تغذیه معدنی سبزیجات و محصولا باغی در شرایط شور. انتشارات معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی، ۸۶ ص.

2. 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: 201-207.
3. 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. International J. of Vegetable Sci. 14(4): 380-392.
4. Al- Mughrabi, M. A. 1994. A comparison between postharvest tomato quality of mature-green and red-ripe stages produced in hydroponic. J. King Saud Univ. 6: 273- 279.
5. Bremner, J. M. 1996. Nitrogen-total. PP. 1085-1122. *In:* D. L. Sparks et al. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part III, 3rd Ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI.
6. Bressan, R. A., D. E. Nelson, N. M. Iraki, P. C. Larosa, N. K. Singh, P. M. Hasegawa and N. C. Carpita. 1990. Reduced cell expansion and changes in cell walls of plant cells adapted to NaCl. PP. 137-171. *In:* F. Katterman (ED.), Environmental Injury to Plants, Academic Press, New York.
7. Flores, P., M. Carvajal, A. Cerda and V. Martinez. 2001. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato

plant development, nutrition and metabolites. J. Plant Nutr. 24: 1561-1573.
8. Hassan, N. K. A., J. V. Drew, D. Knudsen and R. A. Olsen. 1970. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barely and corn. Agron. J. 62: 43-45.
9. Kadar, A. A. 1986. Effect of postharvest handling procedures on tomato quality. Acta Hort. 190: 208- 221.
10. Kuo, S. 1996. Phosphorus. PP. 869-920. *In*: D. L. Sparks et al. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part III, 3rd Ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI.
11. Lehkozivova, J., J. Karovicova and Z. Kohajdova. 2009. The quality and authenticity markers of tomato ketchup. Acta Chimica Slovaca 2: 88- 96.
12. Maggio, A., S. De Pascal., G. Angelino, C. Ruggiero and G. Barbieri. 2004. Physiological response of tomato to saline irrigation in long-term salinized soils. Europ. J. Agron. 21: 149-159.
13. Mass, E. V., G. Ogata and M. J. Garber. 1972. Influence of salinity on Fe, Mn, and Zn uptake by plants. Agron. J. 64: 793-795.
14. Munns, R. and A. Termaat. 1986. Whole-plant responses to salinity. Aust. J. Plant Physiol. 13: 143-160.
15. Navarro, J. M., V. Martinez and M. Carvajal. 2000. Ammonium, bicarbonate and calcium effects on tomato plants grown under saline conditions. Plant Sci. 157: 89-96.
16. Petersen, K. K., J. Willumsen and K. Kaach. 1998. Composition and taste of tomato as affected by increased salinity and different salinity sources. J. Hort. Sci. Biotechnol. 73: 205-215.
17. Sakamoto, y., S. Watanabe, T. Nakashima and K. Okano. 1999. Effects of salinity at two ripening stages on the fruit quality of single-truss tomato grown in hydroponics. J. Hort. Sci. Biotechnol. 74: 690-693.
18. Sato, S., S. Sakagochi, H. Furucawa and H. Ikeda. 2006. Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on fruit characteristics of tomato (*Lycopersion esculentum* Mill). Scientia Hort. 109: 248-253.
19. Shen, D., Q. Shen, Y. Liang and Y. Liu. 1994. Effect of nitrogen on the growth and photosynthetic activity of salt - stressed barley. J. Plant Nutr. 17: 787-799.
20. Ting, S. U. and L. Russeff. 1981. Citrus fruit and their products analysis technology. Marcel Dekker, Inc. New York, pp. 124-125.
21. Veen, B. W. and A. Kleinendorst. 1985. Nitrate accumulation and osmotic regulation in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam). J. Exp. Bot. 36: 211-218.
22. Ya Ling, L., C. Stanghellini and H. Challa. 2001. Effect of electrical conductivity and transpiration on production of greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Scientia Hort. 88: 11- 29.