نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۱۸۴-۱۷۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 27, No. 2, Summer 2013, P. 178-184
ISSN: 2008 - 4730

تاثیر شوری غیر یکنواخت در بخشی از ریشه بر شدت فتوسنتز و غلظت عناصر غذایی گیاه توت‌فرنگی رقم کاماروزا

مهری یوسفی[1*]- سید جلال طباطبایی[2]- جعفر حاجیلو[3]- ناصر مهنا[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۱۷

چکیده

تنش شوری با تغییر در الگوی جذب آب و عناصر غذایی کمیت و کیفیت محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این آزمایش ریشه‌های گیاه توت‌فرنگی به دو قسمت تقسیم شدند و غلظت‌های مختلف شوری کلرید سدیم به هر طرف ریشه اعمال گردید. تیمارهای آزمایشی شامل NaCl در غلظت‌های ۰:۰ (در دو بخش ریشه محلول غذایی بدون تیمار شوری)، ۰:۳۰ (در یک بخش ریشه محلول غذایی بدون تیمار شوری و در بخش دیگر محلول غذایی به اضافه ۳۰ میلی‌مولار NaCl) و به همین ترتیب ۰:۶۰، ۰:۹۰، ۳۰:۳۰، ۶۰:۶۰ و ۹۰:۹۰ بودند. آزمایش بر روی توت‌فرنگی رقم کاماروزا، در شرایط هایدروپونیک انجام شد. بعد از اعمال تیمار و در مرحله گلدهی شدت فتوسنتز و کلروفیل گیاه اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش نیز، کل گیاهان از بستر خارج شده و خصوصیات بیوشیمیایی آنها شامل غلظت عناصر غذایی و پرولین اندازه‌گیری گردید. شوری یکنواخت فتوسنتز را بشدت کاهش داد ولی در تیمارهای ۳۰:۰ و ۶۰:۰ مقدار آن نسبت به ۳۰:۳۰ و ۶۰:۶۰ بیشتر بود. غلظت پرولین در تیمار شاهد کمترین و در تیمارهای ۳۰:۰ و ۳۰:۳۰ بیشترین بود. غلظت کلسیم میوه، نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ با افزایش شوری به شدت کاهش یافت و در شوری‌های غیر یکنواخت مقدار آن افزایش یافت. بیشترین مقدار کلر و سدیم در تیمارهای ۶۰:۶۰ و ۹۰:۹۰ دیده شد. غلظت کلر و سدیم با اعمال شوری غیر یکنواخت بطور معنی‌داری کاهش یافت بطوریکه در تیمار ۳۰:۰ غلظت سدیم نسبت به تیمار ۳۰:۳۰ حدود ۲۰٪ کاهش نشان داد. بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان اعمال شوری ۳۰ میلی مولار در بخشی از ریشه را برای کشت توت‌فرنگی در شرایط شوری، پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: توت‌فرنگی، شوری، سیستم ریشه‌ای منقسم، فتوسنتز، پرولین

مقدمه

توت فرنگی یکی از محصولات مهم تجاری می‌باشد که افزایش عملکرد و کیفیت آن از جنبه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته‌است و با در نظر گرفتن کمبود منابع آب شیرین استفاده از آب شور برای پرورش محصولات باغی از لحاظ اقتصادی دارای ارزش و اهمیت اساسی می‌باشد. توت‌فرنگی گیاهی حساس به شوری است و یکی از راههای استفاده از آب‌های شور در پرورش توت‌فرنگی استفاده از سیستم پرورشی با ریشه‌های منقسم[2] و به عبارتی دیگر اعمال شوری در بخشی از سیستم ریشه‌ای است. تحقیقات زیادی در رابطه با شوری بالا و یکنواخت در محیط ریشه انجام شده است. به منظور بررسی اثرات توزیع غیر یکنواخت شوری در خاک و یا در سیستم هایدروپونیک از سیستم ریشه‌ای منقسم استفاده می‌شود (۲۷). تکنیک ریشه‌ای منقسم به منظور چگونگی تأمین عناصر غذایی مورد نیاز توسط ریشه، مورد آزمایش قرار گرفته است(۱۶). هر بخشی از یک سیستم ریشه‌ای یک توانایی برای تغذیه شاخساره با آب، مواد غذایی، جذب آسیمیلاتها و مواد رشدی دارد (۲۸). پاپادوپلوس و همکاران (۲۱) نتیجه گرفتند که در شرایط ریشه منقسم بیشترین مقدار آب از بخش EC پایین جذب شده و کاهش جذب آب از بخش EC بالا با افزایش جذب آب از بخش EC پایین جبران می‌شود. در آزمایش انجام شده بر روی خیار با سیستم ریشه‌ای منقسم جذب آب از بخش ریشه با کمترین EC بهبود یافت (۲۶). آزمایشات انجام شده در گوجه‌فرنگی نشان داد که در یک گیاه با سیستم ریشه منقسم، جذب آب ترجیحاً از بخش EC پایین و انتقال عناصر غذایی از بخش EC

۱- مربی دانشگاه پیام نور، واحد کلیبر
(*- نویسنده مسئول: Email: pnumehr_yoosefi@yahoo.com)
۲ و ۳- به ترتیب استاد و استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
1- Split root

Archive of SID
www.SID.ir

بالا صورت می‌گیرد (۲۵). در گیاهان انگور رشد شاخساره‌ها و عملکرد محصول در غلظتهای زیر ۱۰۰mM شوری، به طور معنی‌داری حتی وقتی که یک بخش سیستم ریشه‌ای در معرض آب شور قرار گرفت، کاهش یافت (۲۴). تورهان و اریس (۳۱) نشان دادند که کاربرد شوری NaCl با غلظت‌های مختلف (۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به مدت ۱۰ هفته ویژگیهای مورفولوژیکی و ترکیب یونی توت‌فرنگی رقم کاماروزا را تحت تاثیر قرار می‌دهد. رابطه مثبت بین افزایش غلظت سدیم برگها و انباشت پرولین در برگهای گوجه‌فرنگی یافت شد (۴). EC بالا در منطقه ریشه‌ای، آب قابل دسترس و جذب آن را کاهش داد و بدین ترتیب انتقال آب و عناصر غذایی همراه آب را در آوند چوبی کاهش داد (۱۹). EC بالای ناشی از Na مقدار K, Ca, Mg و NO_3 برگ را کاهش می‌دهد (۱ و ۷). اما افزایش EC محلول غذایی، Ca میوه را کاهش داده و پتاسیم میوه را افزایش می‌دهد (۹). با توجه به تاثیر شوری در میزان جذب آب و عناصر غذایی مخصوصا کلسیم که در شرایط شور جذب آن کاهش می‌یابد این روش با تعدیل اثرات شوری علاوه بر افزایش کمیت با بهبود کیفیت توت فرنگی همراه شد. اهداف این تحقیق عبارت هستند: ۱) امکان استفاده از آبهای شور برای تولید اقتصادی محصول توت‌فرنگی با توجه به کمبود منابع آب شیرین، ۲) چگونگی جذب عناصر غذایی توسط ریشه توت‌فرنگی در شرایط سیستم ریشه‌ای منقسم، ۳) تاثیر آبهای شور بر روی جذب عناصر غذایی به خصوص کلسیم.

مواد و روش‌ها

آزمایش در گلخانه تحقیقاتی هایدروپونیک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال ۱۳۸۶ انجام گرفت. نشاهای توت فرنگی رقم کاماروزا از یک شرکت معتبر تهیه شدند و به گلخانه در محیط هایدروپونیک، مناسب برای سیستم ریشه‌ای منقسم در بستر کشت مخلوطی از پرلایت و ورمی‌کولایت انتقال یافتند. ته هر گلدان نشاء از دو قسمت برش داده شد و ریشه‌های هر نشاء بصورت منقسم در دو بستر کشت برای هر نشاء قرار گرفت. سیستم تغذیه‌ای بصورت کاملا اتوماتیک و بر پایه محلول غذایی هوگلند به پای هر گیاه داده می‌شد. آزمایش شامل هفت تیمار و سه تکرار (چهار گیاه در هر تکرار) و چهار سطح کلریدسدیم (NaCl) در سطوح ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی‌مولار و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام گرفت که تیمارهای مورد نظر شامل NaCl در غلظت‌های ۰:۰ (در دو بخش ریشه محلول غذایی بدون تیمار شوری)، ۰:۳۰ (در یک بخش ریشه محلول غذایی بدون تیمار شوری و در بخش دیگر محلول غذایی به اضافه ۳۰ میلی‌مولار NaCl) و به همین ترتیب ۰:۶۰، ۰:۹۰، ۳۰:۳۰، ۶۰:۶۰ و ۹۰:۹۰ بودند. pH محلول‌ها در محدوده ۶/۵ تنظیم شد. شدت فتوسنتز در مرحله گلدهی با استفاده از دستگاه فتوسنتزمتر[1] بین ساعت ۹ الی ۱۴ و با غلظت CO_2 در حدود ۵۰۰ ppm اندازه‌گیری شد، تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR)[2] اعمال شده بر روی برگها در زمان اندازه‌گیری، ۴۵ وات بر متر در ثانیه بود، برای اندازه‌گیری فتوسنتز از برگهای جوان کاملاً توسعه یافته استفاده شد.

در این آزمایش با توجه به تنش شوری، انباشت پرولین با استفاده از روش رنگ سنجی (۶) اندازه گیری شد. بدین منظور ۰/۵ گرم بافت تازه برگی برداشت و با اسید سولفوسالیسیک و اسید استیک مخلوط گردید. پس از افزودن محلول نین هیدرین، نمونه‌ها در حمام آب گرم قرار گرفت. در انتها جذب نور توسط دستگاه جذب اتمی اسپکتروفتومتر مدل (Moticm Cl-45240-00, China) در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید.

برای تعیین کلسیم میوه، نمونه‌های خشک و آسیاب شده میوه با اسید نیتریک هضم گردیده، سپس با استفاده از عصاره حاصل از هضم، کلسیم میوه توسط دستگاه جذب اتمی اسپکتروفتومتر مدل (Moticm Cl-45240-00, China) در طول موج ۴۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. نیتروژن موجود در برگ‌ها با استفاده از روش کجلدال اندازه‌گیری شد (۱). نمونه‌های خشک و آسیاب شده پس از مراحل هضم در دمای ۴۵۰ درجه‌سانتیگراد در دستگاه تقطیر با استفاده از NaOH و اسید بوریک و معرفهای رنگی تیتره گردیده و مقدار نیتروژن محاسبه شد. برای اندازه گیری فسفر نیز نمونه‌های خشک گیاهی با اسید نیتریک مخلوط و به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد در اجاق هضم شد و محتوای آن با استفاده از دستگاه جذب اتمی اسپکتروفتومتر مدل (Moticm Cl-45240-00, China) در طول موج ۴۳۰ نانومتر تعیین شد (۱۸). برای اندازه‌گیری پتاسیم وسدیم نیز هضم نمونه‌ها مشابه فسفر انجام گرفته و با استفاده از روش نشر شعله ای، عصاره گیاه توسط شعله پروپان و هوا به صورت بخار درمی‌آید. در اثر حرارت ترکیبات پتاسیم و سدیم به صورت اتم در آمده و برانگیخته می‌شوند. پس از تحریک اتمها، تشعشعات نوری ایجاد شده اندازه‌گیری می‌شوند. کلر موجود در برگها نیز بر اساس روش ماف (۱۸) با روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا ماده خشک گیاهی با نیترات نقره و اسید نیتریک و پرمنگنات پتاسیم مخلوط و سپس آن را رقیق کرده و استون همراه با محلول فریک آهن به آن افزوده شد و در انتها با محلول تیوسیانات پتاسیم تیتر گردید.

1- HCM-100, Walls, Mess-undergeltechnik, Germany
2- Photosynthesis Active Radiation

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمارها اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر شدت فتوسنتز گیاهان داشتند. بیشترین میزان فتوسنتز خالص در تیمار شاهد مشاهده شد که با میزان فتوسنتز خالص در تیمارهای ۰:۳۰، ۰:۶۰ و ۰:۹۰ (شوری غیر یکنواخت در بخشی از ریشه) تفاوت معنی‌داری نداشت. با افزایش شوری از میزان فتوسنتز گیاهان کاهش یافت (جدول ۱). این یافته توسط محققین دیگر نیز تایید شده است (۱، ۱۳ و ۱۴). کاهش در میزان فتوسنتز در نتیجه تنش شوری به علت سمیت یونی می‌باشد که باعث دهیدراته شدن غشاهای سلولی که نفوذپذیری آنها را به CO_2 کاهش داده است، بسته شدن روزنه‌های آبی نیز باعث کاهش غلظت CO_2 می‌گردد. تغییر فعالیت آنزیمهای دخیل در فتوسنتز به علت تغییر در ساختمان سیتوپلاسمی که در اثر تنش بروز می‌کند نیز باعث افت فتوسنتز می‌گردد. تنش اسمزی ناشی از شوری بطور معکوس بر انتقال الکترون در فتوسنتز اثر می‌گذارد. افزایش پتانسیل اسمزی در شرایط شوری بالا باعث انتقال Na^+ به درون سیتوزول می‌شود و انتقال الکترون فتوسنتزی و تنفسی را غیر فعال می‌کند. جذب نمک زیاد با جذب سایر عناصر غذایی بویژه 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 (۲۲۱).

جدول ۱- تاثیر سطوح شوری در شرایط ریشه منقسم بر شاخص کلروفیل و فتوسنتز خالص

تیمار NaCl (mM)	فتوسنتز خالص ($molCO_2\ m^{-2}s^{-1}$)	شاخص کلروفیل (µg/mg)
۰:۰	۱۴/۱۰۱۱ a	۴۳/۱۲
۰:۳۰	۱۰/۲۸۶۷ ab	۴۲/۴۵۳
۰:۶۰	۱۰/۰۲۵۶ ab	۴۳/۷۶۷
۰:۹۰	۱۰/۸۳۶۷ ab	۴۳/۸۳۷
۳۰:۳۰	۹/۵۵۲۲ bc	۴۲/۵۱
۶۰:۶۰	۷/۴۳۷۸ bc	۴۳/۶۸۳
۹۰:۹۰	۶/۸۳۳۳ c	۴۲/۶
معنی داری	**	Ns

ns اختلاف غیر معنی‌دار ** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪

تان و همکاران (۳۰) نشان دادند وقتی‌که بخش قابل توجهی از سیستم ریشه‌ای (۷۵٪) در معرض تنش رطوبتی بود، کاهش اندکی در سرعت تعرق (۲۰٪) مشاهده شد و مشاهده نمودند وقتیکه ۲۵٪ ریشه‌ها در معرض خشکی قرار گرفت، هیچ کاهشی در تعرق، فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای صورت نگرفت. آندریو و نیومن (۳) گزارش کردند که جابجایی ۶۰٪ ریشه‌ها، از ریشه‌های پر تراکم دانهال گندم تعرق را نسبت به گیاهان هرس نشده کاهش نداد. آستون و همکاران (۴) دریافتند که بخش کوچکی از سیستم ریشه‌ای در سویا و ذرت مسئول جذب آب حتی در سفره آب کم عمق می‌باشد.

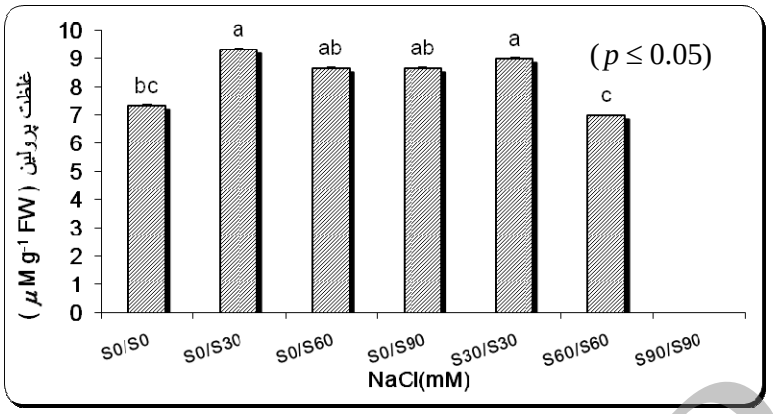
بر طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داده شد که اعمال شوری NaCl در بخشی از ریشه‌ها بر میزان کلروفیل برگها تأثیر معنی‌داری نداشت. کایا (۱۴) گزارش داد که شوری باعث کاهش میزان کلروفیل در گیاهان توت‌فرنگی گردید. یونیس و همکاران (۱۹۹۳) افزایش غلظت کلروفیل را در اثر شوری در لوبیا گزارش نمودند.

نتایج حاصل از تجزیه داده‌ها نشان داد تاثیر NaCl در بخشی از سیستم ریشه‌ای بر غلظت پرولین بافتهای برگی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. بیشترین غلظت پرولین در تیمار ۰:۳۰ و ۳۰:۳۰ و کمترین غلظت پرولین در شاهد مشاهده شد. گیاهان با شوری ۹۰:۹۰ (شوری ۹۰ میلی‌مولار در دو بخش ریشه) از بین رفتند و به مرحله اندازه‌گیری پرولین نرسیدند، زیرا شدت صدمات وارده علاوه بر افزایش غلظت شوری، با افزایش مدت زمان شوری نیز افزایش یافت. چون توت‌فرنگی حساس به شوری است. به نظر می‌رسد گیاهانی با شوری ۶۰:۶۰ (شوری ۶۰ میلی‌مولار در دو بخش ریشه) به دلیل عدم توانایی در تجمع پرولین ناشی از صدمات شوری، بر طبق نتایج این آزمایش کمترین غلظت پرولین را داشتند (شکل ۱).

تجمع پرولین یک پاسخ فیزیولوژیکی به شرایط تنش بوده و از دو جنبه قابل بررسی است. اول اینکه در شرایط تنش شوری، یون Na^+ در مقادیر بالا در سیتوزول جمع شده، ایجاد سمیت می‌کند و باید به واکوئل‌ها منتقل شود. بنابراین مواد آلی با وزن مولکولی کم، که با عنوان محلول‌های سازگار نامیده می‌شوند، برای حفظ تعادل پتانسیل آب، درون سیتوپلاسم تجمع می‌یابند. پرولین یکی از مهمترین محلول‌های سازگار بوده و در تعدیل پتانسیل اسمزی بسیار موثر است (۱۵). از طرف دیگر سمیت نمک، با تحریک فعالیت آنزیم گلوتامین کیناز که اولین آنزیم مسیر بیوسنتز پرولین است، تجمع پرولین را افزایش می‌دهد (۲ و ۸). افزایش محتوای پلی‌آمین‌های آزاد و انباشت پرولین تا حدی یک مکانیسم تعادلی و پایداری می‌باشد که از نوسان pH سلولی جلوگیری می‌نماید که این موضوع توسط هار و کرس (۱۲) پیشنهاد شد. عزیز و همکاران (۵) گزارش نمودند که در گوجه‌فرنگی با افزایش تنش شوری کلریدسدیم، میزان پرولین برگها نیز افزایش یافت، غلظت پرولین در راستای افزایش غلظت NaCl از ۵۰ به ۲۵۰ میلی‌مولار افزایش یافت، اما با افزایش غلظت NaCl به ۳۰۰ میلی‌مولار یک تأثیر بازدارندگی در افزایش انباشت پرولین مشاهده شد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- تاثیر سطوح شوری در شرایط ریشه منقسم بر میزان پرولین آزاد در برگ توت‌فرنگی

S0: NaCl صفر میلی مولار، S30: NaCl ۳۰ میلی مولار، S60: NaCl ۶۰ میلی مولار، S90: NaCl ۹۰ میلی مولار

حروف غیر مشترک در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد.

نتایج نشان داد که تاثیر کلریدسدیم در بخشی از سیستم ریشه‌ای بر غلظت کلسیم میوه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بوده است (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین غلظت کلسیم با اعمال شوری ۳۰ میلی‌مولار در بخشی از ریشه و کمترین محتوای کلسیم در تیمار شوری ۹۰ میلی‌مولار در هر دو بخش ریشه بود و بین تیمار بدون اعمال شوری با اعمال شوری ۳۰ و ۶۰ و ۹۰ میلی‌مولار در هر دو بخش ریشه اختلاف معنی‌داری حاصل نشد. غلظت Ca میوه‌ها با افزایش شوری کاهش یافت. لینچ ولاچلی (۱۷) گزارش دادند که غلظت بالای سدیم در بستر رشد مانع جذب و انتقال کلسیم می‌شود و کمبود کلسیم در رشد گیاهان در بستری با غلظت پایین کلسیم یا افزایش نسبت Na/Ca تشدید می‌شود که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. تورهان و اریس (۳۱) گزارش دادند با افزایش شوری NaCl، غلظت کلسیم در بخش‌های هوایی توت‌فرنگی کاهش می‌یابد. تحقیقات سانولد و وگت (۲۵) ؛ طباطبایی و همکاران (۲۸) نشان داد که با اعمال EC متفاوت در سیستم ریشه‌ای منقسم، کمترین میزان کلسیم در میوه گوجه‌فرنگی با اعمال EC بالا در هر دو بخش ریشه گیاه مشاهده شد و اعمال EC پایین در یک بخش ریشه، اثرات سوء و نامطلوب EC بالا روی غلظت کلسیم میوه را کاهش داد.

شوری در بخشی از ریشه، برطبق جدول تجزیه داده‌ها بر روی غلظت نیتروژن برگ تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ داشت (جدول ۲). بین تیمار شاهد و اعمال شوری در بخشی از ریشه تفاوت معنی داری مشاهده نشد و با افزایش شوری در دو بخش ریشه غلظت نیتروژن کاهش یافت. نتایج بدست آمده در این آزمایش مطابق با یافته‌های سانولد و وگت (۲۵) و سانولد وکرج (۲۶) در اعمال شوری در بخشی از سیستم ریشه‌ای بود که با اعمال شوریهای مختلف در سیستم ریشه‌ای منقسم تفاوت معنی‌داری بین تیمارها و شاهد حاصل نشد.

جدول ۲- غلظت کلسیم میوه، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلر برگ در توت‌فرنگی

تیمار NaCl (mM)	کلسیم میوه $mgg^{-1}Dwt$	نیتروژن برگ $mgg^{-1}Dwt$	فسفر برگ $mgg^{-1}Dwt$	پتاسیم برگ $mgg^{-1}Dwt$	کلر برگ $mgg^{-1}Dwt$
۰:۰	۱۵/۴۸ a	۱۵/۲۶ a	۷/۵۱۸ a	۳۸/۰۶۷ a	۳۰ c
۰:۳۰	۱۶/۰۰ a	۱۶/۰۳ a	۷/۵۸۴ a	۳۷/۰۶۷ a	۳۳/۳ c
۰:۶۰	۷/۳۳ ab	۱۵/۴۳ a	۷/۴۳۰ a	۳۵/۷۳۳ ab	۲۶/۶۷ c
۰:۹۰	۸/۰۸ ab	۹/۵۷ ab	۷/۰۰ ab	۳۵/۲۰۰ ab	۲۸/۶۷ c
۳۰:۳۰	۹/۶۷ ab	۸/۱۸ ab	۵/۳۲ abc	۳۲/۴۰ ab	۳۸/۶۷ c
۶۰:۶۰	۶/۶۷ b	۵/۶۸ b	۵/۰۱۲ abc	۲۸/۴۰ b	۷۸/۳۳ ab
۹۰:۹۰	۵/۶۷ b	۶/۶۷ b	۳/۰۶۲ c	۲۸/۳۳ b	۹۶/۶۷ a
معنی داری	*	*	*	*	*

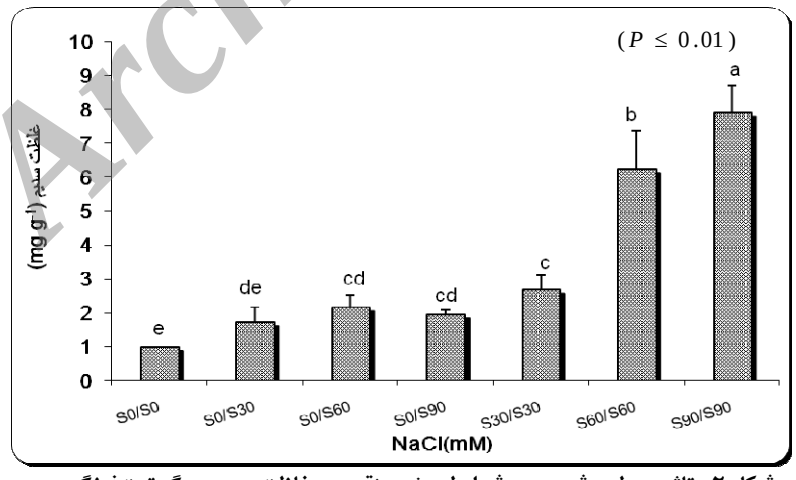
حروف غیر مشترک در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

مشاهدات حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اعمال شوری در بخشی از سیستم ریشه‌ای بر غلظت فسفر در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بدست آمد. بیشترین غلظت فسفر در تیمار شاهد و اعمال شوری ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار در یک بخش ریشه و کمترین آن در تیمار ۹۰ : ۹۰ مشاهده شد (جدول ۲). گراتان و گریو (۱۱) گزارش دادند که به دلیل رقابت بین جذب کلر و فسفر ممکن است جذب فسفر و تجمع آن در بخش هوایی گوجه‌فرنگی کاهش یابد. نتایج تحقیقات سانولد و کرج (۲۶) در آزمایشی مشابه بر روی گیاه خیار نشان داد که میزان جذب و غلظت فسفر در ریشه‌ها، در بخش ریشه با شوری زیاد کاهش و در بخش ریشه با شوری کم افزایش می‌یابد. در تحقیقی که توسط اسکات و رابسن (۲۳) انجام شد توزیع فسفر در ریشه‌های منقسم در شبدر مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که در شرایط عدم وجود فسفر در بخشی از ریشه منقسم، غلظت فسفر در شاخساره‌ها کافی نبود و به بخش ریشه‌ای فاقد فسفر انتقال نیافت.

نتایج نشان داد که اعمال شوری در بخشی از سیستم ریشه‌ای در گیاه توت‌فرنگی بر غلظت پتاسیم برگ، در سطح احتمال ۵٪ تاثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۲). بیشترین غلظت پتاسیم در تیمار شاهد و ۰:۳۰ و کمترین غلظت آن در تیمار ۹۰:۹۰ بود و بین تیمار۰:۰ و تیمارهایی که یک قسمت ریشه بدون شوری و قسمت دیگر ریشه در غلظتهای ۳۰، ۶۰، ۹۰ میلی‌مولار بکار رفته بود تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. غلظت پتاسیم در تیمارهایی که هر دو قسمت ریشه NaCl بکار رفته بود کمتر و با افزایش شوری غلظت پتاسیم نیز کاهش یافت. طباطبایی (۲۹) گزارش کرد که افزایش شوری در منطقه ریشه گیاه زیتون منجر به کاهش معنی‌داری در غلظت پتاسیم و نسبت K/Na بافتهای گیاهی گردید که عملکرد پتاسیم را در بافتهای گیاهی دچار اختلال نمود. کایا و همکاران (۱۵) نیز گزارش دادند بین سدیم و پتاسیم رقابت وجود دارد که سبب کاهش پتاسیم در غلظتهای بالای NaCl و نشت بالای پتاسیم می‌شود. این محققین بیان نمودند تشخیص این دو یون مشکل می‌باشد، چون شعاع یونی و انرژی هیدراسیون مشابهی دارند که این دو عامل تعیین می‌کند که چگونه این دو یون از طریق پروتئینهای غشائی به درون سلول راه می‌یابند، به خاطر روابط ترمودینامیکی مشابه که در جذب سدیم و پتاسیم وجود دارد، سدیم می‌تواند به درون سیتوپلاسم سلولی از طریق کانالهای پتاسیمی راه یابد. بررسی‌های تورهان و اریس (۳۱) در آزمایش انجام شده بر روی توت‌فرنگی رقم Camarosa نشان داد که با افزایش شوری غلظت پتاسیم در شاخساره و ریشه گیاه کاهش یافت. طباطبایی و همکاران (۲۷) در آزمایشی بر روی گیاه گوجه‌فرنگی نشان داد که اعمال ECهای مختلف در بخشی از سیستم ریشه‌ای، غلظت پتاسیم را در گیاه تحت تاثیر قرار نداد. در آزمایش اسکات و رابسن (۲۳) که محلولهای غذایی با غلظتهای متفاوت عناصر غذایی در گیاه شبدر با سیستم ریشه‌ای منقسم بکار برده شدند، نشان داده شد که پتاسیم به مقدار کافی برای رشد ریشه توزیع می‌شود و محدودیتی برای انتقال پتاسیم وجود ندارد. سانولد وکرج (۲۶) نشان دادند با اعمال شوری در شرایط سیستم ریشه‌ای منقسم در خیار، بیشترین غلظت پتاسیم در گیاه با اعمال EC بالا فقط در بخشی از سیستم ریشه‌ای بدست آمد. تحقیقات سانولد و وکت (۲۵) بر روی گوجه‌فرنگی نشان داد که با اعمال EC بالا تنها در بخشی از ریشه بیشترین غلظت پتاسیم در میوه مشاهده می‌شود.



شکل ۲- تاثیر سطوح شوری در شرایط ریشه منقسم برغلظت سدیم برگ توت‌فرنگی

S0: NaCl صفر میلی مولار، S30: NaCl ۳۰ میلی مولار، S60: NaCl ۶۰ میلی مولار، S90: NaCl ۹۰ میلی مولار

حروف غیر مشترک در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

مطابق جدول تجزیه واریانس تاثیر NaCl در شرایط سیستم ریشه‌ای منقسم بر غلظت کلر برگ‌ها در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. بیشترین غلظت کلر در تیمار ۹۰:۹۰ مشاهده شد و کمترین غلظت کلر در تیمار شاهد حاصل گردید(جدول ۲). تورهان و اریس (۳۱) گزارش دادند با افزایش میزان شوری در توت‌فرنگی غلظت کلر در شاخساره و ریشه گیاه افزایش یافت. نئوکلئوس و واسیلاکاکایس (۲۰) افزایش خطی غلظت کلر با افزایش کلریدسدیم در تمشک را گزارش دادند. سانولد و وگت (۲۵) نشان دادند که کاربرد NaCl با غلظت‌های مختلف در بخشی از ریشه گیاه گوجه‌فرنگی تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارها نشان نداد، که با نتایج این آزمایش منطبق است.

تاثیر تیمارها بر میزان سدیم موجود در برگها تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشت. با افزایش غلظت کلریدسدیم، سدیم موجود در برگها نیز افزایش یافت. بطوریکه تیمار ۹۰:۹۰ بیشترین غلظت سدیم را داشت پس از آن تیمار ۶۰:۶۰ غلظت سدیم بیشتری به خود اختصاص داد و این دو تیمار تفاوت معنی‌داری با همدیگر و با سایر تیمارها نشان دادند. شوری‌های ۳۰، ۶۰و ۹۰ میلی‌مولار در یک بخش ریشه تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند و تیمار ۰:۳۰ نیز اختلاف معنی‌داری با تیمار بدون شوری نداشت و کمترین غلظت سدیم در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۲).

کایاو همکاران (۱۴) و تورهان و اریس (۳۱) نشان دادند که با افزایش شوری کلریدسدیم، غلظت سدیم در بافتهای گیاهی توت‌فرنگی افزایش می‌یابد. تحقیقات گرایفنبرگ (۱۰) و طباطبایی (۲۹) نشان داد که با افزایش غلظت NaCl در محلول‌های غذایی، غلظت سدیم در بافتهای گیاه افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد با اعمال شوری تنها در بخشی از ریشه، غلظت کلر و سدیم بطور معنی‌داری در گیاه کاهش یافت، بطوریکه در تیمار ۰:۳۰ نسبت به تیمار ۳۰:۳۰ غلظت سدیم برگ حدود ۲۰٪ کاهش نشان داد. با توجه به تاثیر شوری در میزان جذب آب و عناصر غذایی مخصوصاً کلسیم که در شرایط شور جذب آن کاهش می‌یابد به نظر می‌رسد که در این روش با تعدیل اثرات اسمزی شوری، تاثیر نامطلوب شوری بر روی گیاه کاهش یافته و خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه توت فرنگی را نسبت به شاهد تحت تاثیر قرار نداد. بنابراین به منظور استفاده بهینه از منابع آبی و با توجه به کمبود منابع آب شیرین، بخصوص زمانیکه گیاه در معرض تنش شوری است، تیمار ۰:۳۰ را می‌توان در تولید توت‌فرنگی مورد توجه قرار داد.

منابع

۱- امامی ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه شماره ۹۲۸، موسسه تحقیقات خاک و آب.

۲- سید لر فاطمی ل.، و طباطبایی س.ج. و فلاحی ا. ۱۳۸۸. اثر سیلسیوم بر رشد و عملکرد گیاه توت‌فرنگی در شرایط شوری. مجله دانش کشاورزی پایدار. ۱(۱۹):۱۱۸-۱۰۷.

3- Andrews R.E. and Newman E.I. 1968. The influence of root pruning on the growth and transpiration of wheat under different soil moisture condition. New Phytologist, 67:617-630.

4- Aston M.J. and Taylor D.W. 1979. The relationship between transpiration, root water uptake and leaf water potential. Journal of Experimental Botany, 30:169-181.

5- Aziz A., Martin-Tanguy F. and Larher F. 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.

6- Bates L.S., Waldern R.P. and Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39:205-207.

7- Cuartero J. and Fernandes-Munos R. 1999. Tomato and salinity. Scientia Horticulturae, 78:83-125.

8- Dily F. L. Biliard J. P. Saos J.L. and Huauit C. 1993. Effects of NaCl and gabaculin on chlorophyll and proline levels during growth of radish cotyledons. Plant Physiology and Biochemistry, 31:303-310.

9- Ehret D.L. and Ho L.C. 1986c. Effect of osmotic potential in nutrient solution on diurnal growth of tomato fruit. J. Journal of Experimental Botany, 37:1294-1302.

10- Graifenberg A., Giustiniani L., Temperini O. and Lipucci di Paola M. 1995. Allocation of Na, Cl, K and Ca within plant tissues in globe artichoke (*Cynara scolimus* L.) under saline-sodic conditions .Scientia Horticulturae, 63:1-10.

11- Grattan S.R. And Grieve C.M. 1994. Mineral nutrient acquisition and response by plants grow in saline environments. pp. 203-226. In: M. Pessarakli (ed.) handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker. New York.

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

13- Hattori T., Sonobe K., Inanaga S.H., and P. and Morita S.H. 2008. Effect of silicon on photosynthesis of young cucumber seedling under osmotic stress. Journal of Plant Nutritition, 31:1049-1058.

Archive of SID

www.SID.ir

14- Kaya, C., Higgs, D., Saltali, K. and Gezerel, O. 2002. Response of strawberry grown at high salinity and alkalinity to supplementary potassium. Journal of Plant Nutritition, 25:1415-1427.
15- Kaya C., Tuna A. L., Ashraf M. and Altunlu H. 2006. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. Environmental and Experimental Botany, 6:397403.
16- Loneragan J. F., Kirk G. J. and Webb M. J. 1987. Translocation and function of zinc in roots. Journal of Plant Nutritition, 10: 1247-1254.
17- Lynch J. and Lauchli A. 1985. Salt stress disturbs the Ca nutrition of barely. New phytologist, 99:345-354.
18- MAFF. 1985. The analysis of agricultural materials. Ministry of agriculture, Fisheries and Food, London, UK.
19- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plant, Academic Press, New York.
20- Neocleous D. and Vasilakakis M. 2007. Effects of NaCl stress on red raspberry (*Rubus idaeus* L. "Autumn Bliss"). Scientia Horticulturae, 112:282-286.
21- Papadopoulos I., Rendig V.V. and Broadbent F.E. 1985. Growth, nutrition and water uptake of tomato plants with divided roots growing in differentially salinised soil. Agronomy Journal, 77:21-26.
22- Parida A.K. and Das A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60:324-349.
23- Scott B.J. and Robson A.P. 1991. The distribution of Mg, P and K in the split roots of subterranean clover. Annals of Botany, 67:251-256.
24- Shani U., Waisel Y., Eshel A., Xux S. and Ziv G. 1993. Responses to salinity of grapevine plants with split root systems. New Phytologist, 124:695-701.
25- Sonneveld C. and Voogt W. 1990. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum*) to an unequal distribution of nutrients in the root environment. Journal of Plant and Soil, 124:251-256.
26- Sonneveld C. and Kreij C. 1999. Response of cucumber (*Cucumis sativus L.*) to an unequal distribution of salts in the root environment. Journal of Plant and Soil, 209:47-56.
27- Tabatabaei S. J., Gregory P. J. and Hadley P. 2004a. Distribution of nutrients in the root zone affects yield, quality and blossom end rot of tomato fruits .The Journal of Horticultural Science and Biotechnology,79(1):158-163.
28- Tabatabaei S.J., Gregory P.J. and Hadley P. 2004b. Uneven distribution of nutrients in the root zone affects the incidence of blossom end rot and concentration of calcium and potassium in fruits of tomato. Journal of Plant and Soil, 258:169-178.
29- Tabatabaei S.J. 2006. Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of Olive (*Olea europea* L.) trees. Scientia Horticulturae, 108(4):432-438.
30- Tan C.S., Cornelisse A. and Buttery B.R. 1981. Transpiration, stomatal conductance, and photosynthesis of tomato plants with various proportions of root system supplied with water. American Society for Horticultural Science, 106(2):147-151.
31- Turhan E. and Eris A. 2004. Effects of sodium chloride applications and different growth media on ionic composition in strawberry plant. Journal of Plant Nutritition, 27(9):1653-1665.
32- Yonis, M. E., Abbas, M. A. and Shuky, W. M. 1993. Effect of salinity on growth and metabolism of *Phaseolus volgaris*. Biology of Plant. 35(3): 417-424.

Archive of SID

www.SID.ir