Archive of SID

بررسی اثر شوری و بستر کشت بر جذب عناصر و عملکرد سه رقم توت‌فرنگی

علیرضا لادن‌مقدم[1]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۲۵- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۱۷)

چکیده

میوه توت‌فرنگی از ارزش غذایی بالایی برخوردار بوده و در دامنه وسیعی کشت می‌شود. در دهه‌های اخیر با توجه به کمبود منابع آب برای آبیاری، استفاده از آب‌های با کیفیت پایین و شور افزایش یافته است. این پژوهش در دو آزمایش جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. در آزمایش اول، چهار سطح شوری ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم روی سه رقم توت‌فرنگی کردستان، کاماروزا و سلوا مورد بررسی قرار گرفت. در آزمایش دوم، اثر چهار بستر کشت شامل پرلیت، کوکوپیت و دو سطح ترکیبی از پرلیت و کوکوپیت تحت تأثیر چهار سطح شوری (۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) بر عملکرد و شاخص سطح برگ در رقم کردستان مورد بررسی قرار گرفت. میزان عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سدیم در دو بخش برگ و میوه در سه تکرار اندازه‌گیری شد. نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر نشان داده است که تفاوت معنی‌داری بین رقم‌های توت‌فرنگی برای جذب اکثر عناصر در شرایط شوری وجود ندارد. کمترین تجمع سدیم برگ در شوری ۶۰ میلی‌مولار، مربوط به رقم کاماروزا بود. به طور متوسط در هر سه رقم مورد مطالعه، بیشترین درصد کاهش جذب عناصر تحت تیمار تنش شوری، مربوط به پتاسیم معادل ۴۱/۷۴ درصد بود. در بستر پرلیت نسبت به سایر بسترها، بالاین عملکرد مشاهده شد. با افزایش سطح شوری میزان عملکرد به طور معنی‌داری کاهش یافت و کمترین کاهش عملکرد با افزایش سطح شوری، در بستر پرلیت مشاهده شد.

کلمات کلیدی: پرلیت، تغذیه، سلوا، کاماروزا، نیتروژن

۱- استادیار گروه باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران
* پست الکترونیک: lmar13201396@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

میوه توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa* Duch) بدلیل عطر و طعم مطلوب و میزان بالای ویتامین ث از ارزش اقتصادی و غذایی بالایی برخوردار بوده و در سراسر مناطق قابل کشت کره زمین از نواحی شمالی تا گرمسیری از جمله ایران پرورش می‌یابد (کاروانا[1] و همکاران، ۲۰۱۸؛ فرچیچی[2] و همکاران، ۲۰۱۶؛ هانکوک[3]، ۱۹۹۹). این گیاه یک گیاه چند ساله، علفی با دوره رشدی کوتاه است که قادر به تکثیر رویشی از طریق تولید ساقه رونده است (دیویس[4] و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین این گیاه حساس به شوری بوده و آستانه تحمل آن یک میلی‌موس بر سانتی متر می‌باشد (بریلا و اسکاگل[5]، ۲۰۱۴؛ ماس[6] و همکاران، ۱۹۷۷). با توجه به اینکه الگوهای کشت و پرورش توت فرنگی تغییر کرده‌اند، امروزه تولید توت فرنگی از حالت منطقه‌ای و فصلی خارج شده و در سرتاسر سال در دسترس می‌باشد. در سال ۲۰۰۸ کل تولید توت‌فرنگی دنیا ۴۰۷۷۹۱۰ تن بوده است. طبق آمار (فائو[7]، ۲۰۰۸) بیش از ۲۰ کشور تولیدکننده توت‌فرنگی در قاره‌های اروپا، آسیا، آفریقا و آمریکای شمالی و جنوبی قرار دارند.

با توجه به کمبود آب‌های با کیفیت مناسب برای استفاده در کشاورزی، کشاورزان به اجبار به سراغ استفاده از آب‌هایی با کیفیت پایین و شور می‌روند (کوتگن و پاولزیک[8]، ۲۰۰۸). در شرایط شور غلظت سدیم معمولا بیش از غلظت عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بوده و این امر موجب عدم تعادل تغذیه‌ای در گیاهان تحت تنش شوری می‌شود (الارکوان[9] و همکاران، ۲۰۰۲؛ بشیر[10] و همکاران، ۲۰۱۶). وجود غلظت بالای سدیم در محلول خاک، آثار مخربی بر فعالیت یون‌های مورد نیاز گیاه گذاشته و طی آن گیاه مستعد متحمل خسارات ناشی از آثار اسمزی و سمیت بعضی از یون‌ها می‌شود که به هم خوردن تعادل غذایی گیاه، کاهش رشد و عملکرد گیاه را به دنبال خواهد داشت (مایکلبرت[11] و همکاران، ۲۰۱۵).

در اثر تنش اسمزی ناشی از شوری، سرعت رشد و نمو برگ‌های جوان و هدایت روزنه‌ای برگ‌های بالغ کاهش می‌یابد. سمیت یونی ناشی از تنش شوری، باعث تسریع روند پیری برگ‌های مسن‌تر می‌شود که به دلیل غلظت بالای یون سدیم در برگ یا مقاومت پایین به تجمع یون سدیم است (نجفی[12]، ۲۰۱۲). تحت تنش شوری ناشی از کلرید سدیم در برگ‌های بالغ تر و لکه‌های قرمز- قهوه‌ای از حاشیه برگ‌ها آغاز و با سوختگی نوک برگ‌ها مشخص گردیده و به سمت مرکز برگ گسترش می‌یابند که نهایتا لکه‌های نکروزه، تمام برگ را پوشانده و برگ می‌میرد (کوتگن و پاولزیک، ۲۰۰۸). مطالعات فراوانی وجود دارد که بیان می‌کند شوری ناشی از کلرید سدیم سبب تغییرات منفی زیادی در گیاهان می‌شود (کویروز[13] و همکاران، ۲۰۱۸؛ زاهدی[14] و همکاران، ۲۰۱۶؛ مظفری[15] و همکاران، ۲۰۱۸). ژانگ[16] و همکاران (۲۰۱۶) اثر شوری را بر روی برخی از ویژگی‌های گوجه‌فرنگی در کشت هیدروپونیک بررسی کردند. نتایج این پژوهشگران نشان داده است که با افزایش شوری جذب آب در گیاه کاهش یافته و در نهایت میزان عملکرد گیاه کاهش معنی‌داری یافته است. بسترهای کشت مختلف هر یک حاوی مواد مختلفی است که به طور مستقیم و یا غیرمستقیم بر رشد و نمو گیاه موثر هستند. از این نظر انتخاب بستر مناسب بسیار اهمیت دارد (البا‌هو[17] و همکاران، ۲۰۰۹). برای تولید محصول با کیفیت، بستر کشت مناسب ضروری است. با این وجود، یک بستر کشت ایده‌آل برای گیاهان گلدانی باید ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مناسب، به همراه نیازهای کاربردی تولید گیاه همچون دسترسی، حمل و نقل آسان، سبک وزن بودن و ایجاد رشد یکنواخت گیاه را در برداشته باشد. عواملی مثل میزان نگهداری آب، میزان خلل و فرج، خاصیت تبادل کاتیونی و pH از ویژگی‌های محیط‌های کشت مختلف می‌باشند که بر تشکیل و توسعه ریشه گیاه و رشد بهینه آن موثر می‌باشند (التمان و فردنبرگ[18]، ۱۹۸۳؛ آباد[19] و

1. Caruana
2. Ferchichi
3. Hancock
4. Davis
5. Bryla and Scagel
6. Mass
7. FAO
8. Keutgen and Pawelzic
9. El-Arquan
10. Bashir
11. Mickelbart
12. Najafi
13. Quiroz
14. Zahedi
15. Mozafari
16. Zhang
17. Albaho
18. Altman and Freudenberg
19. Abad

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران، ۲۰۰۹). مظاهره[1] و همکاران (۲۰۱۵) در طی مطالعه‌ای در امارات نسبت‌های مختلفی از دو محیط کشت پرلیت و کوکوپیت را بر روی خصوصیات گیاه خیار بررسی کردند. این پژوهشگران بیان کردند که استفاه از پرلیت نسبت به کوکوپیت برای کشت خیار بسیار مفیدتر است. بسترهای کشت مختلف با نسبت‌هایی از پرلیت، کوکوپیت، ورمی کمپوست و سایر ترکیبات برای بهبود کیفیت و کمیت انواع میوه ها در شرایط گلخانه مورد استفاده قرار می گیرد. یکی از مهمترین اجزا در کشت‌های بدون خاک، بستر کشت می‌باشد. بسترها شامل بسترهای آلی (پیت‌ماس، الیاف نارگیل، خاکبرگ) و بسترهای معدنی (پرلیت، پشم سنگ) می‌باشند. بر این اساس هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری ناشی از مصرف کلرید سدیم بر روی جذب عناصر غذایی به وسیله سه رقم توت‌فرنگی شامل رقم سلوا، کاماروزا و کردستان در دو بخش برگ و میوه و بررسی اثر بسترهای مختلف بر روی ویژگی‌های گیاه توت فرنگی رقم کردستان در شرایط تنش شوری مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی واقع در شهرستان دزفول استان خوزستان انجام شد. نشاهای توت‌فرنگی پس از ضد عفونی کردن با محلول قارچکش بنومیل ۱/۵ در هزار به بستر کاشت که گلدان‌های پلاستیکی حاوی ماسه شسته شده بودند، انتقال داده شدند. بخش اول پژوهش شامل آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار سطح شوری (S1)۰، (S2)۲۰، (S3)۴۰ و (S4)۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم) و سه رقم توت‌فرنگی شامل کاماروزا (V1)، کردستان (V2) و سلوا (V3) در سه تکرار انجام گرفته است. از محلول هوگلند کامل به عنوان محلول غذایی استفاده شد و pH آن با اسیدنیتریک و اسید فسفریک در حد ۶/۵ تا ۷ تنظیم شدند. نیاز غذایی گیاهان توت‌فرنگی با کاربرد دو بار در هفته محلول هوگلند (۲۰۰ میلی‌لیتر در هر گلدان) تأمین شدند. سه هفته بعد از کاشت تیمارهای کلرید سدیم اعمال شد و هر گلدان چهار بار در هفته ۱۵۰ میلی‌لیتر از محلول کلرید سدیم دریافت کردند.

پس از میوه‌دهی گیاهان، میوه‌ها برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل داده شدند و در دمای ۷۰ درجه خشک و سپس آسیاب شد و از الک یک میلی‌متری عبور داده شدند. میزان فسفر با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر، میزان پتاسیم و سدیم با استفاده از فلیم‌فتومتر و میزان کلسیم و منیزیم با استفاده از جذب اتمی به دست آمد (جانسون و الریچ[2]، ۱۹۵۹). مقدار نیتروژن هم با استفاده از کجلدال اندازه‌گیری شد (امامی[3]، ۱۹۹۶). تمام اندازه‌گیری‌ها در دو بخش برگ و میوه انجام گرفت. در بخش دوم اثر چهار نوع بستر کشت شامل پرلیت (B1)، کوکوپیت (B2)، ۷۰ درصد کوکوپیت بعلاوه ۳۰ درصد پرلیت (B3) و ۵۰ درصد پرلیت بعلاوه ۵۰ درصد کوکوپیت (B4) در چهار سطح شوری (۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار روی برخی از خصوصیات گیاه توت فرنگی رقم کردستان مانند کلسیم و پتاسیم میوه، عملکرد و شاخص سطح برگ مورد بررسی قرار گرفت. به منظور اندازه‌گیری سطح برگ توت‌فرنگی پس از کامل شدن آزمایش در اواخر خرداد ماه ابتدا برگ‌های هر گیاه جدا شده و بر روی صفحه دستگاه قرار گرفتند و سپس با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ و نرم‌افزار Windias میزان سطوح برگ‌ها محاسبه شد. برای آنالیز داده‌ها از نرم افزار SAS 9.4 و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد استفاده شد. همچنین نمودارها نیز با استفاده از Excel 2013 رسم شدند.

نتایج و بحث

بررسی اثر شوری و رقم‌های مختلف در جذب عناصر

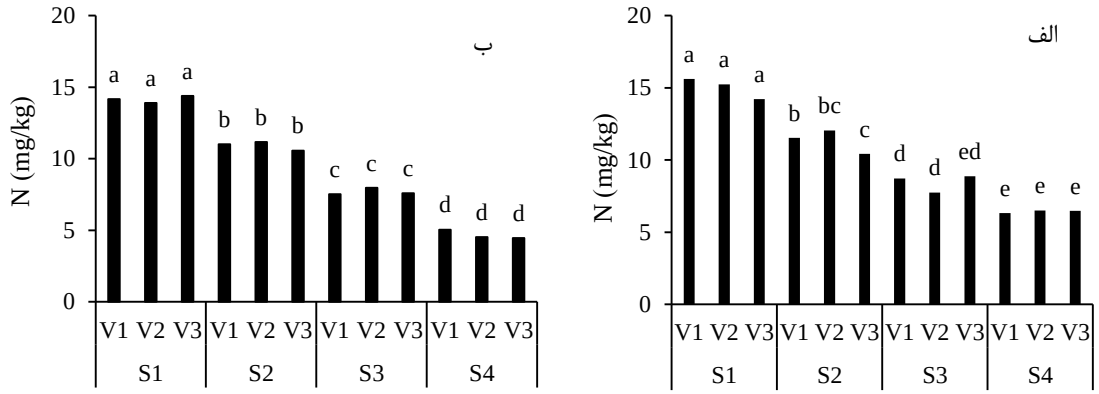
نیتروژن

در شکل ۱ تغییرات مقدار غلظت نیتروژن در دو بخش برگ (الف) و میوه (ب) در اثر تغییر شوری در سه رقم توت فرنگی مورد مطالعه (کردستان، کاماروزا و سلوا) نمایش داده شده است. همانگونه که مشخص است با افزایش مقدار شوری مقدار نیتروژن در برگ و میوه کاهش معنی‌داری یافته است.

1. Mazahreh
2. Johnson and Ulrich
3. Imami

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- تغییرات مقدار نیتروژن در الف) برگ و ب) میوه تحت تأثیر سطوح مختلف شوری در سه رقم توت فرنگی. S1، S2، S3 و S4 به ترتیب نشان‌دهنده غلظت ۰، ۲۰ ، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و V1، V2 و V3 به ترتیب رقم کاماروزا، کردستان و سلوا می‌باشد. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد طبق آزمون دانکن می‌باشد.

در بخش برگ بیشترین مقدار نیتروژن در رقم کامارزا (۱۵/۶۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و در بخش میوه نیز بیشترین مقدار در رقم سلوا (۱۴/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شده است. همچنین کمترین مقدار نیتروژن نیز در برگ معادل ۶/۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم در رقم کامارزا مشاهده شده است. نتایج نشان داده است که با افزایش شوری میزان کاهش نیتروژن در میوه نسبت به برگ بیشتر است، که علت این موضوع را می‌توان به کاهش اثر شوری بر انتقال نیتروژن به بخش میوه و یک آنتاگونیسمی بین نیتروژن و سدیم نسبت داد.

نیتروژن از عناصر ضروری در افزایش تعداد گل و کیفیت میوه است و در بیشتر موارد نیتروژن ناکافی، محدود کننده رشد گیاه بوده و از سوی دیگر افزودن نیتروژن، رشد گیاه را بهبود می‌بخشد. بنابراین استفاده از کود نیتروژن به عنوان روشی موثر در کاهش اثرات مضر شوری مطرح شده است (الوان و عبدالحامد[1]، ۲۰۱۱). در کنار پدیده اثر اسمزی که حاصل کاهش انرژی آزاد آب و صرف انرژی بیشتر توسط گیاه به منظور جذب آب می‌باشد، یون‌های مانند سدیم می‌توانند ضمن ایجاد سمیت در گیاه، در جذب عناصر غذایی در گیاه اختلال ایجاد کنند. به طوریکه وجود این یون‌ها سبب بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی موجود در خاک شده و در نهایت جذب و انتقال عناصر ضروری مختل می‌شود (کافی و مهدوی‌دامغانی، ۱۳۸۶). فرانسویز[2] (۱۹۹۴) نیز نتایج مشابهی را در گیاه کانولا[3] گزارش کردند.

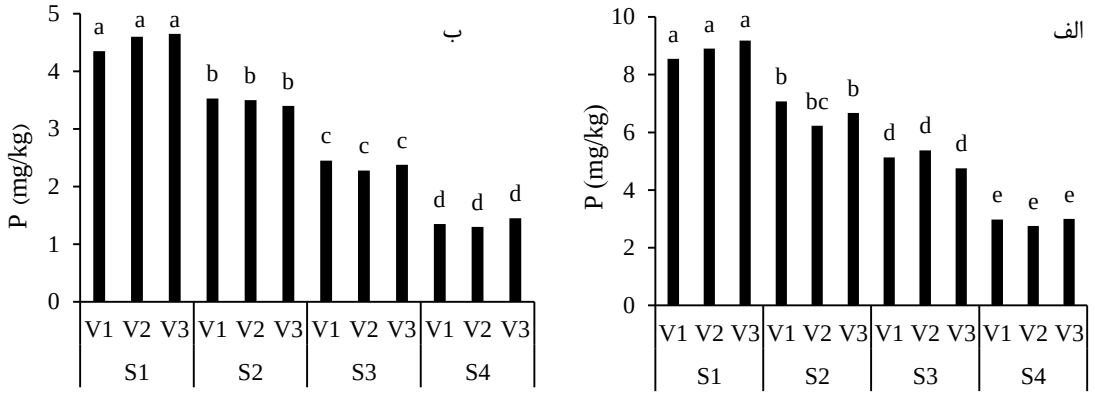
فسفر

در شکل ۲ مقایسه میانگین تغییرات غلظت عنصر فسفر در برگ (الف) و میوه (ب) نمایش داده شده است. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، روند تغییرات فسفر نیز همانند نیتروژن بوده و با افزایش مقدار شوری در هر سه رقم توت فرنگی مقدار فسفر کاهش معنی‌داری یافت. به طورکلی در یک سطح شوری بین رقم‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری از نظر آماری به دست نیامد. بیشترین مقدار فسفر در پایین‌ترین سطح شوری در برگ رقم سلوا (۹/۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به دست آمد که با سایر رقم‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین مقدار فسفر نیز در در رقم کردستان در هر دو بخش برگ (۲/۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و میوه (۱/۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهد شد که با سایر رقم‌ها در سطح چهارم شوری (۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) اختلاف معنی‌دار نبوده است. افزایش جذب سدیم و کلر موجب کاهش جذب عناصر ضروری و القای سمیت در گیاه می‌گردد. بنابراین به نظر می‌رسد که کاهش جذب عناصر ضروری نظیر مس، روی، آهن، منگنز و پتاسیم به همین دلیل باشد. افزایش جذب منیزیم، کلر، سدیم و کلسیم و کاهش جذب پتاسیم ناشی از تنش شوری قبلا گزارش شده است (دجامپور[4] و همکاران،

1. Elwan and Abd El-Hamed
2. Francois
3. Canola
4. Dejampour

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تغییرات مقدار فسفر در برگ (الف) و میوه (ب) تحت تأثیر سطوح مختلف شوری در سه رقم توت‌فرنگی. S1، S2، S3 و S4 به ترتیب نشان‌دهنده غلظت ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و V1، V2 و V3 به ترتیب رقم کاماروزا، کردستان و سلوا می‌باشد. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد طبق آزمون دانکن می‌باشد.

۲۰۱۲). شوری سبب کاهش جذب فسفر توسط ریشه، انتقال آن از ریشه به بخش‌های بالایی گیاه و جابجایی مجدد فسفر از برگ‌های پیر به برگ‌های جوان می‌شود که احتمالاً به دلیل کاهش حرکت فسفر ذخیره شده در واکوئل‌ها باشد (مارتینز[1] و همکاران، ۱۹۹۶). پژوهشگران بیان کردند که افزایش غلظت کلر در برگ به دنبال کاهش غلظت فسفر آن به دلیل رقابت بین کلر و فسفر در جذب توسط گیاه می‌باشد (بدر و طالب[2]، ۲۰۰۸). شوری می‌تواند جذب فسفر را در گیاه کاهش دهد اگرچه در برخی از آزمایش‌های انجام گرفته این جذب افزایش یافته و یا تحت تأثیر قرار نگرفته است. در خاک‌های شور، کاهش قابلیت دسترسی فسفر تنها تحت تأثیر پیوندهای یونی که منجر به کاهش فعالیت فسفر می‌شود، نیست بلکه کمپلکس‌های کلسیم- فسفر، میزان انحلال پذیری فسفر را کنترل می‌کنند (گراتان و گریوز[3]، ۱۹۹۹).

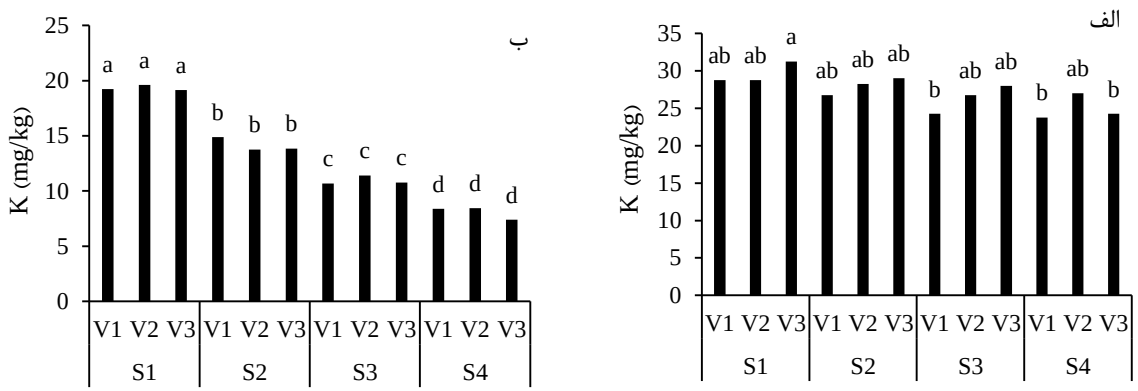
پتاسیم

مقایسه میانگین تغییرات غلظت عنصر پتاسیم در میوه در چهار سطح شوری و سه رقم مختلف توت‌فرنگی در شکل ۳ مشاهده می‌شود. تغییرات مقدار پتاسیم در برگ با افزایش مقدار شوری دارای روند مشخص و معنی‌دار نبوده و با افزایش شوری به صورت منظم همانند فسفر و نیتروژن کاهش پیدا نکرده است. علت این روند نامنظم در پتاسیم را می‌توان به نزدیکی ویژگی‌های این عنصر با سدیم موجود در محلول نسبت داد. اما در میوه تغییرات پتاسیم با افزایش شوری کاهش منظم و معنی‌داری را نشان داده است. پتاسیم یک عنصر اساسی مورد نیاز در تغذیه گیاهی است (پلات و هیرو[4]، ۱۹۸۵). پتاسیم به عنوان فعال‌کننده تعدادی از آنزیم‌های گیاهی عمل می‌نماید. بیش از ۴۶ آنزیم وجود دارد که پتاسیم به عنوان فعال‌کننده آن‌ها نقش دارد. این آنزیم‌ها در واکنش‌های متابولیسمی مربوط به کربوهیدرات‌ها، اسیدهای نوکلئیک و نوکلئوتید، اسیدهای آمینه و سنتز پروتئین و اسید فولیک به عنوان کاتالیزور عمل می‌نمایند. پتاسیم، نقش مهمی در تنظیم تنفس و وضعیت آب سلول‌های گیاهی دارد. گزارش شده است که کمبود پتاسیم موجب کاهش راندمان مصرف آب در گیاه می‌شود. بطوریکه برای تولید هر واحد ماده خشک، آب بیشتری مصرف می‌گردد (معزاردلان و ثواقبی فیروزآبادی، ۱۳۸۸). گزارش اسچاچتمن[5] (۱۹۹۲) معمولا در محیط‌های شور دارای مقادیر متوسط تا فراوان پتاسیم هستند، اما از آن جایی که برای حفظ شوری در حد معین مقدار بیشتری آب آبیاری مصرف می‌شود، بخش زیادی از پتاسیم محلول طی فرآیند آب‌شویی از محیط خارج و در نتیجه از دسترس

1. Martinez
2. Badr and Talaab
3. Grattan and Grieve
4. Plaut and Heure
5. Schachtman

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تغییرات مقدار پتاسیم در برگ (الف) و میوه (ب) تحت تأثیر سطوح مختلف شوری در سه رقم توت‌فرنگی. S1، S2، S3 و S4 به ترتیب نشان‌دهنده غلظت ۰، ۲۰ ، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و V1، V2 و V3 به ترتیب رقم کاماروزا، کردستان و سلوا می‌باشد. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد طبق آزمون دانکن می‌باشد.

گیاهان خارج می‌گردد. معمولا گیاهانی که در محیط‌های شور کشت می‌شوند، دچار کمبود پتاسیم هستند. عامل مهم دیگر در جذب پتاسیم، اثرات آنتاگونیستی سدیم و کلسیم بر پتاسیم است، به علاوه نسبت سدیم به پتاسیم و کلسیم به پتاسیم در محلول محیط‌های شور مختل شده و از این طریق نیز جذب پتاسیم کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی مصرف کودهای پتاسیمی منجر به افزایش عملکرد می‌گردد. حفظ سطوح کافی پتاسیم در شرایط شور برای بقاء گیاه ضرورت دارد. پتاسیم مشارکت زیادی در کاهش پتانسیل اسمزی در نوک ریشه دارد (مارشنر[1]، ۱۹۹۵). لویت[2] (۱۹۸۰) بیان کرد که در غلظت‌های پایین شوری، جذب پتاسیم افزایش یافت، در حالی که در غلظت‌های بالا میزان جذب پتاسیم کاهش پیدا کرد. از مهمترین اثرات افزایش شوری در محیط خاک افزایش غلظت سدیم در داخل گیاه می‌باشد. سدیم در محیط خارج از ریشه و همچنین در داخل گیاه بیشترین تغییرات را در تغذیه معدنی گیاه به وجود می‌آورد (گرینوی و مونس[3]، ۱۹۹۸). خوش‌خلق سیما و علی‌تبار (۱۳۹۱) طی آزمایشی که انجام داد به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت کلرید سدیم در بستر به طور معنی‌داری میزان پتاسیم کاهش می‌یابد. پتاسیم مهم‌ترین عنصر معدنی است که نقش مهمی در کاهش پتانسیل اسمزی در سلول‌های ریشه جهت فراهم کردن فشار آماس بدست آمده از انتقال املاح و حفظ تعادل آبی در گیاه ایفا می‌کند.

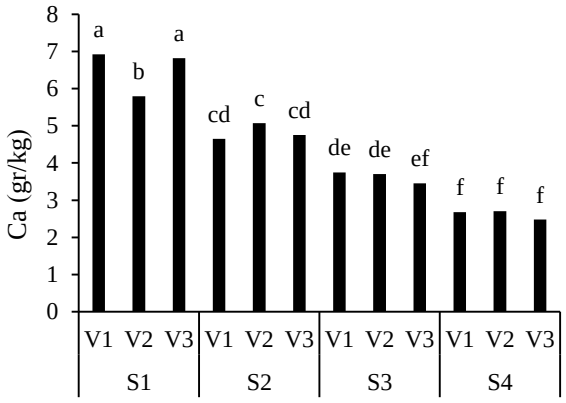
کلسیم

در شکل ۴ مقایسه میانگین تغییرات مقدار کلسیم در برگ گیاه توت فرنگی نمایش داده شده است. کلسیم نیز مانند سایر عناصر با افزایش مقدار جذب نمک توسط گیاه غلظت آن کاهش چمشگیری داشته است به نحوی که بیشترین مقدار کلسیم در برگ در شرایط غیر شور برای رقم کاماروزا (۶/۹۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بوده است. جذب کلسیم برای گیاه بسیار ضروری و حیاتی می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که در شرایط شوری میزان جذب این عنصر توسط گیاه کاهش می‌یابد. همچنین در شوری‌های بالا تفاوت معنی‌داری بین رقم‌های مختلف مشاهده نشده است و هر سه رقم مورد مطالعه دارای عملکرد نسبتا مشابهی در جذب کلسیم داشته‌اند. کلسیم موجود در گیاه عمدتاً در برگ‌ها است، در غلظت‌های متفاوت برای تقسیم سلولی و ثبات کروموزمی مورد نیاز است و جزئی از کروموزم است (معزاردلان و ثواقبی فیروزآبادی، ۱۳۸۸). جایگاه‌های قرار گرفتن کلسیم درون سیتوپلاسم زیاد است. در تیغه میانی کلسیم به گروه‌های کربوکسیل، مربوط به اسیدگالاکتورونیک (پکتین‌ها) کم و بیش به صورت تعویض شدنی می‌چسبد (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۴). کاهش مقدار کلسیم در بخش هوایی

1. Marschner
2. Levitt
3. Greenway and Munns

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- تغییرات مقدار کلسیم در برگ تحت تأثیر سطوح مختلف شوری در سه رقم توت‌فرنگی. S1، S2، S3 و S4 به ترتیب نشان‌دهنده غلظت ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و V1، V2 و V3 به ترتیب رقم کاماروزا، کردستان و سلوا می‌باشد. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد طبق آزمون دانکن می‌باشد.

از اثرات بارز شوری می‌باشد که موجب تظاهر علایم کمبود کلسیم می‌شود (کرامر[1]، ۲۰۰۲). لینچ و لاچی[2] (۱۹۸۵) گزارش دادند که غلظت بالای سدیم در بستر رشد مانع جذب و انتقال کلسیم در رشد گیاهان در بستری با غلظت پایین کلسیم یا افزایش نسبت Na/Ca، تشدید می‌شود که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. حسین[3] و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که با افزایش جذب سدیم میزان کلسیم در گیاه به صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد.

منیزیم

در شکل ۵ مقایسه میانگین تغییرات غلظت منیزیم در سطوح مختلف شوری در سه رقم نامبرده توت‌فرنگی مشاهده می‌شود. در مورد عنصر منیزیم نیز مشاهده می‌شود که تفاوت زیاد و معنی‌داری بین رقم‌های مختلف وجود ندارد. در سطح شوری ۲۰ میلی‌مولار بالاترین مقدار منیزیم برگ در رقم سلوا مشاهده شد اما این افزایش نسبت به رقم کردستان معنی‌دار نبود. همچنین نتایج نشان داد که در شرایط شوری‌های کم یا فاقد شوری رقم‌های کردستان و کاماروزا نسبت به رقم سلوا دارای منیزیم بالاتری هستند.

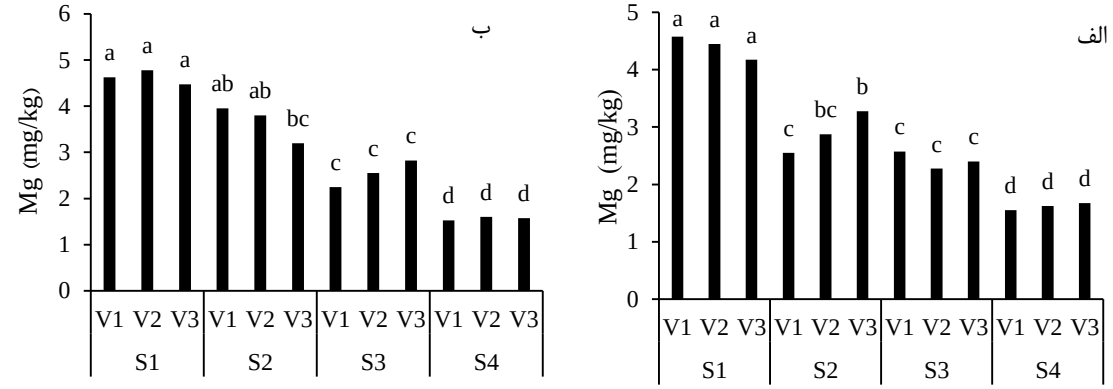
سدیم

در شکل ۶ (الف و ب) به ترتیب مقایسه میانگین تغییرات غلظت سدیم در برگ و میوه در تیمارهای مختلف نمایش داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود. با افزایش روند شوری میزان سدیم افزایش قابل توجهی در هر دو بخش میوه و برگ یافته است. بیشترین مقدار سدیم در بین تیمارهای مختلف مربوط به برگ رقم سلوا (۶/۵۷۵ گرم بر کیلوگرم) است. همچنین در بخش میوه نیز در سطح شوری چهارم بالاترین مقدار سدیم به دست آمده است و بین رقم-های مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. سدیم به صورت یون سدیم، Na^+ جذب گیاه می‌شود. به تازگی پژوهشگران استرالیایی نشان داده‌اند که سدیم برای گروهی از گیاهان که در متابولیسم کربوهیدرات مسیر واکنشی را نشان می‌دهد، عنصری ضروری است. سال‌ها است که تحریک رشد بعضی از گیاهان به وسیله کاربرد سدیم شناخته شده است. این فایده سدیم در بعضی موارد که کمبود پتاسیم وجود داشته است و در موارد دیگر که پتاسیم کافی بوده است، مشاهده شد. اثرات اسمزی، عدم تعادل مواد غذایی و سمیت یون سدیم از علل کاهش رشد در طی حضور شوری می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۶). جلیل[4] و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که رشد گوجه فرنگی در شرایط شور باعث تغییر ترکیب و غلظت عناصر اندام هوایی گیاه شده و در این شرایط غلظت سدیم و کلر به شدت افزایش و غلظت پتاسیم، کلسیم، منیزیم و نیترات کاهش می‌یابد.

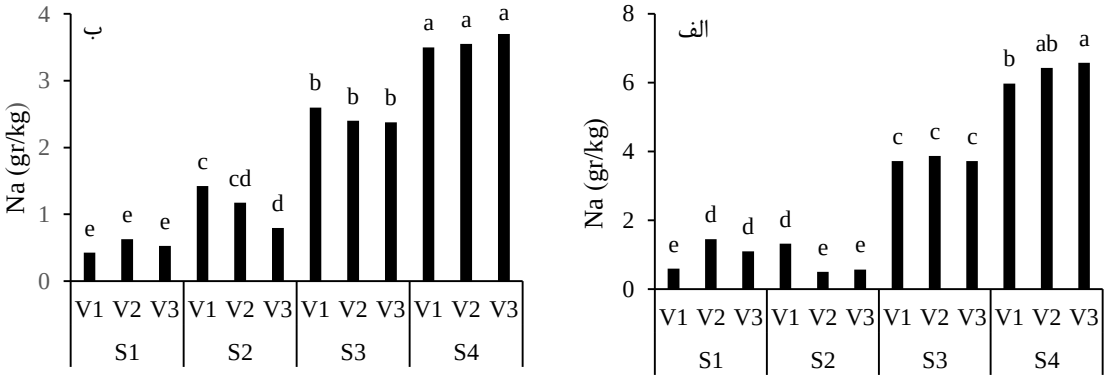
1. Cramer
2. Lynch and Lauchi
3. Hussain
4. Jaleel

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- تغییرات مقدار منیزیم در برگ (الف) و میوه (ب) تحت تأثیر سطوح مختلف شوری در سه رقم توت‌فرنگی. S1، S2، S3 و S4 به ترتیب نشان‌دهنده غلظت ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و V1، V2 و V3 به ترتیب رقم کاماروزا، کردستان و سلوا می‌باشد. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد طبق آزمون دانکن می‌باشد.



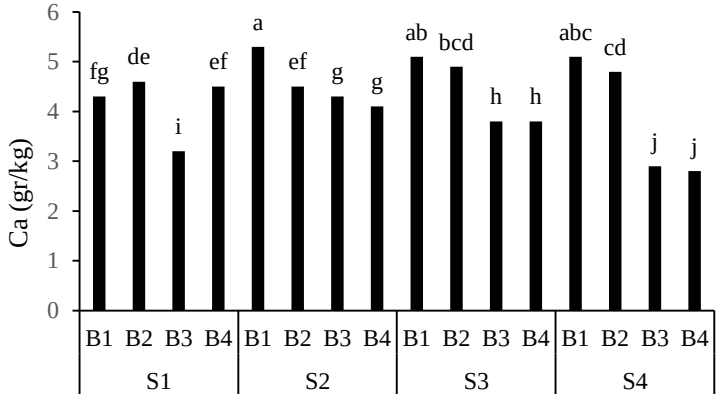
شکل ۶- تغییرات مقدار سدیم در برگ (الف) و میوه (ب) تحت تأثیر سطوح مختلف شوری در سه رقم توت‌فرنگی. S1، S2، S3 و S4 به ترتیب نشان‌دهنده غلظت ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و V1، V2 و V3 به ترتیب رقم کاماروزا، کردستان و سلوا می‌باشد. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد طبق آزمون دانکن می‌باشد.

اثر بسترهای کشت و شوری بر برخی ویژگی‌های توت فرنگی رقم کردستان

در شکل ۷ مقایسه میانگین کلسیم میوه تحت تأثیر تغییرات شوری و بستر کشت نمایش داده شده است. همانگونه که مشخص است در بستر کشت پرلیت (B1) بیشترین مقدار کلسیم به دست آمده است. روند تغییرات مقدار کلسیم نشان داد که در بسترهای مختلف اثر شوری تغییر می‌کند و این مسئله را می‌توان به عملکرد این بسترهای کشت در کاهش اثر منفی شوری نسبت داد. مشاهده می‌شود که ترکیب کوکوپیت و پرلیت در تیمار سوم (B3) چندان مفید نبوده و کمترین مقادیر کلسیم در میوه در این تیمار مشاهده شده است. تأثیر غلظت‌های متفاوت کلسیم در سیستم کشت افقی هیدروپونیک روی رقم سلوا توسط فیروزآبادی و همکاران (۱۳۸۸) مورد ارزیابی قرار گرفته است. میوه‌های رشد یافته در بستر کشت کوکوپیت در آزمایشی که توسط دیلمقانی و همتی (۱۳۹۰) انجام گرفت از نظر میزان کلسیم در مقایسه با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد. جذب کلسیم و حرکت آن در گیاه به میزان آب در محیط کشت بستگی دارد. نتایج این پژوهشگران نشان داد که افزایش کوکوپیت میزان نگهداری آب و کلسیم را افزایش می‌دهد. غلظت کلسیم در میوه بوته-های رشد کرده در بستر حاوی کوکوپیت بیشتر از سایر تیمارها بود. کاربرد پرلیت در مخلوط کردن با پالم پیت باعث افزایش کلسیم میوه شده است در صورتی که در کوکوپیت مخلوط کردن پرلیت با آن باعث کاهش کلسیم میوه شده است. امامی (۱۳۷۵) طی آزمایشی که انجام داد به این نتیجه رسید که با افزایش هدایت الکتریکی محلول غذایی، کلسیم میوه کاهش یافت و غلظت کلسیم میوه با افزایش شوری کاهش یافت.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر بسترهای کشت متفاوت در سطوح مختلف شوری بر غلظت کلسیم میوه. S1، S2، S3 و S4 به ترتیب نشان دهنده غلظت ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و پرلیت (B1)، کوکوپیت (B2)، ۷۰ درصد کوکوپیت بعلاوه ۳۰ درصد پرلیت (B3) و ۵۰ درصد پرلیت بعلاوه ۵۰ درصد کوکوپیت (B4). حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد طبق آزمون دانکن می‌باشد.

در شکل ۸ تغییرات مقدار پتاسیم میوه ناشی از تیمارهای تغییر بستر و شوری نمایش داده شده است. مشاهده می‌شود که در پتاسیم میوه نیز همانند کلسیم تیمار بستر پرلیت (B1) نسبت به سه تیمار دیگر عملکرد بهتری از خود نشان داده است. همچنین مشاهده می‌شود در پتاسیم نیز بسترهای ترکیبی شامل پرلیت و کوکوپیت نتایج خوبی را نداشته و استفاده مجزا از این دو بستر در شرایط شوری نتایج مناسب‌تری در جذب پتاسیم میوه دارد. خوش خلق سیما و علی‌تبار (۱۳۹۱) طی آزمایشی که انجام داد به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت کلرید سدیم در بستر به طور معنی‌داری میزان پتاسیم کاهش می‌یابد. پتاسیم مهم‌ترین عنصر معدنی است که نقش مهمی در کاهش پتانسیل اسمزی در سلول‌های ریشه جهت فراهم کردن فشار آماس بدست آمده از انتقال املاح و حفظ تعادل آبی در گیاه ایفا می‌کند. گیاهان مختلف در برابر افزایش شوری در محیط رشد تغییر یکنواختی از نظر محتوای پتاسیم نشان نمی‌دهد. در بررسی پژوهشگران بر روی گیاهان مختلف غلظت پتاسیم به صورت معنی‌دار تحت تأثیر شوری کاهش می‌یابد. کاهش پتاسیم باعث کاهش رشد میوه شده که به دلیل کاهش ظرفیت گیاه برای تعادل اسمزی و حفظ فشار تورگر یا تأثیر منفی برای عملکرد متابولیت‌ها می‌باشد (مارشنر، ۱۹۹۵). خوش خلق سیما و علی‌تبار (۱۳۹۱) ثابت کردند که مقدار پتاسیم گیاه در غلظت‌های بالای نمک یک مزیت است و می‌تواند به عنوان معیار خوب برای انتخاب گیاهان از نظر تحمل به شوری به کار رود.

اوتمن و الکاراکی[1] (۲۰۰۶) گزارش نمودند که غلظت سدیم در بذر در شرایط شوری به طورمعنی‌داری افزایش می‌یابد. یکی از مهم‌ترین اثرات تنش شوری در محیط رشدی به صورت افزایش غلظت سدیم در داخل گیاه بروز می‌نماید. سدیم در محیط خارج از ریشه و همچنین در داخل گیاه بیشترین تغییرات را در تغذیه گیاه به وجود می‌آورد. پتانسیل اسمزی پایین محلول خاک و غلظت‌های بالای املاح موجود در خاک که عامل سمیت یون‌ها به علت افزایش یون‌های سدیم و کلر در خاک و جذب بیش از حد مورد نیاز گیاه هستند به طور بالقوه برای گیاهان زیان‌آور می‌باشند. گیاهان متحمل به شوری در مقایسه با گیاهان حساس میزان کمتری کلرید سدیم در آب سلول دارند (نوبل و روگرس[2]، ۱۹۹۲). اثرات اسمزی، عدم تعادل مواد غذایی و سمیت یون سدیم از علل کاهش رشد در طی حضور شوری می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۶).

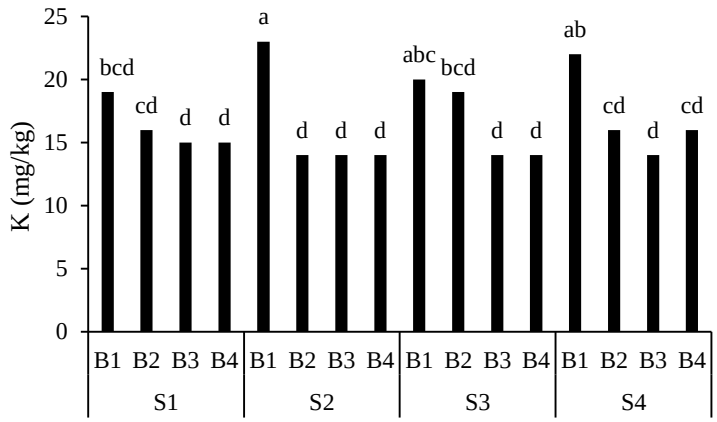
مقایسه میانگین شاخص سطح برگ در تیمارهای نامبرده شده در شکل ۹ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که با افزایش شوری این شاخص کاهش معنی‌داری داشته است (به استثنای تیمارهای پرلیت). در بین بسترهای کشت نیز پرلیت دارای نتایج بهتری نسبت به ترکیب پرلیت و کوکوپیت می‌باشد. کمترین مقادیر شاخص سطح برگ در تیمارهای ترکیبی پرلیت و کوکوپیت در سطح شوری سوم به دست آمده است.

1. Othman and Al-Karaki

2. Nobel and Rogers

www.SID.ir

Archive of SID



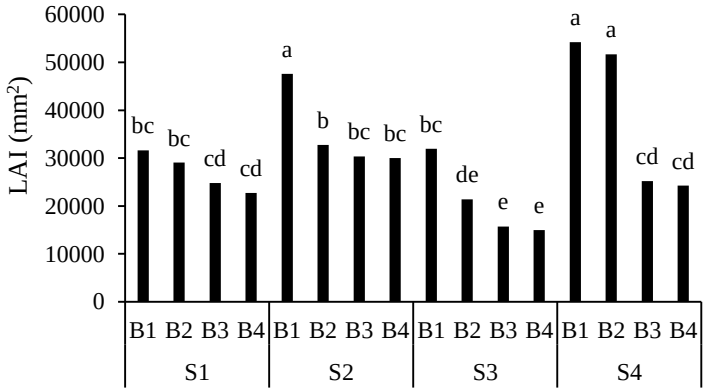
شکل ۸- مقایسه میانگین اثر بسترهای کشت متفاوت در سطوح مختلف شوری بر غلظت پتاسیم میوه. S1، S2، S3 و S4 به ترتیب نشان دهنده غلظت ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و پرلیت (B1)، کوکوپیت (B2)، ۷۰ درصد کوکوپیت بعلاوه ۳۰ درصد پرلیت (B3) و ۵۰ درصد پرلیت بعلاوه ۵۰ درصد کوکوپیت (B4). حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد طبق آزمون دانکن می‌باشد.

حسامی و همکاران (۱۳۸۹) به این نتیجه رسیدند که بسترهای مختلف کشت اثر معنی‌داری بر میزان سطح برگ توت‌فرنگی داشتند، به طوری که تیمار مخلوط کوکوپیت و پرلیت دارای بیشترین سطح برگ و تیمار ضایعات نخل خرما کمترین میزان سطح برگ را دارا بودند. در مطالعات زیادی کاهش سطح برگ ناشی از تنش شوری در گیاهان مختلف گزارش شده است (سیکار[1]، ۲۰۱۶؛ یعقوبی[2] و همکاران، ۲۰۱۶ و میراندا[3] و همکاران، ۲۰۱۴). در پژوهشی که توسط دمیر و کوکالیسخان[4] (۲۰۰۱) بر روی توت‌فرنگی رقم کاماروزا صورت گرفته بود، بهترین رشد برگ توت‌فرنگی در ضایعات دمبرگ با پرلیت نسبت به مخلوط ضایعات با خاک گزارش شد. ویتوکوسکی[5] (۱۹۹۱) عنوان کردند که تحت تنش شوری گیاه گوجه‌فرنگی با کاهش سطح برگ مانع از دست دادن آب شده و در نتیجه برگ‌های این گیاه در این گونه محیط‌ها کوچک‌تر و ضخیم‌تر می‌شود. خروج آب از سلول‌ها مانع از رشد آنها می‌گردد. کاهش رشد گیاه به دلیل شوری می‌تواند بر اثر کاهش سطح برگ باشد، در این شرایط حتی با ثبات در میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ، میزان رشد کاهش خواهد یافت (مونس[6] و همکاران، ۱۹۸۲). همچنین با توجه به آزمایش غلام و فارس[7] (۲۰۰۱) بر تأثیر تنش شوری بر رشد گیاه توت‌فرنگی دریافتند که غلظت‌های بالای سدیم باعث کاهش وزن تر ریشه و اندام هوایی و سطح برگ گیاه گردیده است. مقایسه میانگین عملکرد گیاه توت‌فرنگی رقم کردستان تحت تأثیر تغییرات شوری و بستر کشت در شکل ۱۰ نمایش داده شده است. همانگونه که قابل مشاهده است به طور کلی با افزایش شوری میزان عملکرد گیاه کاهش معنی‌داری یافته است. همچنین در مورد بستر کشت نیز می‌توان استفاده از پرلیت (B1) را در شرایط شوری بهترین گزینه در بین تیمارهای مورد بررسی نام برد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در شوری‌های بالا (سطح چهار) استفاده از حالت ترکیبی کوکوپیت و پرلیت اثر منفی شوری را کمتر تحت تأثیر قرار داده است و افت عملکرد در این تیمارها بیشتر از سایر تیمارها بود. عملکرد در بستر پرلیت (B1) از شوری سطح اول به سطح چهارم ۵۶ درصد کاهش یافته است در حالیکه این کاهش در بستر کوکوپیت (B2) معادل ۶۳ درصد بود. شاهین رخسار[8] و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی تأثیر دور آبیاری و بستر کشت و بر عملکرد برخی پارامترهای رشد گوجه فرنگی در کشت بدون خاک پرداختند و نشان دادند که در بین بسترهای کشت، پرلیت و لیکا بیشترین عملکرد را دارد. همایی (۱۳۸۱) بیان داشتند که کاربرد ترکیب کوکوپیت با پرلیت نسبت به ضایعات نیشکر (باگاس) سبب افزایش میوه برداشت شده توت‌فرنگی رقم سلوا گردید.

1. Sekar
2. Yaghubi
3. Miranda
4. Demir and Kocaliskan
5. Witkowski
6. Munns
7. Ghoulam and Fares
8. Shahin Rokhsar

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹-مقایسه میانگین اثر بسترهای کشت متفاوت در سطوح مختلف شوری بر شاخص سطح برگ. S1، S2، S3 و S4 به ترتیب نشان دهنده غلظت ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و پرلیت (B1)، کوکوپیت (B2)، ۷۰ درصد کوکوپیت بعلاوه ۳۰ درصد پرلیت (B3) و ۵۰ درصد پرلیت بعلاوه ۵۰ درصد کوکوپیت (B4). حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد طبق آزمون دانکن می‌باشد.

آونگ[1] و همکاران (۱۹۹۳) کاهش در عملکرد میوه توت‌فرنگی را تحت شرایط تنش گزارش کردند اما کیفیت میوه تحت تنش شوری ملایم بهبود یافت. وزن تر میوه توت‌فرنگی بیش از وزن خشک تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. کاهش عملکرد میوه به وسیله شوری در نتیجه کاهش تعداد و وزن میوه‌ها می‌باشد. هر چند وزن میوه نسبت به تعداد میوه کاهش بیشتری نشان می‌دهد (خیاط[2] و همکاران، ۲۰۰۷). کاهش در اندازه میوه در محیط‌های شور به وسیله کاهش جذب و انتقال آب به میوه صورت می‌گیرد (ساتو[3] و همکاران، ۲۰۰۶). سیدلرفاطمی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی اثر تنش شوری روی توت فرنگی رقم سلوا در شرایط گلخانه‌ای دریافتند که با افزایش غلظت کلرید سدیم تعداد میوه و در نتیجه عملکرد کاهش می‌یابد. پرلیت با دارا بودن pH خنثی در حد ۷/۵-۶/۵ از هر گونه اختلالی در ریشه گیاه جلوگیری می‌کند. به دلیل، سفید بودن و عایق بودن پرلیت و در نتیجه انعکاس نور خورشید توسط پرلیت، از هر گونه تغییرات ناگهانی در دمای خاک و ایجاد شوکه به ریشه گیاه جلوگیری می‌شود. از لحاظ بهداشتی، با یک محیط استریل روبه‌رو هستیم یعنی عاری از میکروارگانیسم‌ها بیماری‌زا و جالب‌تر آنکه پرلیت دارای خواص علف کش نیز می‌باشد (چن و کائو[4]، ۲۰۰۳).

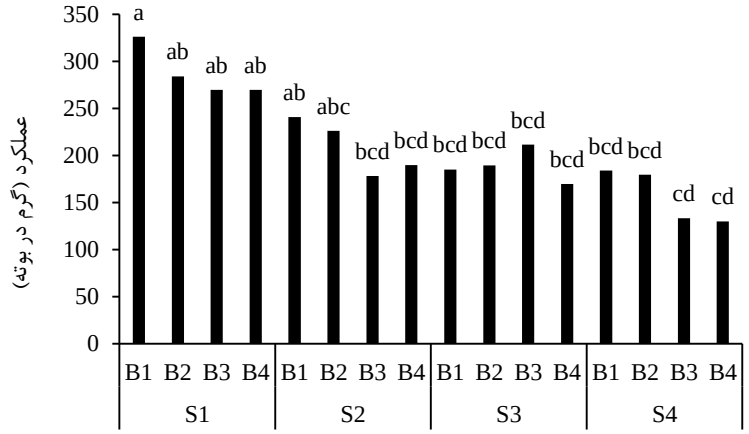
نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که با افزایش شوری سطح برگ و عملکرد توت فرنگی رقم کردستان کاهش معنی‌داری می‌یابد. در بین بسترهای کشت نیز استفاده از پرلیت در شرایط تنش شوری نتایج بهتری بدنبال داشت. استفاده توام کوکوپیت و پرلیت در شرایط شوری تأثیر خوب و رو به بهبودی بر عملکرد گیاه نداشته و بهتر است بسترهای کشت به صورت تکی استفاده شود. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که تفاوت معنی‌داری در بین رقم‌های مختلف توت فرنگی شامل کردستان، کاماروزا و سلوا برای اکثر صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف شوری وجود نداشت. افزایش میزان جذب سدیم تأثیر سویی بر جذب سایر عناصر مورد نیاز گیاه داشت. به نحوی که میزان جذب نیتروژن میوه از ۱۴/۱۵ به ۴/۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم (میانگین هر سه رقم کردستان، کاماروزا و سلوا) رسید. همچنین در مورد فسفر نیز مشاهده شد که بیشترین کاهش مقدار جذب فسفر در رقم کردستان با مقدار ۳/۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ازای افزایش شوری از صفر به ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود. به طور کلی مشاهده شد که بیشترین اثر افزایش شوری بر روی جذب عنصر پتاسیم بود که میزان این عنصر از شوری کم تا زیاد معادل ۴۱/۷۴ درصد (در بخش میوه) کاهش یافت. این میزان کاهش جذب در مورد نیتروژن به طور متوسط برابر با ۳۳ درصد بود.

1. Awang
2. Khayyat
3. Sato
4. Chen and Kao

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر بسترهای کشت متفاوت در سطوح مختلف شوری بر عملکرد. S1، S2، S3 و S4 به ترتیب نشان دهنده غلظت ۰، ۲۰ ، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و پرلیت (B1)، کوکوپیت (B2)، ۷۰ درصد کوکوپیت بعلاوه ۳۰ درصد پرلیت (B3) و ۵۰ درصد پرلیت بعلاوه ۵۰ درصد کوکوپیت (B4). حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد طبق آزمون دانکن می‌باشد.

علت کاهش زیاد در جذب پتاسیم را می‌توان به نقش این عنصر و رفتار شیمیایی نسبتا نزدیک به سدیم ربط داد، چرا که با جذب زیاد سدیم تمایل گیاه به جذب پتاسیم کاهش می‌یابد. نتایج نشان داده که نیتروژن تقریباً به طور مساوی بین برگ و میوه تقسیم شده است و در شرایط شوری بالا افت نیتروژن در میوه نسبت به برگ بیشتر بوده است. در مورد فسفر و پتاسیم مشاهده شد که میزان جذب این دو عنصر در برگ بیشتر از میوه می‌باشد.

منابع

امامی ع.، ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی مؤسسه تحقیقات آب و خاک، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.۱(۹۸۲): ۲۸-۵۸.

حسامی، ع.، امینی، ف.، ساریخانی خرمی، س. و بیر قدار کشکولی، آ. ۱۳۸۹. کاربرد ضایعات نخل خرما به عنوان جایگزینی برای کوکوپیت در کشت هیدروپونیک توت‌فرنگی. همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز.

خلدبرین، ب. و اسلام‌زاده، ت. ۱۳۸۴. تغذیه مواد معدنی بالا. (تالیف هورست مارشنر)، جلد ۱، چاپ دوم. انتشارات دانشگاه شیراز، ۴۹۶ ص.

خوش‌خلق سیما، ا. و علی تبار، ر. ۱۳۹۱. تأثیر شوری بر جوانه‌زنی و آستانه تحمل شوری جو. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۱(۱) : ۱۰۷-۱۲۰.

دیلمقانی‌حسنلویی، م. و همتی، س. ۱۳۹۰. اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان عناصر غذایی، عملکرد و خصوصیات کیفی توت‌فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاک. مجله علول و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۷: ۱-۸.

سیدلر فاطمی، ل.، طباطبایی، س. ج. و فلاحی، ا. ۱۳۸۸. اثر سیلیسیوم بر رشد و عملکرد گیاه توت‌فرنگی در شرایط تنش شوری. مجله علوم باغبانی، ۲۳: ۸۸-۹۵.

فیروزآبادی، م.، امر الهی، ا. و حکم‌آبادی، ح. ۱۳۸۸. بررسی اثرات غلظت‌های متفاوت نیتروژن، کلسیم و پتاسیم بر روی رشد و عملکرد توت‌فرنگی رقم سلوا. کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه گیلان.

کافی، م. و مهدوی دامغانی، ع. ۱۳۸۶. مکانیسم مقاومت برای تنش زیست محیطی در گیاهان. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۴۶۷ص.

محمدی، س.، خوش خلق سیما، ا. و سعیدی، ع. ۱۳۸۶. بررسی اثرات کلرید سدیم و کلسیم بر تولید ماده خشک، روابط آبی، انباشت ترکیبات معدنی و آلی در دو ژنوتیپ حساس و متحمل گندم. مجله دانش کشاورزی. ۱۷ (۴):. ۵۳-۶۴.

معزاردلان، م. و ثواقبی فیروزآبادی، غ. ۱۳۸۸. تغذیه درختان میوه. (تألیف جی. اس. نیجار)، چاپ دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران، ۲۵۹ ص.

www.SID.ir

Archive of SID

همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. چاپ اول، انتشارات کمیته ملی آبیاری. ۱۰۷ ص.

Abad, M., Noguera, P., Puchades, R., Maquieira, R. and Noguera, A. 2009. Physico-chemical and chemical properties of same coconut coir dusts for use as a peat substitute for containe rized or namental plants. Bioresource Technology, 82: 241-245.

Albaho, M., Bahat, N. and Abo-Rezq, H. 2009. Effect of three different substrates on growth and yield of two cultivars. European Journal of scientific Research, 28: 227-233.

Altman, A. and Freudenberg, D. 1983. Quality of *pelargonium graveolens* cutting as effected by the rooting medium. Horticultural Science, 19: 379-385.

Awang, Y.B., Atherton, J.G. and Taylor, A.J. 1993. Salinity effects on strawberry plants grown in Rockwool II. Fruit quality. Journal of Horticultural Science, 68: 631-635.

Badr, M.A. and Talaab, A.S. 2008. Response of tomatoes to nitrogen supply through drip irrigation system under salt stress conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2(1): 149-156.

Bashir, K., Kausar, R., Shahzad, S.M., Ashraf, M., Siddiqui, A.R., Ahmad, A. and Piracha, M.A. 2016. Bio-associative effect of rhizobacteria on nodulation and yield of mungbean (*Vigna radiata* L.) under saline conditions. Journal of Applied Agriculture and Biotechnology, 2: 23-37.

Bryla, D. and Scagel, C. 2014. Limitations of $CaCl_2$ salinity to shoot and root growth and nutrient uptake in 'Honeoye'strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). Journal Horticultural Science and Biotechnol, 89: 458-470

Caruana, J.C., Sittmann, J.W., Wang, W. and Liu, Z. 2018. Suppressor of runnerless encodes a DELLA Protein that controls runner formation for asexual reproduction in strawberry. Molecular Plant, 11 (1): 230-233.

Chen, C.T., Li, C.C. and Kao, C.H. 2003. Senescence of rice leaves XXXI. Changes of chlorophyll, protein and polyamine contents and ethylene production during senescence of a chlorophyll-deficient mutant. Journal of plant Growth Regulation, 10: 201-205.

Cramer, G.R. 2002. Sodium-calcium interactions under salinity stress. In: L€auchli A, Lu¨ttge U, eds. Salinity: environment - plants - molecules. Dordrecht: Springer, 205-227.

Davis, T.M., Denoyes-Rothan, B. and Lereeteau-kohler, E. 2007. Strawberry (chapter 8). In Kole, C. (Ed). Genome plants, 4: 189-204.

Dejampour, J., Aliasgarzad, N., Zeinalabedini, M., Rohani, M. and Majidi Hervan, E. 2012. Evaluation of salt tolerance in almond (*Prunus dulcis* (L.) Batsch) rootstocks. African Journal of Biotechnology, 11(56): 11907-11912.

Demir, M. and Kocaliskan, S. 2001. Effect NaCl and proline on polyphenol dixidase activity in bean seeding. Biologia plantarum, 44: 607-609.

El-Arquan, M.Y., El-Hamdi, K.H., Seleem, E.M. and El-Tantawy, I. M. 2002. Nutrient uptake of sugar beet as affected by NPK fertilization and soil salinity levels. Egyptian Journal of Soil Science, 42(4): 783-797.

Elwan, M.W.M. and Abd El-Hamed, K.E. 2011. Influence of nitrogen form, growing season and sulfur fertilization on yield and the content of nitrate and vitamin C of broccoli. Scientia Horticulturae, 127: 181-187.

FAO. 2008. Available online at: http: //faostat.fao.org/faostat.

Ferchichi, S., El Khouni, A., Zorrig, W., Atia, A., Rabhi, M., Gharsalli, M. and Abdelly, C. 2016. Nutrient uptake and use efficiencies in *Medicago ciliaris* under salinity. Journal of Plant Nutrition, 39: 932-941.

Francois, L.E. 1994. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline condition. Agronomy Journal, 86: 233-237.

Ghoulam, C. and Fares, K. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seeding growth of sugar beet. Seed Scieness and Technology, 29: 357-364.

Grattan, S.R. and Grieve, C.M. 1999. Salinity-mineral nutrient relation in horticultural crops. Scientia Horticulturae, 78: 659-665.

Greenway, H. and Munns, R. 1998. Mechanisms of salt tolerance in non-halopht. Annual review of plant, 31: 149-190.

Hancock, J.F. 1999. Strawberries. CAB International Publishing, New York, USA, 237 p.

Hussain, K., Nisar, M.F., Majeed, A., Nawaz, K. and Bhatti, K.H. 2010. What molecular mechanism is adapted by plants during salt stress tolerance? African Journal of Biotechnology, 9: 416-422.

www.SID.ir

Archive of SID

Imami, A.S. 1996. Plant decomposition methods. Publication No. 928. Soil and Water Research Institute, 202 p.

Jaleel, A.C., Gopi, R., Sankar, B., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Sridharan, R. and Panneerselvam, R. 2007. Studies on germination, seedling vigour, lipid per oxidation and proline metabolism in *Catharanthus roseus* seedlings under salt stress. South African Journal of Botany, 73: 190-195.

Johnson, C.M. and Ulrich, A. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. Bulletin 766. Berkeley: University of California, Agricultural Experiment Station, pp. 26-78.

Keutgen, A. and Pawelzic, E. 2008. Quality and nutritional value of strawberry fruit under long salt stress. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 107: 1413-1420.

Keutgen, A. and Pawelzic, E. 2009. Impact of NaCl stress on plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry. Environmental and Experimental Botany, 95: 325-332.

Khayyat, M., Tehranifar, A., Akbarian, A., Shayestehnia, Sh. and Khabari, S. 2007. Effect of calcium forms on electrolyteleakage, total nitrogen yield and biomass production by strawberry plants under NaCl salinity. Journal Central European Agriculture, 10(3): 297-302.

Levitt, J. 1980. Response of Plant to Environmental Stresses. Vol. Water radiation, salt and other stresses. Academic press, P 607.

Lynch, J. and Lauchi, A. 1985. Salt stress disturbs the Ca nutrition of barely. New Phytologist, 99: 345-354.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrittion of Higher Plants (Second Edition). Chapter 1 Elsevier, 1-5.

Martinez, V., Bernstein, N. and Lauchli, A. 1996. Salt-induced inhibition of phosphorus transport in lettuce plants. Physiologia Plantarum, 97: 118-122.

Mass, E.V., Hoffman, G.J. and Asce, M. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division, 103: 115-134.

Mazahreh, N., Nejatian, A. and Mousa, M. 2015. Effect of different growing medias on cucumber production and water productivity in soilless culture under UAE conditions. Merit Research Journal of Agricultural Science and Soil Sciences, 3(9): 131-138.

Mickelbart, M.V., Hasegawa, P.M. and Bailey-Serres, J. 2015. Genetic mechanisms of abiotic stress tolerance that translate to crop yield stability. Nature Reviews Genetics, 16: 237–251.

Miranda, D., Fischer, G., Mewis, I., Rohn, S. and Ulrichs, C. 2014. Salinity effects on proline accumulation and total antioxidant activity in leaves of the Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). Journal of Applied Botany and Food Quality, 87: 567-578.

Mozafari, A.A., Dedejani, S. and Ghaderi, N. 2018. Positive responses of strawberry (*Fragaria×ananassa* Duch.) explants to salicylic and iron nanoparticle application under salinity conditions. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 134(2): 267-275.

Munns, R., Greenway, H., Delane, R. and Gibbs, R. 1982. Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue of *Hordeum Vulgar* growing at hight external NaCl. Journal of Exprimental Botany, 33: 547-583.

Najafi, S. 2012. Effect of plant spraying with calcium nitrate on growth and development, yield and biochemical changes of plant and fruit of two cultivars of strawberry grown in different levels of salinity. Master's thesis of horticulture, Shahid Chamran University of Ahwaz.

Nobel, C.L. and Rogers, M.E. 1992. Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. Plant Soil, 146: 99-107.

Olympios, C.M. 1992. Soilless media under protected cultivation, peat, perlite, and other substrates. Acta Horticulturae, 401: 443-451.

Othman, Y.G. and Al-Karaki, A. 2006. Variation in germination and ion uptake in barley genotypes under salinity condition. World Journal of Agricultural Sciences, 2: 11-15.

Plaut, Z. and Heure. 1985. Adjustmen growth, photosynthesis and transpiration of strawbeery plants exposed to saline condition. Field Crops Reserch, 10: 1-13.

Quiroz, K.A., Berríos, M., Carrasco, B., Retamales, J.B., Caligari, P.D. and GarcíaGonzáles, R. 2017. Meristem culture and subsequent micropropagation of Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis* Duch.). Biological Research, 50:20-35.

Sato, S., Sakaguchi, S. and Furukawa, H. 2006. Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on fruit characteristic of tomato. Science Horticulturae, 109: 248-253.

Schachtman, D.P. 1992. Sodium accumulation in leaves of triticum species that differ in salt tolerance. Australian Journal of Plant Physiology, 19: 331-39.

www.SID.ir

Archive of SID

Sekar, S.K. 2016. Efficacy of Salinity Mitigation on Warm Season Turfgrass. Cornell University, New York.

Shahin Rokhsar, P., Davari, K.B., Pivast, G., Ghahremani, B. and Nemati, H. 2007. Investigation of the effect of irrigation interval and planting bed on yield and some parameters of tomato growth in soil without soil (bag). Journal of Agricultural Engineering Research, 8(1): 31-46.

Witkowski, E. T. 1991. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. Oecologia, 88: 486-490.

Yaghubi, K., Ghaderi, N., Vafaee, Y. and Javadi, T. 2016. Potassium silicate alleviates deleterious effects of salinity on two strawberry cultivars grown under soilless pot culture. Scientia Horticulturae, 213: 87-95.

Zahedi, M.B., Razi, H. and Saed-Moucheshi, A. 2016. Evaluation of antioxidant enzymes, lipid peroxidation and proline content as selection criteria for grain yield under water deficit stress in barley. Journal of Applied Biological Sciences, 10: 34-51

Zhang, P., Senge, M. and Dai, Y. 2016. Effects of salinity stress on growth, yield, fruit quality and water use efficiency of tomato under hydroponics system. Reviews in Agricultural Science, 4: 46-55.

www.SID.ir