اثر تنش شوری بر صفات مورفولوژیکی خاص در ده رقم توت‌فرنگی در کشت بدون خاک

ابراهیم لطیفی‌خواه[۱*]، سعید عشقی[۲]، علی قرقانی[۳]، و فاطمه رزاقی[۴]

[۱*]دانشجوی سابق دکتری تخصصی بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز و عضو هیئت علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

[۲]استاد بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز

[۳] دانشیار بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز

[۳] استادیار بخش مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز

[*]نویسنده مسئول: elatifikhah@gmail.com

چکیده

به‌منظور بررسی پاسخ ده رقم توت‌فرنگی به تنش شوری و شناسایی تفاوت تحمل رقم‌ها به شوری آزمایشی در گلخانه پژوهشی بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام شد. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور شوری (۴ سطح شامل: ۰ (شاهد)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار) و رقم (ده رقم) انجام شد. در هر تیمار ۴ تکرار یا چهار گلدان وجود داشت و در هر گلدان دو گیاه کشت شد. بوته‌های یکنواخت توت‌فرنگی (ده رقم) در گلدان‌های ۴ لیتری که با کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۱:۱ پر شده بودند کشت شد. رطوبت نسبی گلخانه حدود ۵±۶۵ درصد بود. پس از استقرار گیاهان تیمارهای شوری شروع شد. آبیاری گیاهان با محلول غذایی نیم‌هوگلند و سپس با محلول غذایی هوگلند کامل انجام شد. نتایج نشان داد که شوری دارای تاثیر منفی بر بیشتر ویژگی‌های مورد ارزیابی بود و باعث کاهش فعالیت فتوسنتزی و محتوای کلروفیل برگ، کاهش سطح برگ، کاهش وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، کاهش طول میوه اول و دوم و کاهش عملکرد تک بوته گردید. رقم‌های 'آروماس'، 'پاروس'، 'سلوا'، 'کردستان'، 'کاماروسا'، 'پاجرو' و 'گاویوتا' در مقایسه با رقم‌های 'کوئین‌الیزا'، 'میشنری' و 'چندلر' نسبت به تنش شوری متحمل‌تر بودند.

کلمات کلیدی: توت‌فرنگی، عملکرد، کلرید سدیم ، وزن میوه، ، هیدروپونیک

مقدمه

شوری یکی از تنش‌های مهم غیر زنده است که اثرات زیان‌باری بر عملکرد گیاه و کیفیت محصول بر جای می‌گذارد. تنش شوری همه‌ی فرآیندهای اصلی همچون رشد، سنتز پروتئین و متابولیسم چربی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. توت‌فرنگی به‌عنوان یک گونه حساس به شوری مطرح است، اما بین ارقام مختلف تفاوت وجود داشته و ارزیابی ارقام از نظر تحمل به شوری اهمیت دارد (لطیفی‌خواه و همکاران، ۱۳۹۷). مطابق با آمار فائو، در سال ۲۰۱۷ سطح زیر کشت توت‌فرنگی در جهان بیش از ۵۴۳ هزار هکتار و میزان تولید جهانی این محصول بیش از ۱۲ میلیون و ۹۲۰ هزار تن گزارش شده‌است. کشور چین با ۱۳۳۶۸۵ هکتار سطح زیر کشت توت‌فرنگی در رتبه اول قرار دارد و به‌دنبال آن کشورهای لهستان، روسیه، آمریکا و ترکیه قرار دارند. از لحاظ تولید نیز کشورهای چین، آمریکا، مکزیک، مصر و ترکیه به‌ترتیب در رتبه اول تا پنجم قرار دارند (FAO, 2017). در اثر تنش شوری فعالیت نورساختی گیاه توت‌فرنگی رقم پاروس به میزان زیادی کاهش یافت. همچنین مشخص شد که شوری باعث کاهش سطح برگ شد، به طوری که با افزایش غلظت کلرید سدیم از صفر به ۴۰ میلی‌مولار، شاخص سطح برگ به طور معنی‌داری در توت‌فرنگی رقم پاروس کاهش یافت (عشقی و همکاران، ۱۳۹۵). در توت‌فرنگی تنش شوری با غلظت ۴۰ میلی‌مول بر لیتر باعث کاهش وزن تر و خشک و نیز سطح فعال برگ از نظر فتوسنتز و میزان آب برگ گردید (Keutgen and Pawelzik, 2009). هدف از

IrHC2019

این پژوهش بررسی تغییرات مورفولوژیک ده رقم توت فرنگی در شرایط تنش شوری و شناسایی تفاوت تحمل رقم‌ها و گروه‌بندی آن‌ها از نظر تحمل به شوری بود. تاکنون پژوهشی جامع در زمینه ارزیابی پاسخ‌های مورفولوژیکی ارقام مختلف توت‌فرنگی به تنش شوری انجام نشده‌است، به‌همین خاطر این پژوهش برنامه‌ریزی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی پاسخ ده رقم توت‌فرنگی به تنش شوری و شناسایی تفاوت تحمل رقم‌ها به شوری پژوهشی در گلخانه بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در شرایط کشت بدون خاک انجام شد. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور شوری ناشی از کلرید سدیم (۴ سطح شامل: ۰(شاهد)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم و رقم (ده رقم شامل: رقم کردستان، رقم سلوا، رقم میشنری، رقم آروماس، رقم کوئین‌الیزا، رقم چندلر، رقم کاماروسا، رقم پاروس، رقم پاجرو و رقم گاویوتا) انجام شد. در هر تیمار ۴ تکرار یا چهار گلدان وجود داشت و در هر گلدان دو گیاه کشت شد. گیاهان دختری ریشه‌دار شده توت‌فرنگی رقم‌های یاد شده بالا از نهالستان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان تهیه و در گلخانه در گلدان‌های چهار لیتری حاوی محیط کشت پرلایت و کوکوپیت با نسبت ۱:۱ کشت شد. دمای گلخانه در روز ۳±۲۴ درجه سلسیوس و در شب ۳±۱۵ درجه سلسیوس بود. شرایط نور طبیعی و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد بود. آبیاری این گیاهان در ابتدا با محلول غذایی هوگلند نیم غلظت و سپس با محلول غذایی هوگلند کامل انجام شد و به صورت ۲ روز یک بار ۲۰۰ سی‌سی محلول غذایی هوگلند به پای هر گلدان داده شد. پس از کاشتن گیاهان ابتدا به مدت یک هفته گلدان‌ها با آب معمولی آبیاری شدند و پس از استقرار گیاهان (مرحله چهار تا پنج برگی)، به منظور اعمال تنش شوری از نمک کلرید سدیم (NaCl) در محلول غذایی استفاده شد. نحوه اعمال شوری به این صورت بود که غلظت‌های نمک به تدریج در محلول غذایی بالا برده شد. برای این منظور ابتدا، دو مرتبه تیمار ۱۰ میلی‌مولار NaCl برای گلدان‌های مورد نظر استفاده شد و سپس تیمار ۲۰ میلی‌مولار به کار رفت و در نهایت به تیمار ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار از NaCl رسانده شد. مقدار هدایت الکتریکی (EC) هریک از این غلظت‌های نمک پس از حل شدن نمک در محلول غذایی هوگلند به ترتیب ۱/۴۵ (۰ میلی‌مولار)، ۳/۳۸ (۲۰ میلی‌مولار) و ۴/۵۳ (۴۰ میلی‌مولار)، ۵/۹۵ (۶۰ میلی‌مولار) دسی‌زیمنس بر متر بود. آبیاری گیاهان با محلول‌های شور تا پایان دوره میوه‌دهی کامل بررسی شد. برای تیمار شاهد فقط آبیاری با محلول غذایی انجام شد. نحوه آبیاری به گونه‌ای بود که حدود ۲۰ درصد محلول از ته گلدان خارج شد و نیز یک بار در هر سه نوبت آبیاری عمل آبشویی گلدان‌ها با آب معمولی انجام شد. شش هفته پس از اعمال تیمار شوری، تعداد ۳ برگ به‌طور کامل توسعه یافته از هر تکرار در نظر گرفته شد و سطح آنها توسط دستگاه Leaf Area meter (مدل DELTA- T DEVICES LTD, Cambridge, England) ساخت کشور انگلیس اندازه‌گیری شد. سپس میانگین هر تکرار مورد بررسی قرار گرفت. در پایان آزمایش، گیاهان از گلدان خارج شده و ریشه‌های آنها برای جداسازی محیط کشت به‌طور کامل شستشو شدند. در مرحله بعد قسمت ریشه از شاخساره جدا شده و توزین هر دو قسمت به‌طور جداگانه انجام شد. سپس به‌مدت ۴۸ ساعت در آون ۸۰ درجه سلسیوس قرار گرفت و وزن خشک ریشه و شاخساره اندازه‌گیری شد. در طول دوره‌ی آزمایش و پس از رسیدن میوه‌های اول و دوم طول و قطر آنها توسط کولیس دیجیتال (Digital caliper) اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به‌دست آمد. در مدت سه ماه به تدریج با رسیدن میوه‌ها، جمع‌آوری و وزن شدند. در پایان آزمایش نیز، تمام میوه‌های باقی مانده روی بوته جمع‌آوری و وزن شدند. سپس وزن تمامی میوه‌ها از آغاز تا پایان آزمایش با هم جمع شد و به عنوان محصول کل هر بوته در این مدت در نظر گرفته شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-15 انجام گرفت و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

IrHC2019

نتایج و بحث

ارقام مختلف از لحاظ سطح برگ در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. مقایسه میانگین نشان داد که رقم پاروس در تیمار شاهد شوری با ۶۷/۰۵ سانتی‌متر مربع بیشترین سطح برگ را داشت و کمترین سطح برگ هم مربوط به رقم میشنری با ۴۲/۹ سانتی‌متر مربع در تیمار ۶۰ میلی‌مولار نمک بود (جدول ۱). با افزایش غلظت نمک کلرید سدیم از صفر به ۶۰ میلی‌مولار، شاخص سطح برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در پژوهش‌های پیشین تاثیر منفی شوری بر میزان سطح برگ به اثبات رسیده‌است. به‌طور مثال، کیوتگن و پاولزیک (۲۰۰۹)، سعید و همکاران (۲۰۰۵) و نیز جمالی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار سطح برگ توت‌فرنگی شد. مهم‌ترین اثرات شوری کاهش سرعت رشد و در نتیجه آن تولید برگ‌های کوچکتر، گیاه کوچکتر و در مواردی تعداد برگ کمتر است. طول و حجم ریشه‌ها نیز کاهش یافت. در پژوهشی روی توت‌فرنگی به این نتیجه رسیدند که افزایش غلظت کلرید سدیم در محلول غذایی باعث کاهش رشد و نمو گیاه از جمله کاهش وزن تر و خشک شاخساره گیاه توت‌فرنگی شد (سیدلرفاطمی و همکاران، ۱۳۸۸) که با نتایج پژوهش ما همسو می‌باشد. در طول رشد، گیاهان از نظر فعالیت متابولیکی (فتوسنتز، تنفس و جذب مواد معدنی) در حداکثر فعالیت خود هستند. علاوه بر این، فرآیند طویل شدن سلولی، سرعت تمایز در برگ و تعداد تقسیم‌های سلولی نیز در آن‌ها به بیش‌ترین مقدار می‌رسد (Saied *et al*., 2005). گزارش شده‌است که شوری موجب کاهش رشد رویشی گیاه گردید (Acosta-Motos *et al*., 2017) نتایج پژوهش ما هم تاییدکننده همین نکته است. نتایج حاصل از واکاوی داده‌های ده رقم توت‌فرنگی مورد بررسی نشان داد که وزن تر و خشک شاخساره در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. مقایسه میانگین صفات (جدول ۱) نشان داد که رقم آروماس در سطح شاهد شوری با ۵۸/۰۳ و ۱۰/۸۵ گرم به ترتیب بیشترین وزن تر و خشک شاخساره را داشت و کمترین وزن تر شاخساره مربوط به رقم میشنری در سطح ۶۰ میلی‌مولار شوری با ۱۸/۵۲ گرم بود. همچنین رقم میشنری با ۴/۹۵ گرم در سطح شوری ۶۰ میلی‌مولار کمترین وزن خشک شاخساره را داشت. در غلظت ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم وزن تر شاخساره در مقایسه با شاهد در رقم آروماس ۴۶/۹۱ درصد کاهش داشته است. همچنین در غلظت یادشده وزن خشک شاخساره ۴۵/۴۶ درصد در رقم آروماس در مقایسه با شاهد کاهش از خود نشان داده است. نتایج نشان داد که وزن تر و خشک ریشه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. مقایسه میانگین صفات (جدول ۱) نشان داد که رقم آروماس با ۳۳/۴۸ گرم بیشترین وزن تر ریشه در تیمار شاهد شوری، و کمترین وزن تر ریشه مربوط به رقم میشنری با ۸/۵۶ گرم در تیمار ۶۰ میلی‌مولار نمک بود. همچنین رقم آروماس با ۶/۳۸ گرم بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار شاهد شوری و کمترین وزن خشک ریشه مربوط به رقم کوئین‌الیزا با ۲/۹۶ گرم در تیمار ۶۰ میلی‌مولار نمک بود. وزن تر ریشه در هر ده رقم با افزایش سطح شوری روند کاهشی قابل توجهی نشان داد. در غلظت ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم وزن تر ریشه در رقم آروماس در مقایسه با شاهد در همان رقم ۵۶/۰۸ درصد کاهش داشته است. همچنین در غلظت یادشده وزن خشک ریشه ۴۷/۷ درصد در رقم آروماس در مقایسه با شاهد کاهش داشت. نتایج واکاوی داده‌ها نشان داد که ارقام از لحاظ عملکرد تک بوته در سطح احتمال ۵ درصد باهم اختلاف معنی‌داری داشتند. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که رقم آروماس در تیمار شاهد شوری با عملکرد ۳۲۳/۴۳ گرم در بوته بیشترین عملکرد را داشت و کمترین عملکرد در بوته برای رقم میشنری با ۱۲۳/۷۹ گرم در بوته در سطح ۶۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم بود (جدول ۱). نتایج واکاوی داده‌ها بیانگر این است که تنش شوری به طور معناداری باعث کاهش عملکرد تک بوته در یک دوره ۶۰ روزه شده‌است به گونه‌ای که در غلظت ۶۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم حدود ۴۱ درصد کاهش عملکرد در رقم آروماس در مقایسه با شاهد مشاهده شد. در پژوهشی اثر تنش کلرید سدیم در کاهش مقدار محصول تک بوته توت‌فرنگی مشاهده شد (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۰)، نتایج پژوهش ما با یافته‌های آن‌ها مشابه بود. کاهش مقدار عملکرد تک بوته در شرایط تنش شوری کلرید سدیم از دو عامل کاهش تعداد میوه و کاهش وزن تر میوه در اثر شوری تاثیر می‌گیرد.

IrHC2019

جدول «۱» مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده

رقم	شوری	سطح برگ (cm^2)	وزن تر شاخساره (g)	وزن خشک شاخساره (g)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	طول میوه اولیه (mm)	عملکرد تک بوته (گرم در بوته)
آروماس	۰	۶۰/۶۵^{c}	۵۸/۰۳^{a}	۱۰/۸۵^{a}	۳۳/۴۸^{a}	۶/۳۸^{a}	۴۹/۶۷^{a}	۳۲۳/۴۳^{a}
	۲۰	۵۵/۱۳^{h}	۵۱/۸۲^{ef}	۹/۳۵^{ab}	۲۲/۴۲^{cd}b	۴/۵۴^{ab}	۳۶/۷۳^{d}	۱۷۴/۲۸^{ab}
	۴۰	۵۱/۵۸^{mn}	۳۵/۸۰$^{l m}$	۷/۳۰^{bc}	۱۷/۲۹$^{j k}$	۳/۷۵^{b}	۲۸/۵۲^{k}	۱۵۸/۱۸$^{hi j}$
	۶۰	۵۰/۸۸^{o}	۲۹/۹۰^{r}	۵/۶۲^{c}	۱۳/۶۵^{m}	۳/۱۲^{c}	۱۸/۱۵^{w}	۱۴۴/۲۸^{no}
چندلر	۰	۵۹/۱۰^{de}	۴۷/۴۰^{g}	۹/۰۰^{ab}	۲۲/۰۸^{cd}	۴/۱۵^{b}	۲۷/۱۶^{l}	۱۶۲/۲۳$^{f g}$
	۲۰	۵۱/۳۳^{n}	۴۰/۲۱^{j}	۷/۸۴$^{a-c}$	۱۹/۱۲^{h}	۳/۹۵^{b}	۲۶/۶۶^{m}	۱۶۰/۸۱^{gh}
	۴۰	۴۹/۰۵$^{r s}$	۳۸/۲۶^{k}	۸/۰۰^{b}	۱۳/۶۱^{m}	۳/۰۹^{c}	۲۳/۳۱^{pq}	۱۴۵/۳۰^{n}
	۶۰	۴۵/۹۳^{x}	۳۰/۷۶^{pqr}	۵/۸۰^{c}	۱۰/۹۵^{q}	۲/۹۵^{d}	۱۶/۵۸^{y}	۱۴۱/۱۳^{opq}
گاویوتا	۰	۶۰/۴۸^{c}	۵۱/۱۴^{f}	۹/۳۰^{ab}	۲۱/۸۴^{def}	۴/۴۵^{ab}	۲۹/۷۴^{i}	۲۳۲/۰۶^{cd}
	۲۰	۵۱/۴۸^{mn}	۴۲/۲۲^{i}	۸/۸۴^{ab}	۱۸/۸۷^{hi}	۳/۹۶^{b}	۲۹/۱۴^{j}	۱۵۹/۴۰^{ghi}
	۴۰	۴۸/۵۵^{t}	۳۶/۴۵^{l}	۷/۸۵^{b}	۱۲/۸۱^{no}	۳/۰۲^{c}	۲۲/۴۱^{r}	۱۴۲/۹۹^{no}
	۶۰	۴۶/۴۳^{w}	۳۲/۷۹^{o}	۷/۰۰^{bc}	۱۱/۰۲^{q}	۲/۹۸^{d}	۱۹/۰۳^{v}	۱۳۳/۷۳^{s}
کاماروسا	۰	۵۲/۹۳^{k}	۴۴/۷۹^{h}	۸/۲۰^{b}	۳۰/۴۵^{ab}	۵/۹۶^{a}	۲۳/۶۶^{op}	۲۳۰/۰۲^{d}
	۲۰	۴۹/۷۳^{q}	۳۶/۴۵^{l}	۷/۸۲^{b}	۱۸/۳۳^{i}	۳/۶۳^{b}	۲۲/۹۳^{q}	۱۴۶/۰۱^{mn}
	۴۰	۴۷/۶۵^{u}	۲۸/۸۰^{s}	۵/۵۴^{c}	۱۲/۸۲^{no}	۳/۰۱^{c}	۱۸/۴۱^{w}	۱۴۱/۱۴^{opq}
	۶۰	۴۴/۵۳^{y}	۲۱/۶۷^{x}	۵/۲۳^{cd}	۱۰/۱۵^{r}	۲/۳۶^{d}	۱۴/۳۱^{a}	۱۲۷/۴۴^{t}
کردستان	۰	۵۹/۴۳^{d}	۵۵/۴۱^{c}	۱۰/۲۵^{a}	۲۵/۴۱^{bc}	۵/۲۴^{ab}	۳۳/۰۶^{f}	۱۷۱/۰۷^{cde}
	۲۰	۵۳/۹۹^{j}	۴۸/۱۸^{g}	۹/۱۲^{ab}	۲۱/۳۵^{ef}	۴/۳۲^{ab}	۳۱/۹۶^{g}	۱۶۸/۸۶^{e}
	۴۰	۵۲/۱۵^{l}	۳۳/۰۱^{o}	۷/۱۵^{b}	۱۶/۲۲^{l}	۳/۲۶^{b}	۲۶/۳۷^{m}	۱۵۲/۹۲^{l}
	۶۰	۴۷/۸۳^{u}	۲۶/۲۶^{u}	۵/۰۰^{d}	۱۲/۵۸^{op}	۳/۰۰^{c}	۲۰/۶۷^{t}	۱۳۶/۹۶^{r}
میشنری	۰	۵۴/۵۵^{i}	۳۸/۰۷^{k}	۷/۰۰^{bc}	۲۷/۶۵^{b}	۵/۳۶^{ab}	۱۷/۴۹^{x}	۱۴۸/۷۳^{m}
	۲۰	۴۷/۶۸^{u}	۲۹/۹۱^{r}	۵/۲۳^{c}	۱۶/۷۳^{kl}	۳/۳۴^{b}	۱۶/۱۰^{x}	۱۴۱/۲۶^{opq}
	۴۰	۴۴/۵۳^{y}	۲۳/۵۵^{w}	۵/۴۲^{c}	۱۱/۲۲^{q}	۲/۹۸^{d}	۱۳/۲۸^{y}	۱۳۸/۰۶^{qr}
	۶۰	۴۲/۹۰^{z}	۱۸/۵۲^{y}	۴/۹۵^{d}e	۸/۵۶^{t}	۲/۴۵^{d}	۱۱/۲۱^{z}	۱۲۳/۷۹^{u}
پاجرو	۰	۵۸/۵۵^{f}	۵۲/۵۹^{e}	۹/۶۵^{a}b	۲۲/۰۸^{cd}	۴/۱۲^{b}	۳۰/۵۴^{h}	۲۷۸/۹۴^{cd}
	۲۰	۵۲/۲۳^{l}	۴۲/۱۵^{i}	۸/۶۵^{b}	۱۹/۱۲^{h}	۴/۰۱^{b}	۲۹/۹۷^{i}	۱۵۶/۳۵$^{i j k}$
	۴۰	۴۹/۲۰$^{r s}$	۳۵/۲۲^{m}	۶/۹۵^{bc}	۱۳/۷۶^{m}	۳/۵۶^{b}	۲۳/۹۶^{o}	۱۴۳/۳۰^{no}
	۶۰	۴۶/۴۵^{w}	۳۱/۳۹^{pq}	۵/۳۲^{c}	۱۱/۲^{q}	۲/۸۸^{d}	۱۹/۶۷^{u}	۱۲۹/۸۷^{t}
پاروس	۰	۶۷/۰۵^{a}	۵۶/۹۶^{b}	۱۰/۲۴^{a}	۲۸/۰۹^{b}	۵/۳۹^{ab}	۴۶/۶۰^{b}	۳۰۲/۳۴^{ab}
	۲۰	۵۸/۸۳^{ef}	۵۱/۹۳^{ef}	۹/۳۸^{ab}	۲۲/۲۶^{cd}	۴/۱۶^{b}	۳۴/۷۵^{d}	۱۷۱/۸۵^{bcde}
	۴۰	۵۳/۷۵^{j}	۳۴/۰۸^{n}	۶/۲۱^{bc}	۱۶/۹۳$^{j kl}$	۳/۶۸^{b}	۲۵/۲۴^{n}	۱۵۵/۸۷$^{j kl}$
	۶۰	۴۹/۳۸^{qr}	۲۷/۴۳^{t}	۵/۶۵^{c}	۱۳/۶۶^{m}	۳/۴۵^{b}	۱۸/۲۳^{w}	۱۳۹/۵۹^{pqr}
کویین	۰	۵۱/۷۵^{m}	۴۰/۲۱^{j}	۷/۵۶^{b}	۲۰/۱۶^{g}	۳/۹۶^{b}	۱۹/۱۸^{v}	۱۵۲/۸۷^{l}
	۲۰	۴۹^{s}	۳۱/۵۵^{p}	۵/۳۵^{c}	۱۷/۵۳^{j}	۳/۴۵^{b}	۱۷/۰۸^{x}	۱۴۱/۷۷^{op}
	۴۰	۴۶/۸۳^{v}	۲۴/۸۰^{v}	۵/۱۲^{c}	۱۲/۰۲^{p}	۳/۰۱^{c}	۱۳/۸۱^{y}	۱۳۳/۲۲^{s}
	۶۰	۴۴/۲۸^{y}	۱۹/۴۶^{y}	۵/۰۰^{c}	۹/۳۵^{s}	۲/۹۶^{d}	۱۰/۶۸^{z}	۱۲۳/۹۵^{u}
سلوا	۰	۶۲/۳۰^{b}	۵۴/۳۸^{d}	۱۰/۱۲^{a}	۲۷/۷۶^{bc}	۵/۶۳^{a}	۴۴/۵۴^{c}	۲۸۶/۲۶^{bc}
	۲۰	۵۶/۶۰^{g}	۴۷/۷۲^{g}	۸/۶۹^{b}	۲۱/۹۴^{de}	۴/۰۴^{b}	۳۳/۸۲^{e}	۱۷۰/۲۴^{de}
	۴۰	۵۰/۳۰^{p}	۳۰/۴۳^{qr}	۵/۱۳^{c}	۱۶/۶۱^{kl}	۳/۳۶^{b}	۲۷/۴۵^{l}	۱۵۴/۴۲^{kl}
	۶۰	۴۷/۷۰^{u}	۲۶/۷۵$^{t u}$	۵/۱۶^{c}	۱۳/۵۱^{mn}	۳/۲۵^{b}	۲۱/۵۲^{s}	۱۳۸/۲۹^{qr}

میانگین‌های دارای حرف(های) یکسان تفاوت معنی‌دار آماری ندارند (LSD5%).

IrHC2019

منابع

سیدلرفاطمی، ل.، طباطبایی، س. ج. و فلاحی، ا. ۱۳۸۸. اثر سیلیسیوم بر رشد و عملکردگیاه توت‌فرنگی در شرایط تنش شوری. نشریه علوم باغبانی. ۲۳، (۱): ۹۵-۸۸.

عشقی، س.، محرمی، س. و جمالی، ب. ۱۳۹۵. اثر اسید سالیسیلیک بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه توت‌فرنگی رقم پاروس در شرایط شوری. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۷، (۲۸): ۱۷۳-۱۶۳.

لطیفی‌خواه، ا.، عشقی، س.، قرقانی، ع.، تفضلی، ع. و رزاقی، ف. ۱۳۹۷. اثر شوری و براسینواستروئید بر عملکرد میوه و غلظت برخی عناصر توت‌فرنگی در کشت بدون خاک. نهمین همایش ملی یافته‌های پژوهشی کشاورزی با محوریت توت‌فرنگی، دانشگاه کردستان، سنندج.

یوسفی، م.، طباطبایی، س. ج.، حاجیلو، ج. و مهنا، ن. ۱۳۹۰. اثر تنش شوری کلرید سدیم در بخشی از سیستم ریشه بر عملکرد، کمیت و کیفیت میوه توت‌فرنگی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۱: ۱۴۴-۱۳۶.

Acosta-Motos, J., Ortuño, M., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M., and Hernandez, J. 2017. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. Agronomy, 7(1): 18. 1-38.

Food and Agriculture Organization of the United Nations 2017. Substance QC: Position data. Retrieved from http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/.

Jamali, B., Eshghi, S., and Kholdebarin, B. 2014. Response of strawberry 'Selva' plants on foliar application of sodium nitroprusside (nitric oxide donor) under saline conditions. Journal of Horticultural Research, 22(2): 139-150.

Keutgen, A. J., and Pawelzik, E. 2009. Impacts of NaCl stress on plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry. Environmental and Experimental Botany, 65(2-3):170-176.

Saied, A. S., Keutgen, A. J., and Noga, G. 2005. The influence of NaCl salinity on growth, yield and fruit quality of strawberry cvs.'Elsanta'and 'Korona'. Scientia Horticulturae, 103(3): 289-303.

Effects of salinity stress on certain morphological traits of 10 strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) Cultivars in soilless culture

Ebrahim Latifikhah*[1], Saeid Eshghi[2], Ali Gharghani[3], Fatemeh Razzaghi[4]

[1*] Former PhD student, Department of Horticultural Sciences, School of Agriculture, Shiraz University and faculty member of Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran

[2] Professor, Department of Horticultural Sciences, School of Agriculture, Shiraz University

[3] Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, School of Agriculture, Shiraz University

[4]Assistant Professor, Water Engineering Department, School of Agriculture, Shiraz University

[*]*Corresponding Author: elatifikhah@gmail.com*

Abstract

In order to investigate the response of ten strawberry cultivars to salinity stress and to identify the tolerance of cultivars to salinity this study was conducted in a research greenhouse environment, Department of the Horticultural Sciences, School of Agriculture, Shiraz University in 2015, 2016 and 2017 years. Experimental design was factorial based on completely randomized design with two factors of salinity 4 levels including 0 (control), 20, 40 and 60 mM of NaCl and cultivar (10 cultivars) with 4 replications. In each treatment, there were 4 replicates or 4 pots, and in each pot two plants were cultivated. Uniformly rooted daughter strawberry plants (10 cultivars) were potted in 4 L plastic pots filled with cocopeat and perlite (1:1 V/V). Relative humidity was about 65±5%. After establishment of plants, salinity treatments were carried out. Until full vegetative growth, ½ strength Hoagland nutrient solutions were supplied three times a week at the rate of 200 ml per pot and then nutrient solution changed to full strength Hoagland with same rate of supply. The results showed that salinity had a negative effects on most of the evaluated properties. Salinity deceased photosynthetic activity and leaf chlorophyll content significantly. With increasing salt concentration, fresh and dry leaf weight, dry root and shoot weight, leaf area, first and second fruit lengths and yield/plant decreased significantly. The cultivars ' Aromas' , ' Paros' , ' Selva' , ' Kurdistan' , ' Camarosa' , ' Pajero' and ' Gaviota' were more tolerant to salinity than ' Queen Eliza' , ' Missionary' and ' Chandler cultivars' .

***Keywords*:** *Fragaria* × *ananassa* Duch. Fruit Weight, Hydroponic Culture, NaCl, Yield

IrHC2019