

تأثیر شوری کلرید سدیمی بر رشد و برخی ویژگی‌های فیتوشیمیایی چای ترش

(Hibiscus sabdariffa L.)^۱

Effect of Sodium Chloride Salinity on the Growth and Some Phytochemical Properties of Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*)

زهرا نورعلی زاده*، سیدجلال طباطبایی^۲

چکیده

شوری یکی از مهمترین تنش‌های غیرزیستی است که موجب کاهش محصولات کشاورزی می‌شود و تهدیدی جدی برای کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک مثل ایران است. با توجه به اینکه چای ترش یک گیاه دارویی مهم صنعتی می‌باشد، ارزیابی اثر شوری بر رشد و ویژگی‌های فیتوشیمیایی این گیاه از اهمیت بالایی برخوردار است. بدین منظور آزمایشی با غلظت‌های مختلف شوری (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۴۰ میلی مولار) از منبع کلرید سدیم به صورت طرح به طور کامل تصادفی در چهار تکرار در شرایط کنترل شده گلخانه‌ای انجام شد. گیاهان در مخلوطی از پرلایت و پومیس (پومدیا) در گلدان‌های ۱۲ لیتری کاشته شدند و غلظت‌های مختلف شوری در مرحله دو برگی اعمال شد. هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity) و pH بستر کشت به طور منظم کنترل گردید تا تغییرات آن‌ها به حداقل برسد. نتیجه‌ها نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف شوری بر مقدار ماده‌های جامد محلول، ویتامین C، آنتی‌اکسیدان کل و آنتوسیانین معنی‌دار ($P \leq 0.05$) شد. میزان ویتامین C و آنتی‌اکسیدان در تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار بدون شوری به ترتیب ۷۴/۸ و ۵/۰ درصد افزایش نشان داد. تأثیر تیمارها بر رشد میوه چای ترش از لحاظ قطر، وزن تر و وزن تر دانه معنی‌دار بود و کمترین میزان قطر و وزن تر میوه مربوط به تیمار با غلظت ۱۴۰ میلی مولار بود. بین آنتی‌اکسیدان و ویتامین C همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. به طور کلی رشد گیاه از لحاظ وزن تر و خشک و ارتفاع گیاه با افزایش غلظت شوری کاسته شد ولی خشکیدگی اندام‌های هوایی در گیاه در اثر شوری مشاهده نگردید. با توجه به نتیجه‌های این آزمایش، گیاه چای ترش تحمل شوری ۱۴۰ میلی مولار کلرید سدیمی را در کاشت بدون خاک دارا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، آنتی‌اکسیدان، ویتامین C، تنش‌های غیرزیستی.

مقدمه

چای ترش^۳ گیاهی از خانواده‌ی مالوآسه^۴ می‌باشد که بیش از ۳۰۰ گونه از آن در سراسر جهان در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری یافت می‌شوند اما موطن اصلی آن غرب آفریقا می‌باشد. کشت این گیاه اهداف متنوعی در جهان دارد. در برخی از کشورها، از درختچه‌های آن برای اهداف تزئینی استفاده می‌کنند، در سایر موارد، دانه‌ها و گلبرگ‌ها برای مصرف انسان استفاده می‌شود. با این وجود، در اغلب موارد با هدف استفاده از کاسبرگ‌ها برای تولید چای، کشت می‌شود (۹، ۶). اما

۱- تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

۲- به ترتیب دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد، دانشکده علوم باغبانی و استاد تغذیه دانشکده کشاورزی و مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: z.nooralizadeh@shahed.ac.ir

در ایران بهره برداری از این گیاه دارویی در مقایسه با کشورهای متری هوز خیلی مورد توجه قرار نگرفته است. گلبرگ‌های چای ترش حاوی ترکیب‌هایی مانند آلکالوئیدها، آنتوسیانین، آسکوربیک اسید، بتاسیتواسترول^۱، بتاکاروتن، اسید سیتریک، گوسپتین، گالاکتوز، هیبسیتین، پکتین، پلی ساکاریدها و اسید استئاریک می‌باشد؛ به همین دلیل است که از این گیاه برای درمان سنگ‌های کلیوی و مثانه، کاهش فشار خون و همچنین به‌عنوان آنتی‌باکتریال و ضدقارچ استفاده می‌شود. کاسبرگ‌های این گیاه حاوی موسیلاژ و پکتین هستند که بیشترین مقدار پکتین در کاسبرگ‌ها ۲/۴۵ درصد است. هیبسین ماده اصلی رنگی است که به‌عنوان دافنی‌فیلین گزارش شده است (۱۵). چای ترش یکی از محبوب‌ترین و مهم‌ترین گیاهان دارویی و صنعتی است (۲۰) و به دلیل خواص دارویی بسیاری که دارد مورد توجه است. گیاهی اشتهاآور است و باعث کاهش درد معده در کودکان می‌شود. منبعی غنی از آهن برای تأمین آهن بدن می‌باشد و دارای خواص رقیق‌کننده خون، کاهش وزن، کاهش کلسترول و خواص آنتی‌هیستامین می‌باشد. برگ‌های گیاه چای ترش آرام‌بخش هستند و برای درمان سرفه مورد استفاده قرار می‌گیرند (۴). امروزه به‌علت خواص آنتی‌اکسیدانی بالای کاسبرگ این گیاه علاقه خاصی به این محصول وجود دارد و به‌طور گسترده مورد ارزیابی قرار گرفته است (۲۵). با توجه به اهمیت این گیاه در صنعت و خواص درمانی بسیاری که دارد بررسی اثر تنش‌های محیطی بر روی عملکرد و رشد این گیاه از اهمیت بالایی برخوردار است. از آنجایی که یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده برای رشد محصول و تولید در مناطق خشک، تنش شوری می‌باشد و حدود ۲۳ درصد اراضی کشاورزی جهان شور و ۳۷ درصد سدیمی است بررسی اثر این تنش شوری کلرید سدیم بر عملکرد گیاهان دارای اهمیت است (۱۷). شوری مهم‌ترین تنش محیطی است و با کاهش رشد و نمو و عملکرد گیاهان همواره امنیت غذایی انسان‌ها را تهدید می‌کند. این در حالی می‌باشد که مناطق مختلف جهان که تحت تنش شوری قرار دارند به‌طور مداوم در حال افزایش هستند (۱۲) و تنش‌های محیطی به‌خصوص تنش شوری بیشترین تأثیر را بر رشد گیاهان دارویی دارند (۱۴). به‌طور کلی گیاهان دارویی منابعی غنی از ماده‌های مؤثره هستند که ساخت این ماده‌های مؤثره در گیاه افزون بر فرآیندهای ژنتیکی، به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (۲۳). اگرچه اکثر محصولات کشاورزی به شوری حساس هستند اما در میزان توانایی برای مقاومت در برابر تنش با هم تفاوت دارند (۲۶). با توجه به این موضوع اطلاعاتی که در رابطه با میزان تحمل یک گیاه به شوری به دست می‌آید می‌تواند برای انتخاب محصولات با بیشترین پتانسیل برای تولید محصولات کشاورزی با آب بسیار شور استفاده شود (۲۶). نتیجه پژوهش‌ها نشان می‌دهد که *Hibiscus cannabinus* مقاومت بیشتری نسبت به تنش شوری در مقایسه با *Hibiscus sabdariffa* دارد (۱۱). نتیجه‌های مطالعه‌ای که بر روی اثر شوری و بنزیل‌آدنین روی دو گونه چای ترش انجام شد نشان داد که گونه‌ای با رنگ کاسبرگ روشن‌تر میزان تحمل بالاتری در مقایسه با گونه‌ای با رنگ کاسبرگ تیره‌تر به شوری داشت که موفقیت گونه‌ای با رنگ کاسبرگ روشن‌تر به دلیل گنجایش متناوب آنتوسیانین آن بوده است. همچنین تنش شوری سبب انباشته شدن پرولین در ریشه‌ها و شاخه‌های گیاه به‌خصوص در گونه‌ای با رنگ کاسبرگ تیره‌تر شد. با این حال نتیجه‌های حاصل از آزمایش‌های تنش شوری بر کمیت و کیفیت این گیاه متفاوت بوده است. تنش شوری در گیاه سیاه‌دانه سبب کاهش پارامترهای رشدی و میزان روغن شد (۱۷). در مطالعه‌ای دیگر که بر روی سرعت جوانه زنی و رشد گیاهچه‌ی چای ترش انجام گرفت نشان داده شده که با افزایش سطح شوری تمام خصوصیات رشدی مثل سطح برگ، تعداد برگ و طول ریشه کاهش یافت (۱۴). با توجه به اینکه اطلاعات کمی در مورد تأثیر شوری کلرید سدیم بر رشد و کیفیت این گیاه وجود دارد، پژوهش حاضر با هدف مشخص شدن تأثیر شوری کلرید سدیم بر برخی ویژگی‌های عملکردی و کیفی میوه چای ترش انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت طرح به‌طور کامل تصادفی در ۴ تکرار در گلخانه‌ی پژوهش‌های هیدروپونیک دانشگاه شاهد اجرا شد. منبع شوری از نمک کلرید سدیم (NaCl) بود. برای انجام این آزمایش سینی کشت را از پرلایت پر کرده و بذور چای ترش در آن کشت شد. پس از آماده شدن نشاءها در مرحله‌ی ۳ برگی شدن به درون ۲۴ گلدانی که با پرلیت و پومیس پر شده منتقل شدند. شرایط دمایی گلخانه روزانه 25 ± 2 درجه سانتیگراد و شدت نور 600 ± 50 میکرومول بر متر مربع بر ثانیه تنظیم شد.

^۱ - beta sitosterol

درون هر گلدان دو عدد گیاهچه قرارگرفت سپس اعمال تیمارهای شوری آغاز شد. برای اعمال تیمارها، گلدان‌های شاهد با آب تصفیه شده از سیستم اسمز معکوس ($EC \geq 0.1 \text{ ds/m}$) و سایر گلدان‌ها با محلول‌های کلرید سدیم به صورت دستی آبیاری و برای تأمین نیاز غذایی گیاهچه‌ها از محلول غذایی هوگلند تغییر یافته استفاده شد. میزان دمای گلخانه روزانه و شبانه به ترتیب ۳۲ و ۲۴ درجه و رطوبت نسبی هوا ۷۰ درصد تنظیم گردید. هر هفته برای جلوگیری از تجمع عنصرهای تمام گلدان‌ها با آب تصفیه شده آبیاری شدند. مقدار محلول دهی به هر گیاه بطور روزانه انجام می‌شد و مقدار محلول دهی به اندازه‌ای بود که حدود ۲۰ درصد کل محلول مصرفی از زیر گلدان خارج می‌شد. در مراحل اولیه رشد به‌طور میانگین ۲۰۰ میلی لیتر و پس از رشد کامل به‌طور میانگین ۵۰۰ میلی لیتر به گیاهان محلول مصرف می‌شد. مرحله کشت گلخانه‌ای در اردیبهشت ۱۳۹۶ آغاز شد که گیاه در تاریخ ۲۰ شهریور ماه شروع به گلدهی کرده و پس از گذشت ۴۰ روز از گلدهی، میوه‌ها در تاریخ ۲۰ مهر برداشت شدند. این آزمایش در گلخانه هیدروپونیک تا نیمه اول آبان تا رسیدن کامل میوه و برداشت آن‌ها جهت انجام آزمایش به طول انجامید. که برخی از ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیکی نمونه‌های گیاهی، پس از برداشت، اندازه‌گیری و محاسبه گردید. با استفاده از محاسبات مقدار نمک کلرید سدیم آزمایشگاهی) به ترتیب برای هر سطح شوری شامل ۰، ۷۰، ۱۴۰، ۲۱۰، ۲۸۰، ۳۵۰، ۴۲۰، ۴۹۰ گرم بود که توسط ترازوی دیجیتال وزن گردید و به بشکه‌های ۶۰ لیتری محلول اضافه شد. میزان EC تیمارها پس از تهیه شدن به ترتیب (۱/۶، ۴/۳، ۶/۳، ۸/۴، ۱۰/۷، ۱۲/۴، ۱۴/۵، ۱۵/۹ ds/m) بود. ویژگی‌های رویشی شامل وزن خشک اندام‌ها، تعداد برگ، سطح برگ، تعداد شاخه جانبی، قطر ساقه، تعداد شاخه، ارتفاع گیاه و ویژگی‌های زایشی شامل تعداد میوه، وزن تر میوه، طول و قطر میوه اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شامل ویتامین C به روش تیتراسیون با دی کلروفنول ایندوفنول (۲۶)، ظرفی آنتی‌ت ترکیب خاصی از عصاره اکسیدانیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH با جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد (۱۷)، محتوای آنتوسیانین نمونه‌ها با استفاده از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف محاسبه شد (۱۲)، میزان عنصرهای غذایی مانند سدیم، کلسیم و پتاسیم به روش هضم خشک با اسید نیتریک با دستگاه فلاپم فتومتر (۲۷) و میزان کلروفیل اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس، مقایسات میانگین به روش دانکن با استفاده از نرم افزار SAS ۷۹۰۲ و ترسیم شکل‌ها با کمک نرم افزار Excel انجام شد. جدول همبستگی توسط نرم افزار SPSS version ۲۱ تهیه شد.

نتایج

ویژگی‌های رشدی برخی ویژگی‌های فیتوشیمیایی

اثر غلظت‌های مختلف تیمار شوری بر گیاه چای ترش نشان داد که قطر میوه و وزن تر میوه، وزن تر دانه در سطح احتمال ۰.۵٪ معنی‌دار شدند. هم‌چنین اطلاعات مربوط به جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار شوری بر ماده‌های جامد محلول میوه، ویتامین C، آنتی‌اکسیدان کل و آنتوسیانین کل میوه در سطح احتمال ۰.۱٪ معنی‌دار شد.

مقایسه‌ی میانگین تأثیر شوری بر تعداد، قطر، طول و وزن تر میوه گیاه دارویی چای ترش نشان داد که شوری سبب کاهش میزان قطر میوه در گیاه شد. بیشترین میزان قطر میوه (۲۵ میلی‌متر) در ۶۰ میلی‌مولار و کمترین (۱۷ میلی‌متر) در تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار دیده شد (شکل ۱). تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار بدون شوری ۶/۷۴ درصد کاهش میزان قطر میوه داشت. هم‌چنین شوری سبب کاهش وزن تر میوه شد (شکل ۲). بیشترین میزان وزن تر میوه مربوط به تیمار ۲۰ میلی‌مولار و کمترین مربوط به تیمارهای ۴۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار بود. تیمارهای ۴۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار بدون شوری ۵۰ درصد کاهش وزن تر میوه داشت.

مقایسه‌ی میانگین تأثیر شوری بر تعداد و وزن تر و خشک بذر گیاه دارویی چای ترش نشان داد که شوری سبب کاهش وزن تر (شکل ۳) و خشک بذر (شکل ۴) شده است. بیشترین میزان وزن تر بذر در تیمارهای بدون شوری، ۶۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار و کمترین در تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار دیده شد. هم‌چنین تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار بدون شوری ۳۳/۴ درصد کاهش وزن تر بذر داشت. هم‌چنین مقایسه‌ی میانگین نشان داد شوری سبب کاهش وزن خشک بذر شد. بیشترین وزن خشک بذر در تیمارهای ۲۰، ۶۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار و کمترین در تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار مشاهده شد. تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار بدون شوری ۶۲/۸۱ درصد کاهش وزن خشک بذر داشت (شکل ۴).

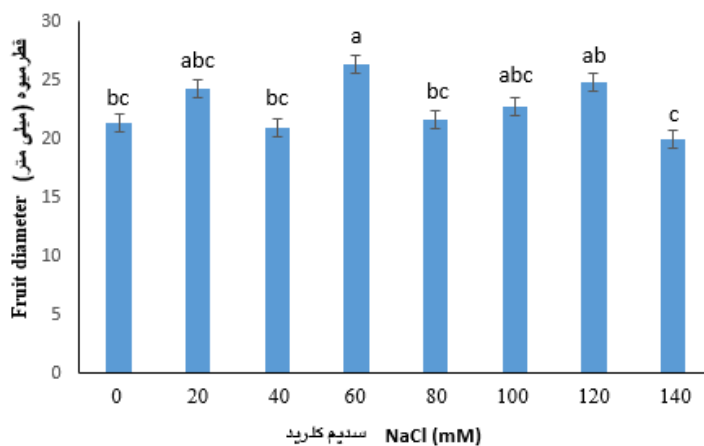


Fig ۱. Effect of various concentrations of NaCl salinity on the diameter of the fruit of the medicinal herb of *Hibiscus sabdarifa L*

شکل ۱- اثر غلظت های مختلف شوری (NaCl) بر قطر میوه گیاه چای ترش

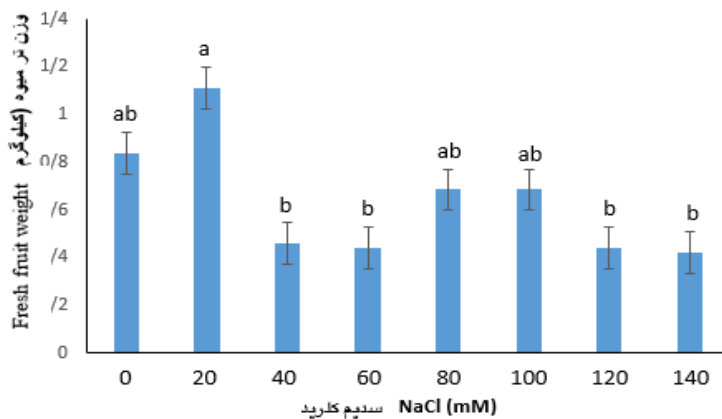


Fig ۲. Effect of different concentrations of NaCl salinity on fresh weight of fruit *Hibiscus sabdarifa L*

شکل ۲- اثر غلظت های مختلف شوری (NaCl) بر وزن تر میوه گیاه دارویی چای ترش

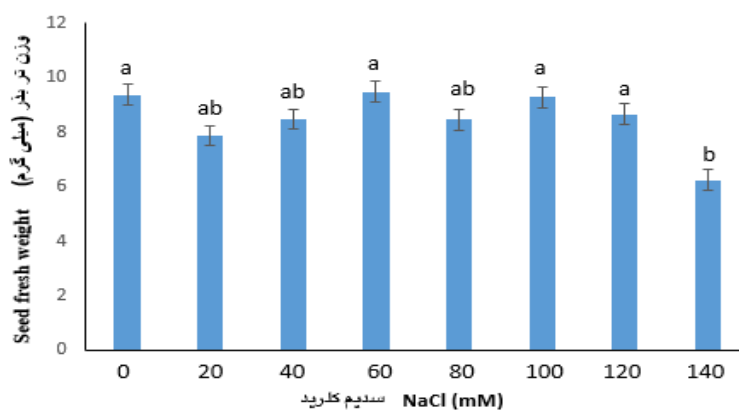


Fig۳. Effect of different concentrations of NaCl salinity on the Seed fresh weight of *Hibiscus sabdarifa*L

شکل ۴- اثر غلظت‌های مختلف شوری (NaCl) بر وزن‌تر بذر گیاه دارویی چای ترش

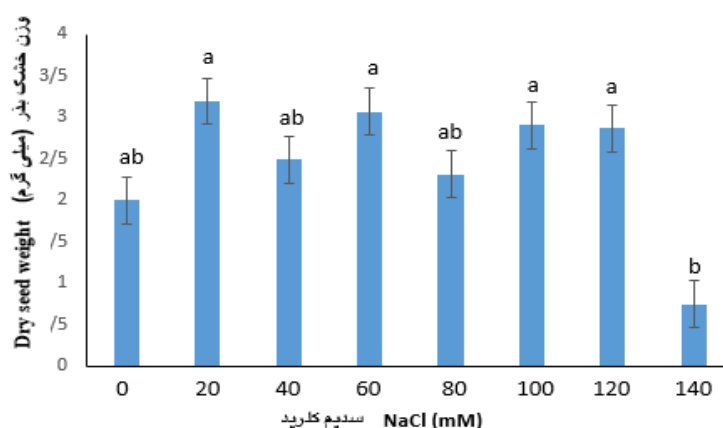


Fig۴. Effect of Different Concentrations of NaCl Salinity on Dry Weight of *Hibiscus sabdarifa* L

شکل ۴- اثر غلظت‌های مختلف شوری (NaCl) بر وزن خشک بذر گیاه دارویی چای ترش.

مقایسه‌ی میانگین تأثیر شوری بر میزان ماده‌های جامد محلول میوه گیاه دارویی چای ترش نشان داد که شوری سبب کاهش میزان ماده‌های جامد محلول میوه گیاه شد (شکل ۵) و بیشترین میزان ماده‌های جامد محلول میوه در تیمار بدون شوری و کمترین در تیمارهای ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار دیده شد. هم‌چنین تیمارهای ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار بدون شوری ۷۷/۵۴ درصد کاهش میزان ماده‌های جامد محلول میوه داشت. شوری سبب افزایش میزان ویتامین C میوه گیاه شد (شکل ۶). بیشترین میزان ویتامین C میوه در تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار و کمترین در تیمارهای بدون شوری و ۲۰ میلی‌مولار دیده شد. هم‌چنین تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار بدون شوری و ۲۰ میلی‌مولار ۷۴/۸ درصد افزایش میزان ویتامین C میوه داشت. شوری سبب افزایش میزان آنتی‌اکسیدان کل میوه گیاه گردید (شکل ۷). بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان کل میوه در تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار و کمترین در تیمارهای بدون شوری دیده شد. هم‌چنین تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار بدون شوری ۵ درصد افزایش میزان آنتی‌اکسیدان کل میوه داشت. شوری سبب کاهش میزان آنتوسیانین کل میوه گیاه شد. بیشترین میزان آنتوسیانین کل میوه در تیمار بدون شوری و کمترین در تیمار ۲۰ میلی‌مولار دیده شد. هم‌چنین تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار بدون شوری ۲۲/۹ درصد کاهش میزان آنتوسیانین کل میوه داشت.

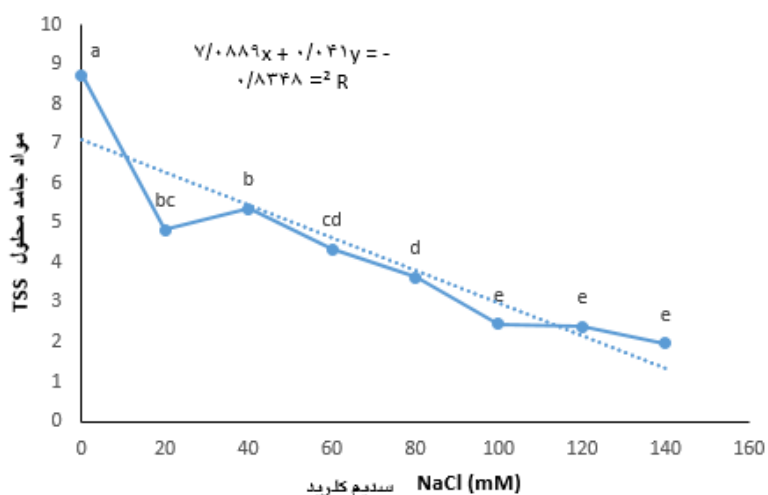
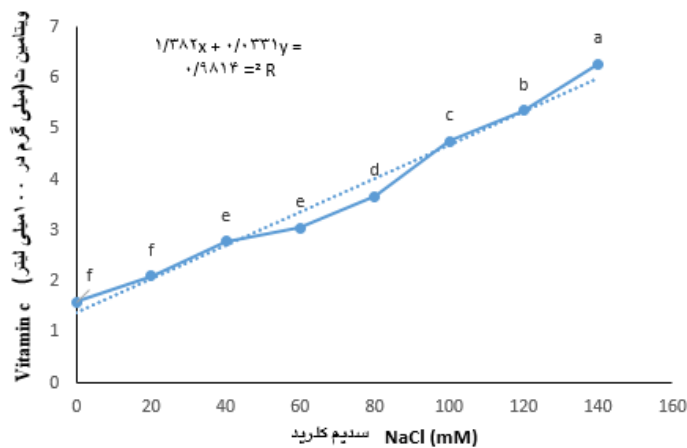


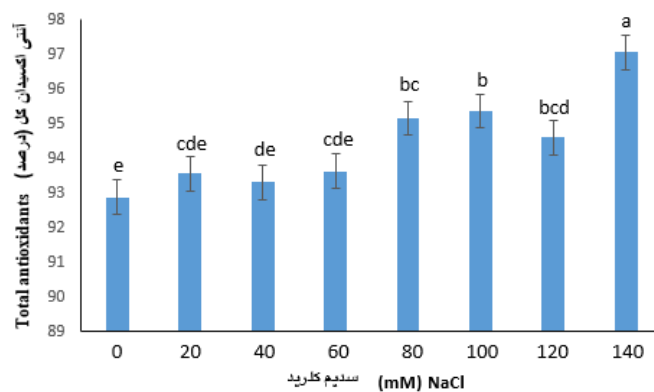
Fig. 5. Linear relationship of various concentrations of NaCl salinity on fruit TSS of *Hibiscus sabdarifa L.*

شکل ۵- رابطه‌ی خطی اثر غلظت‌های مختلف شوری (NaCl) بر ماده‌های جامد محلول میوه گیاه دارویی چای ترش.



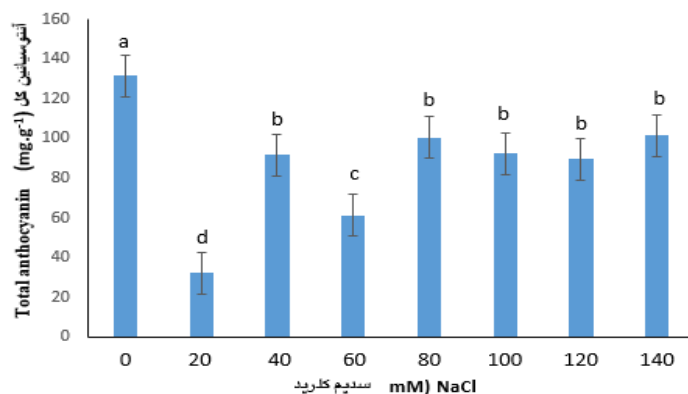
شکل ۶- رابطه‌ی خطی اثر غلظت‌های مختلف شوری (NaCl) بر ویتامین C میوه گیاه دارویی چای ترش

Fig 6. Linear relationship of various concentrations of NaCl salinity on fruit vitamin C of *Hibiscus sabdarifa L.*



شکل ۷- اثر غلظت‌های مختلف شوری (NaCl) بر ظرفیت آنتی‌اکسیدان کل میوه گیاه دارویی چای ترش

Fig ۷. Effect of various concentrations of NaCl salinity on the total antioxidant capacity of the fruit of the *Hibiscus sabdarifa L*



شکل ۸- اثر غلظت‌های مختلف شوری (NaCl) بر آنتوسیانین کل میوه گیاه دارویی چای ترش

Fig ۸. Effects of various concentrations of NaCl salinity on anthocyanin on the fruit of the *Hibiscus sabdarifa L*.

نتایج نشان داد رابطه مثبت خطی بین ویتامین، مواد جامد محلول و شوری وجود دارد (شکل ۵ و ۶). نتیجه‌های موجود در جدول ۱ نشان می‌دهد که بین ویژگی‌های مورد بررسی در برخی موارد همبستگی معنی‌داری وجود داشت. نتیجه‌ها نشان داد که بین آنتی‌اکسیدان با کل ماده‌های جامد محلول و ویتامین C همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. همچنین بین تعداد میوه با وزن خشک بذر، وزن تر کاسبرگ و وزن تر میوه همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. نتیجه‌ها نشان داد بین وزن تر میوه با وزن خشک بذر همبستگی مثبتی در سطح ۱٪ وجود داشت (جدول ۱).

Table ۱. Regression value between studied traits

جدول ۱- ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های مورد مطالعه

منابع تغییرات	تعداد بذر	وزن تر بذر	وزن خشک بذر	قطر میوه	وزن تر کاسبرگ	وزن تر میوه	تعداد میوه	طول میوه	TSS	ویتامین C	آنتی‌اکسیدانت	آنتوسیانین
تعداد بذر	۰											
وزن تر بذر	۰	۰,۲۵										
وزن خشک بذر	*	*	۰,۴۵									
قطر میوه	*	*	*	۰								
وزن تر کاسبرگ	*	*	*	۰,۴۶	۱۵							
وزن تر میوه	*	*	**	*	*							

کاسبرگ	۰,۴۴	۱۲	۰,۵	۰,۲۶									
وزن تر	۰	۰	**	۰	**								
میوه	۰,۳۱	۰,۷	۰,۵	۰,۲۳	۰,۷۶								
تعداد	۰	۰	**	۰	**	*							
میوه	۰,۳۳	۰,۲۲	۰,۶	۰,۲۴	۰,۸	۰,۷*							
طول	۰	۰	۰,۰	*	۰,۰۳	۰,۰							
میوه	۰,۲۶	۱۴	-۴	۰,۴۶	-۹	-۲۴							
TSS	۰	۰	۰,۰	۰	۰,۴۵	۰,۲							
	۰,۳۴	۲۸	۶	-۱,۱	۹	۱۸	۳						
ویتامین	۰	۰	۰,۲	۰	۰,۴۴	۰,۳	*						
ن ث	-۳۵	-۳۵	-۵	۱۳	-	-۲۲	-۸						
آنتی	۰	*	*	۰	۰,۴۶	۰,۳	*						
اکسیدانت	-۳۶	-۰,۴	۰,۴	-۱,۱	-	-۲۱	-۲۸	۰,۷۵	**				
آنتوسیا	۰	۰	۰,۳	۰	۰,۰۷	۰,۰	۰,۰	۰,۲۲	۰,۱				
نین	-۰,۰۸	۰,۸	۱	-۰,۲۹	-	-۱۳	-۰,۲	۱۹	۳				
													-۲

** و *: به ترتیب معنی دار در سطح یک درصد و پنج درصد.

** and * ; Significant in % and % respectively.

بحث

در این پژوهش گیاه ابتدا در غلظت‌های پایین تیمار میزان آنتوسیانین را کاهش داده سپس با افزایش غلظت تیمار آن را افزایش داده و در سطح ثابتی نگه داشته است. پژوهش‌ها نشان داده که افزایش بیوسنتز آنتوسیانین در برخی اندام‌های گیاه باعث افزایش مقاومت در برابر تنش‌های محیطی می‌شود. همچنین، بین میزان آنتوسیانین با آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی رابطه و همبستگی معنی داری مشاهده شده است (۱۰). افزایش میزان آنتوسیانین، هماهنگ با تجزیه کلروفیل، به بیشترین مقدار خود می‌رسد (۷). در پژوهشی که بر روی مقایسه تأثیر تنش شوری بر رشد و پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی در اندام‌های مختلف گیاه دارویی پونه‌ی معطر انجام شد نتیجه‌ها نشان داد که در زمان‌های برداشت مختلف، میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گیاهان شاهد تغییر معنی‌داری نداشت اما در گیاهان تحت تنش با تأخیر در زمان برداشت و قرار گرفتن بیشتر در معرض تنش شوری، میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت اما در برداشت آخر این روند ثابت و حتی در مواردی نزولی شد که این کاهش می‌تواند بیانگر این امر باشد که در گیاه پونه^۱ معطر پس از قرارگیری طولانی‌مدت در معرض تنش، توانایی برای مقابله با اثرات مخرب تنش شوری کاهش می‌یابد (۲۲). در آزمایش حاضر با افزایش غلظت شوری میزان آنتی‌اکسیدان روند افزایشی داشت که این امر توانایی بالای این گیاه برای مقابله با تنش شوری را نشان می‌دهد. مقایسه‌ی میانگین تأثیر شوری بر میزان ویتامین C میوه گیاه چای ترش نشان داد که شوری سبب افزایش میزان ویتامین C میوه گیاه شده. اسید اسکوربیک یکی از آنتی‌اکسیدان‌های مهم می‌باشد که یک مولکول کوچک قابل حل در آب می‌باشد و به عنوان یک ماده زمینه اولیه در مسیرهای چرخه ای برای سمیت زدائی پراکسید هیدروژن عمل می‌کند (۱۴). بافت‌های گیاهی در شرایط تنش شوری برای کنترل مقدار رادیکال‌های آزاد اکسیژن و محافظت از سلول‌های گیاهی دارای مجموعه ای از آنتی‌اکسیدان‌ها با وزن مولکولی پایین مانند اسید اسکوربیک هستند (۲). پژوهش‌های که بر روی گوجه فرنگی انجام شد نشان داد که افزایش شوری در محلول غذایی باعث افزایش میزان ویتامین C می‌شود که این امر نتیجه ی کاهش آب میوه و کاهش پتانسیل آب گیاه است (۲۱). در تحقیقی دیگر افزایش شوری در محلول غذایی تأثیر مثبتی بر افزایش مقادیر ویتامین ث داشت که این افزایش را مرتبط با تجمع مونوساکاریدها در میوه دانستند (۳). تأثیر شوری بر میزان ماده‌های جامد محلول نشان داد که شوری سبب کاهش میزان ماده‌های جامد محلول میوه گیاه شده. پژوهش‌ها نشان داد که در توت فرنگی رقم

^۱ *Mentha pulegium*

السانتا، با اعمال شوری، محتوای ماده‌های جامد محلول کاهش می‌یابد، در حالی که در توت فرنگی رقم Korona اعمال شوری محتوای ماده‌های جامد محلول را زیر تأثیر قرار نداد (۱۷). در این پژوهش شوری باعث کاهش قطر میوه و وزن تر و خشک بذر شد ز آنجایی که در این تحقیق تعداد میوه‌ها در تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نشان نداد میتوان نتیجه گرفت که فاکتور مؤثرتر در کاهش عملکرد کل، کاهش در میزان قطر و میانگین وزن تر میوه‌ها است؛ که این عامل خود به شدت تحت تأثیر روابط آبی گیاه قرار دارد. در یک تحقیق پس از بررسی دو سطح شوری ۱/۸ و ۴ دسی زیمنس بر متر در محلول غذایی بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی در مراحل مختلف رشد گزارش کردند که با افزایش غلظت نمک عملکرد کل کاهش می‌یابد اما تأثیر چندانی بر تعداد میوه و قطر ساقه ندارد که نتیجه‌ها این تحقیق یافته‌های آزمایش حاضر را تایید می‌کند (۲۱).

نتیجه گیری

گیاه دارویی چای ترش گیاهی با مقاومت بالا به تنش شوری می‌باشد و تیمار شوری (NaCl) موجب افزایش میزان ویتامین C و آنتی‌اکسیدان کل در میوه نسبت تیمار شاهد شد. در آزمایش حاضر بوته‌ها تحت شرایط هیدروپونیک کشت شدند که این روش کشت منجر به ثبات مقدار تنش وارد شده در طول دوره رشد بوته‌ها گردید و نتیجه‌ها از نظر تأثیر مقدار تنش وارده بر گیاه می‌تواند قابل اطمینان می‌باشد.

References

منابع

۱. Asghar, R., A., Biglarifard, H., Mirdehghan, and S. F., Borghei, ۲۰۱۱. Influence of NaCl salinity on growth analysis of strawberry cv. Camarosa. .J. Stress Physio. Bichem. ۷(۴): ۲۲-۳۱.
۲. Blokhina, O., E., Virolainen, & K., Fagerstedt, ۲۰۰۳. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: A review. A. b ۹۱(۲): ۱۷۹-۱۹۴.
۳. Cuartero, J., & R., Fernandez-Muñoz, ۱۹۹۸. Tomato and salinity. Sci. H. ۷۸(۱-۴): ۸۳-۱۲۵.
۴. D'Heureux-Calix, F., & N., Badrie, ۲۰۰۴. Consumer acceptance and physicochemical quality of processed red sorrel/roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) sauces from enzymatic extracted calyces. Food Ser. Tech.. ۴(۴): ۱۴۱-۱۴۸.
۵. Dadkhah, A. R. ۲۰۱۱. Effect of salinity on growth and leaf photosynthesis of two sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars. J. Agric. Sci. Techn. (JAST) ۱۳ (۱): ۱۰۰۱-۱۰۱۲
۶. Dahmardeh, M. and H. Vahidi. ۲۰۱۵. Investion of botanic and medicinal application of Hibiscus tea. The first scientific research conference on biology and horticulture in Iran. Pp ۲۰۷. (In Persian).
۷. Dolatabadian, A., S., Sanavy, & F., Ghanati, ۲۰۱۱. Effect of salinity on growth, xylem structure and anatomical characteristics of soybean. Not. Sci.Bio ۳(۱): ۴۱-۴۵.

۸. Duan, D., G., Liu, M. A., Khan, & B., Gul, .۲۰۰۴. Effects of salt and water stress on the germination of (*Chenopodium glaucum L.*) seed. Pak. J. Bot, ۳۶(۴), ۷۹۳-۸۰۰.
۹. Duke, J.A., ۲۰۰۶. Ecosystematic data on economic plants. J. Crude Drugs Res. ۱۷(۳): ۹۱-۱۱۰.
۱۰. Eryılmaz, F. ۲۰۰۶. The relationships between salt stress and anthocyanin content in higher plants. Bio. Bio. En. ۲۰(۱): ۴۷-۵۲.
۱۱. Gadwal, R., & G. R. Naik, .۲۰۱۴. A comparative study on the effect of salt stress on seed germination and early seedling growth of two Hibiscus species. IOSR. J. Agri. V. Sci. (IOSR-JAVS), ۷(۳): ۹۰-۶.
۱۲. Garzon, G.A., & Wrolstad, R.E. ۲۰۰۲. Comparison of the stability of pelargonidin-based anthocyanins in strawberry juice and concentrate. J. Food Sci. ۶(۷): ۱۲۸۸-۱۲۹۹.
۱۳. Ghasemi, K., Ghasemi, Y. and Ebrahimzadeh, M.A. ۲۰۰۸. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of ۱۳ citrus species peels and tissues. Pak. J. Pharm. Sci. ۲۲(۳): ۲۷۷-۲۸۱.
۱۴. Guo, Y. P., Zhou, H. F., Zhou, & L. C. Zhang, .۲۰۰۶. Photosynthetic characteristics and protective mechanisms against photooxidation during high temperature stress in two citrus species. Sci. Hort.. ۱۰۸(۳): ۲۶۰-۲۶۷.
۱۵. JavadZadeh, M. Rezvanimoghdam, P. and S. Fahhah. ۲۰۱۳. Study the pharmacological effect of Hibiscus tea from traditional medicine. National congress application of medicinal plant in life style. Uni. Torbat Heidarie, pp ۵۵-۶۲. (In Persian)
۱۶. Kamkar, B., M., Kafi, & M., Nassiri-Mahallati, .۲۰۰۴, September. Determination of the most sensitive developmental period of wheat (*Triticum aestivum*) to salt stress to optimize saline water utilization. In ۴th Int Crop. Sci.c .pp. ۱-۶.
۱۷. Keshavarzi, M. H. B., & S. M., Moussavinik, .۲۰۱۱. The effect of different NaCl concentration on germination and early growth of (*Hibiscus sabdariffa L.*) seedling. Ann. Bio. Res. ۲(۴): ۱۴۳-۱۴۹.
۱۸. Keutgen, A. J., & N., Keutgen, .۲۰۰۳, July. Influence of NaCl salinity stress on fruit quality in strawberry. Int. Sym. Man. Gre. Cr. Sa. En. ۶۰۹.pp. ۱۰۰-۱۰۷.
۱۹. Khan, M. A., & N. C., Duke, .۲۰۰۱. Halophytes–A resource for the future. Wet.e.m .۹(۶): ۴۰۰-۴۰۶.
۲۰. Latef, A., M. A., Shaddad, A. M., Ismail, & M. A., Alhmad, .۲۰۰۹. Benzyladenine can alleviate saline injury of two roselle (*Hibiscus sabdariffa*) cultivars via equilibration of cytosolutes including anthocyanins. Int. J. Agri. Bio. ۱۱(۲): ۱۰۱-۱۰۷.
۲۱. Malash, N., Ghaibeh, A., Yeo, A., Ragab, R., & Cuartero, J. .۲۰۰۰, November. Effect of irrigation water salinity on yield and fruit quality of tomato. Int. Sym Tec. Con. Sal. Hor. Pr. ۰۷۳.pp. ۴۱۰-۴۲۳.
۲۲. Merati, J., Niknam, V., Hasanpour, H. and M. Mirmasumi. ۲۰۱۳. Comparative effects of salt stress on growth and antioxidative responses in different organs of pennyroyal (*Mentha pulegium L.*). Plant. J. bio. ۲۸(۵): ۱۰۹۷-۱۱۰۷. (In Persian)
۲۳. Omidbigi, R. ۱۹۹۵. Approached to production and processes of medicinal plants. Fekre Rooz, Pub. Tehran, Iran (In Persian).

۲۴. Pila, N., Neeta, B. G. and Ramana Rao, T. V. (۲۰۱۰) Effect of post-harvest treatments on physicochemical characteristics and shelf life of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits during storage. Am. J. Agric. Envir. Sci ۹(۲): ۴۷۰-۴۷۹.
۲۵. Prenesti, E., S., Berto, P. G., Daniele, & S., Toso, .۲۰۰۷. Antioxidant power quantification of decoction and cold infusions of Hibiscus sabdariffa flowers. Food.Che. ۱۰۰(۲): ۴۳۳-۴۳۸.
۲۶. Razmjoo, K., P., Heydarizadeh, MR ., Sabzalian, .۲۰۰۸. Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of Matricaria chamomile. Int. J. Agric. Biol. ۱۰(۴). ۴۵۱-۴۵۴.
۲۷. Tabatabaei, S. J. ۲۰۱۵. Principles of mineral nutrition of plants. Tabriz Uni., Iran. pp ۴۵۰. (In Persian).

Effect of Sodium Chloride Salinity on the Growth and Some Phytochemical Properties of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Z. Nooralizadeh* and S.J Tabatabaie^۱

Salinity is one of the most common non-zoonotic stresses that reduce crop production and is a serious threat to agriculture in arid and semi-arid regions such as Iran. Roselle is a very popular medicinal plant; therefore, the study of the effect of salt stresses on the yield and growth of this plant is of great importance. The purpose of this study was to investigate the effect of salinity (NaCl) on the growth and some phytochemical properties of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L) in various concentrations of NaCl (۰, ۲۰, ۴۰, ۶۰, ۸۰, ۱۰۰, ۱۲۰, ۱۴۰ mM). The experiment was arranged in a completely randomized design with four replications. Roselle seeds were sown in the mixture of perlite and pumice (Pomedia) in the pots ۱۲ L. The Electrical conductivity (EC) and pH of the solution were monitored during the experiment period. A given solution was daily added to the pots. Results indicated that phytochemical properties such as soluble solids, vitamin C, antioxidant, and anthocyanin were significantly affected by salinity. The concentration of vitamin C and antioxidant in ۱۴۰ mM treatment were increased ۷۴.۸ % and ۵% respectively, compared to that of control treatment. There was a positive correlation between antioxidant and vitamin C. Salinity significantly altered the growth of Roselle in terms of fruit diameter and fruit fresh weight fruit juice, fresh weight of fruit seed was significant reduced by salinity the lowest fruit diameter and fruit fresh weight was observed in ۱۴۰ mM NaCl. The reduction of plant growth was clear in salinity treatments however; the death of plant was not observed. According to the results of this experiment, the Roselle plant has a tolerance of ۱۴۰ mM to Sodium chloride salinity.

Keywords: Anthocyanin, antioxidant, vitamin C, Abiotic Stresses.

^۱. M.Sc. Student and Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, respectively.
Corresponding Author, Email: (z.nooralizadeh@shahed.ac.ir).