

پاسخ به تنش شوری در ژنوتیپ‌های دانه‌الی گواوا

نازنین بنار^۱، منصوره شمیلی^{۲*} و مصطفی قاسمی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۲۵)

چکیده

گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به شوری، یک رویکرد کارآمد برای مقابله با آب و خاک شور است. یک آزمایش گلخانه‌ای در طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷، در گلخانه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، برای ارزیابی پاسخ‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی دانه‌ال‌های گواوا در برابر آب شور انجام شد. دوازده ژنوتیپ بذری یکساله گواوا ده هفته با آب شور (۵/۰ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر) آبیاری شدند. تیمار با آب شور کاهش محتوای آب نسبی برگ، رنگیزه‌های کلروفیل، کاروتنوئید، پروتئین، آنتوسیانین، کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم دو، ماده خشک شاخساره و برگ را در ژنوتیپ‌های گواوا به همراه داشت. همچنین میزان نشت یونی، قندهای محلول، فعالیت آنزیم‌های پروتئاز، کاتالاز و پراکسیداز روند افزایشی نشان داد. بیشترین ماده خشک برگ و شاخساره در شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب در ژنوتیپ‌های AC-04 و AC-05 مشاهده شد. کمترین ماده خشک برگ نیز به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های AC-01، AC-02، AC-03 و AC-11 در شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. کمترین ماده خشک شاخساره نیز در ژنوتیپ‌های AC-02، AC-06 و AC-08 (به ترتیب ۴۹/۷۶، ۵۰/۶۰ و ۵۱/۱۲ درصد) مشاهده گردید. آنالیز کلاستر ژنوتیپ‌ها را به چهار گروه تقسیم کرد. در گروه اول (AC-10، AC-11 و AC-12)، کمترین مقدار پروتئین، پراکسیداز، کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم دو و بیشترین نشت یونی ثبت شد. در گروه دوم (AC-01، AC-02 و AC-03)، کمترین میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و فعالیت کاتالاز مشاهده شد. گروه سوم (AC-06، AC-07 و AC-08 و AC-09) صفاتی بینابین داشتند. ژنوتیپ‌های AC-04 و AC-05، نیز با داشتن بیشترین محتوای آب نسبی برگ، غلظت رنگیزه، فعالیت کاتالاز، پراکسیداز و ماده خشک برگ گروه چهارم را تشکیل دادند. در نهایت AC-04 و AC-05 به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به شوری و AC-10، AC-11 و AC-12 به عنوان ژنوتیپ‌های حساس در نظر گرفته شدند.

کلمات کلیدی: آنزیم، فلورسانس کلروفیل، نشت یونی، نهال بذری

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

۲- دانشیار پژوهشکده هرمز، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

۳- استادیار بخش زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.

* پست الکترونیک: shamili@ut.ac.ir

مقدمه

گواوا (*Psidium guajava* L.)، متعلق به تیره میرتاسه^۱ یکی از میوه‌های محبوب مناطق گرمسیر است (مارکوس^۲ و همکاران، ۲۰۱۶). مناطق عمده کشت گواوا جنوب آسیا، هاوایی، کوبا و هند می‌باشد. این میوه به دلیل عطر و محتوای ویتامین‌ها شناخته شده است (تیت^۳، ۲۰۰۰). کشت و کار این درخت در استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان از قدمتی نزدیک به چهار قرن برخوردار است و در میان مردم بومی این مناطق، میوه آن معروف به زیتون محلی است (شمیلی و هورماسا^۴، ۲۰۲۱). بر اساس آخرین آمار وزارت کشاورزی ایران، سطح زیرکشت گواوا در استان هرمزگان، معادل ۳۹ هکتار و عملکرد آن ۶۰۹۱ کیلوگرم در هکتار بوده است (بی‌نام، ۱۴۰۰).

شوری، تمام مراحل رشد از جوانه‌زنی تا تولید زیست‌توده و میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب کاهش وزن خشک و عملکرد گیاه می‌گردد (دی‌اولیورال^۵، ۲۰۱۳). اثر نامطلوب شوری بیشتر در مراحل دانه‌الی درختان میوه نظیر انبه، گواوا و پشن فروت مشاهده می‌شود (رایا^۶ و همکاران، ۲۰۰۴؛ ابرت^۷، ۱۹۹۹؛ کوالکانته^۸ و همکاران، ۲۰۰۷). برخی گیاهان می‌توانند از طریق تعدیل فرایندهای سلولی (سیستم‌های آنزیمی و غیر آنزیمی)، تغییر در ساختار مورفولوژیک، تنظیم بیوشیمیایی و فیزیولوژیک با کاهش سمیت یون‌ها و حفظ تعادل میان تولید و از بین رفتن رادیکال‌های آزاد اکسیژن به تنش شوری پاسخ دهند (زهو^۹، ۲۰۰۷؛ وانگ^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۳).

گواوا گیاهی حساس یا نسبتاً حساس به نمک گزارش شده است (کوالکانته^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۰). در بررسی کوالکانته و همکاران (۲۰۰۷) و عباسی^{۱۲} و همکاران (۲۰۱۹) مشخص شد نهال‌های گواوا به شوری بیشتر از ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری حساسیت نشان می‌دهند و در مناطق تحت کشت، رشد و عملکرد آن نیز به دلیل شوری به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بزرا و همکاران^{۱۳} (۲۰۱۸) تحمل به شوری گواوا رقم "Paluma" را در برزیل بررسی کردند.

تیمارها شامل پنج سطح شوری آب آبیاری (۰/۳، ۱/۱، ۱/۹، ۲/۷ و ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر) بودند. نتایج نشان داد افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۳ دسی‌زیمنس بر مترمربع منجر به کاهش هدایت روزنه‌ای، غلظت CO₂ درونی، کارایی مصرف آب، تعداد برگ، قطر ساقه و نرخ رشد شد. تایپونگ و بونپراکوب^{۱۴} (۲۰۱۹) تحمل شوری ۲۰ ژنوتیپ گواوا را در تایلند بررسی کردند. گیاهان پنج ماهه با آب حاوی ۲۰۰ میلی‌مولار NaCl به مدت ۱۹ روز تیمار شدند. ژنوتیپ‌های "KUHP38"، "Na Suan"، "Paen Seethong" و "KUHP12" به عنوان متحمل معرفی و جهت تولید محصول تجاری یا به عنوان پایه برای سایر ارقام در مناطق با آب و خاک شور توصیه کرد.

با توجه به حساسیت به شوری گواوا، گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به شوری، یک رویکرد کارآمد برای مقابله با مشکلات خاک و آب شور است. با توجه به سابقه بالای کشت و کار گواوا در جنوب کشور و تنوع بالا بین ژنوتیپ‌های موجود، معرفی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری از ژرم‌پلاسما موجود در منطقه دارای اهمیت می‌باشد. اهداف پژوهش حاضر مقایسه میزان تحمل به شوری ژنوتیپ‌های بذری گواوا با توجه به مشخصات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی، معرفی پایه‌های متحمل به شوری جهت کشت در مناطق با آب و خاک نسبتاً شور و همچنین تعیین مناسب‌ترین شاخص‌ها جهت غربالگری ژنوتیپ‌های حساس یا متحمل به شوری گواوا بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در گلخانه و آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس به صورت گلدانی طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ به اجرا در آمد. در بهمن‌ماه ۱۳۹۵ تعداد دوازده ژنوتیپ بذری گواوا با توجه به تفاوت‌های پومولوژی گیاهان مادری از باغات کشت این گیاه در شهرستان رودان واقع در استان هرمزگان انتخاب شد. ژنوتیپ‌هایی که در این پژوهش مورد

8. Cavalcante

9. Zhu

10. Wang

11. Cavalcante

12. Abbasi

13. Bezerra

14. Thaipong and Boonprakob

1. Myrtaceae

2. Marques

3. Tate

4. Shamili and Hormaza

5. de Oliveira

6. Raya

7. Ebert

مطالعه قرار گرفتند از ژنوتیپ‌های مادری استان به‌شمار می‌روند که به‌دلیل صفات برتر در طول زمان توسط افراد محلی انتخاب شده و مورد کشت و کار قرار گرفته‌اند. از آنجا که نام‌گذاری ژنوتیپ‌های گواوا در منطقه (توسط تولید کنندگان محلی)، اغلب بر اساس رنگ گوشت میوه صورت می‌گیرد (توسفید، توسرخ)، تمایز آنها به راحتی ممکن نیست. لذا در این تحقیق از کدهای ترکیبی از حرف و عدد (AC-01 تا AC-12) جهت نام‌گذاری ژنوتیپ‌های مورد مطالعه استفاده شد. خصوصیات میوه گیاهان مادری شامل طول و عرض میوه، وزن گوشت و تعداد بذر در میوه در جدول یک آمده است.

بذر ژنوتیپ‌ها پس از جداسازی در خزانه کشت شدند. به منظور کاهش تنوع در نهال‌های حاصل، تعداد زیادی بذر کشت شد و پس از رشد سعی شد نهال‌های یکنواخت انتخاب گردد. نهال‌های یکنواخت یکساله با ارتفاع حدود ۷۰ سانتی‌متر در اسفند ۱۳۹۶ به گلدان‌های پلاستیکی (ارتفاع، قطر بالا و قطر پائین به ترتیب ۱۹/۵، ۲۳ و ۱۷ سانتی‌متر) بدون زهکش (به‌منظور ممانعت از آیشویی نمک‌های اعمال شده در تیمار شوری) منتقل شدند. بستر کشت شامل ترکیب خاک مزرعه، خاکبرگ و ماسه (۱:۱:۱) بود. مشخصات خاک مورد استفاده در جدول دو آمده است.

جدول ۱- خصوصیات میوه گیاهان مادری گواوا مورد مطالعه

ژنوتیپ	طول میوه (سانتی‌متر)	عرض میوه (سانتی‌متر)	ضخامت گوشت (میلی‌متر)	وزن گوشت (گرم)	تعداد بذر در میوه (عدد)
AC-01	۴/۵	۴/۱	۹/۳	۵۳/۲	۹۰/۰
AC-02	۶/۲	۴/۹	۷	۵۵/۴	۱۷۵/۰
AC-03	۶/۰	۴/۷	۱۰/۵	۵۸/۲	۲۶۵/۵
AC-04	۶/۰	۴/۰	۱۱/۶	۶۶/۷	۹۳/۲
AC-05	۵/۱	۴/۵	۹/۸	۴۷/۶	۹۹
AC-06	۴/۹	۴/۶	۷/۵	۴۳/۴	۹۷/۶
AC-07	۴/۰	۴/۳	۸/۳	۴۳/۴	۲۴۵/۲
AC-08	۴/۶	۴/۳	۸/۷	۴۱/۲	۱۲۵/۸
AC-09	۴/۷	۴/۰	۸/۸	۴۴/۵	۱۰۳/۴
AC-10	۵/۱	۴/۱	۹/۷	۴۵/۴	۱۰۳/۸
AC-11	۶/۲	۵/۲	۸/۹	۵۰/۳	۹۷/۸
AC-12	۵/۲	۴/۴	۸/۲	۵۰/۲	۱۲۳/۶

جدول ۲- مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

بافت خاک	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	هدایت الکتریکی	pH گل اشباع
لومی	۴۰/۲۱ ± ۰/۴۹	۴۱ ± ۳۴/۷۲	۲۱ ± ۲/۶۳	۰/۴۹ ± ۰/۲۳	۸/۲ ± ۰/۳
آهک (درصد)	نیتروژن (ppm)	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	کربن آلی (درصد)	
۲۸/۲۱ ± ۲/۵	۰/۰۱ ± ۰/۰۰۰۱	۱۱۲/۳۲ ± ۲/۵۰	۱/۶۵ ± ۰/۲۸	۰/۱ ± ۰/۰۳	

گیاهان در دمای روزانه 29 ± 2 و دمای شبانه 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۷۴ درصد نگهداری شدند. شش هفته پس از انتقال نهال‌ها به گلدان، تیمار شوری آغاز شد. با بررسی منابع و گزارش ریزش بالای برگ‌های سالم نهال‌ها در غلظت‌های بالاتر از ۵ دسی‌زیمنس بر متر کلریدسديم (پشنکه و همکاران، ۱۳۹۹)، این غلظت به عنوان تیمار شوری در نظر گرفته شد. تیمار شوری به مدت ده هفته از طریق آبیاری و هفته‌ای دوبار انجام می‌شد. همچنین با توجه

به سطح شوری آب آبیاری منطقه، سطح ۰/۵ دسی‌زیمنس برمتر به عنوان شاهد یا عدم شوری در نظر گرفته شد. مقدار آب بکار رفته بر اساس نیاز آبی گیاه بود که با تفاوت بین حجم اعمال شده و حجم کم شده گلدان‌ها در آبیاری قبلی و حفظ رطوبت خاک نزدیک به ظرفیت مزرعه تعیین شد. مقدار NaCl مورد استفاده در آب آبیاری به‌صورت زیر محاسبه شد:

$$EC \times 640 = \text{مقدار نمک (میلی گرم بر لیتر)}$$

که در آن EC هدایت الکتریکی بر حسب دسی زیمنس بر متر است.

جهت اجتناب از ایجاد شوک ناشی از شوری، مقادیر نمک در تیمار تنش شوری تدریجاً به آب آبیاری اضافه شد تا نهایتاً پس از چهار دوره آبیاری، نمک مصرفی به اندازه تیمار مورد نظر رسید. آبیاری طوری انجام می‌شد که رطوبت گلدان‌ها در حد ظرفیت مزرعه نگهداری شود (خواجه و همکاران، ۱۴۰۰). بعد از اتمام دوره تنش، گلدان‌ها تا پنج هفته با آب با شوری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر (شاهد) آبیاری شدند (پشنکه و همکاران، ۱۳۹۹). پس از اتمام دوره پنج هفته، صفات زیر در گیاهان مورد ارزیابی قرار گرفتند:

اندازه‌گیری صفات

محتوای نسبی آب برگ

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ از روش ریتیچی^۱ و همکاران (۱۹۹۰) استفاده شد. بدین منظور بالاترین برگ توسعه یافته جدا و توزین (FW) شد. سپس به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر غوطه‌ور گردید و پس از خشک کردن، وزن (SW) آنها مجدداً ثبت شد. بعد از آن نمونه‌های برگ به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک و برای بار سوم توزین (DW) شدند. در انتها محتوای نسبی آب برگ (RWC) از رابطه زیر محاسبه شد.

$$RWC = (FW - DW / SW - DW) \times 100$$

رنگی‌های فتوسنتزی

برای محاسبه غلظت کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها از روش آرنون^۲ (۱۹۴۹) استفاده شد. جذب نمونه‌ها در طول موج-های ۶۶۳ نانومتر (حداکثر جذب نور کلروفیل a)، ۶۴۵ نانومتر (حداکثر جذب نور کلروفیل b) و ۴۷۰ نانومتر (حداکثر جذب نور کاروتنوئید) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Cecil CE2501) قرائت و غلظت رنگی‌ها در عصاره بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر محاسبه شد.

پروتئین برگ

بررسی میزان پروتئین به روش برادفورد^۳ (۱۹۷۶) انجام گرفت. ابتدا استخراج توسط بافر استخراج Tris-HCl انجام شد. برای تهیه یک لیتر محلول استخراج، میزان ۱۲۱/۴ گرم تریس را در یک لیتر آب مقطر حل کرده و اسیدیته

محلول توسط اسید کلریدریک به ۶/۸ رسانده شد. یک گرم بافت تر برگ با ۵ میلی‌لیتر بافر Tris-HCl در دمای ۴-۰ درجه سانتی‌گراد به خوبی ساییده شد. محلول حاصل به مدت ۲۵ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه، با استفاده از سانتریفیوژ یخچال‌دار در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، سانتریفیوژ شدند. از محلول رویی برای سنجش غلظت پروتئین محلول استفاده شد.

به منظور سنجش پروتئین کل به ۱۰۰ میکرولیتر عصاره پروتئینی، ۵ میلی‌لیتر معرف برادفورد افزوده و بلافاصله جذب محلول حاصل در طول موج ۵۹۵ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر تعیین شد. آلبومن سرم گاوی به‌عنوان استاندارد استفاده شد.

برای تهیه معرف برادفورد، ۱۰۰ میلی‌گرم Comassie Brilliant Blue G-250 را در ۵۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد به مدت یک ساعت عمل هم‌زده تا کاملاً حل شود. سپس ۱۰۰ میلی‌لیتر اسیدفسفریک ۸۵ درصد به صورت قطره قطره به محلول اضافه شد و حجم کامل محلول کل با آب مقطر به یک لیتر رسانده شد. محلول از کاغذ صافی واتمن شماره یک عبور داده شد.

فعالیت آنزیم‌های پروتئاز، کاتالاز و پراکسیداز در برگ

پس از توزین ۰/۵ گرم برگ و هموژن کردن آن با ازت مایع، یک میلی‌لیتر بافر استخراج (حاوی ۱۰۰ میلی‌لیتر بافر پتاسیم‌فسفات ۵۰ میلی‌مولار با pH=۷، ۰/۰۳۷۲ گرم EDTA و یک گرم PVP) اضافه و سانتریفیوژ (۱۵ دقیقه ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه، ۴ درجه سانتی‌گراد) انجام شد. روش‌ناور به‌عنوان عصاره گیاه جهت سنجش فعالیت آنزیم‌ها استفاده شد (دهیندزا و موتو^۴، ۱۹۸۱). برای سنجش فعالیت پروتئاز، ۵۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی با ۳۵۰ میکرولیتر بافر سدیم‌فسفات ۵۰ میلی‌مولار (۰/۴۴ گرم نمک سدیم‌فسفات در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر) رقیق شد و ۴۰۰ میکرولیتر کازئین ۱ درصد (یک گرم کازئین در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به آن افزوده شد. سپس محلول واکنش در دمای اتاق به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. به منظور توقف واکنش ۸۰۰ میکرولیتر محلول تری‌کلرو استیک‌اسید ۱۰ درصد (۱۰ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به محلول اولیه افزوده شد. مجدداً محلول به مدت ۳۰ دقیقه

3. Bradford
4. Dhindsa and Motowe

1. Ritchie
2. Arnon

فلورسانس)، F_v (فلورسانس متغیر فلورسانس هست که به صورت $F_m - F_0$ بدست می‌آید) قرائت شدند.

حداکثر عملکرد فتوشیمیایی فتوسیستم II با استفاده از رابطه زیر بدست آمد:

$$F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$$

قندهای محلول برگ

برای استخراج قندهای محلول از روش ندومو^۵ و همکاران (۱۹۹۵) استفاده شد. قندهای محلول با روش آنترون ارزیابی شدند (مک‌کریدی^۶ و همکاران، ۱۹۵۰).

برای استخراج قند محلول ابتدا عصاره الکلی تهیه شد. ۰/۴ گرم بافت برگ را در هاون چینی ریخته و با ۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد کوبیده و در لوله‌های پلی‌اتیلنی ریخته و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. عصاره الکلی به‌دست‌آمده به‌مدت ۱۵ دقیقه در ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس محلول شفاف حاوی قندهای محلول در لوله آزمایش دیگری ریخته شد و سپس این عمل بر روی بقایای گیاهی باقیمانده ۴ بار تکرار شد. عصاره‌های الکلی بدست آمده با هم ترکیب و توسط حرارت تغلیظ شد و حجم آن به یک-پنجم حجم اولیه رسید. سپس برای از بین بردن کلروفیل، ترکیب به دست آمده با نسبت ۱ به ۵ با کلروفرم مخلوط و به مدت ۱۰ دقیقه در ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید و فاز بالایی آن جدا و برای اندازه‌گیری قندهای محلول استفاده گردید. برای سنجش قند کل ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره الکلی تغلیظ شده، ۱۰۰ میکرولیتر آب مقطر با ۳ میلی‌لیتر معرف آنترون مخلوط و به‌مدت ۲۰ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۹۵ درجه سلسیوس قرار گرفت. میزان جذب نور پس از سرد شدن در طول موج ۶۲۰ نانومتر قرائت شد. از گلوکز به عنوان استاندارد استفاده شد (مک-کریدی و همکاران، ۱۹۵۰).

نشت یونی

به‌منظور بررسی نشت یونی نیز از روش دکستر^۸ و همکاران (۱۹۳۲) استفاده شد. بر اساس این روش برگ‌ها با آب شسته و به اندازه ۰/۱ گرم وزن شد. برگ‌ها به ارلن حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر منتقل و روی شیکر به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار داده شد. پس از آن

در دمای اتاق قرار و سپس به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۱۲۰۰ سانتریفیوژ گردید. از محلول رویی به منظور قرائت میزان فعالیت این آنزیم در طول موج ۲۸۰ نانومتر استفاده شد (جوشی و ساتیاناریانا^۱، ۲۰۱۳). به منظور سنجش فعالیت کاتالاز، ۵۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی با یک میلی‌لیتر محلول واکنش کاتالاز حاوی بافر فسفات‌پتاسیم ۵۰ میلی-مولار با pH برابر ۷ و پراکسید هیدروژن ۱۵ میلی‌مولار ترکیب و جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر ثبت شد (دهیندزا و همکاران، ۱۹۸۱). برای تعیین فعالیت آنزیم پراکسیداز، ۳۳ میکرولیتر عصاره آنزیمی با یک میلی‌لیتر محلول واکنش پراکسیداز حاوی ۱۳ میلی‌مول گوایکول، ۵ میلی‌مول پراکسید هیدروژن و ۵۰ میلی‌مول بافر فسفات‌پتاسیم با pH برابر ۷ ترکیب و جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر قرائت شد (چانس و ماهلی^۲، ۱۹۵۵).

آنتوسیانین برگ

برای تعیین میزان آنتوسیانین از روش چن^۳ و همکاران (۲۰۱۵) استفاده شد. ۰/۱ گرم بافت تازه برگ در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متیل‌الکل و کلرید اسید خالص با نسبت حجمی ۹۹:۱) کاملاً ساییده شد و پس از سانتریفیوژ، جذب محلول بالایی در طول موج ۵۵۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد.

حداکثر عملکرد فتوشیمیایی فتوسیستم II

برای اندازه‌گیری حداکثر عملکرد فتوشیمیایی فتوسیستم II برگ از دستگاه کلروفیل فلورومتر (Pocket PEA, Hansatech LTD, UK) و تابش نور با طول موج ۶۹۵ نانومتر استفاده شد (استراسر^۴ و همکاران، ۲۰۰۰). برای اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل بین ساعات ۱۱ تا ۱۳، ابتدا با اتصال گیره‌های مخصوص دستگاه روی برگ‌های کاملاً توسعه یافته، ۳۰ دقیقه تاریکی ایجاد شد. بعد از این زمان با اتصال رابط دستگاه فلورومتر به هریک از این گیره‌ها و تابیدن نور به درون این گیره‌ها تغییرات فلورسانس کلروفیل در برگ سازگار شده به تاریکی اندازه‌گیری شد (میسرا^۵ و همکاران، ۲۰۱۲).

پارامترهای F_0 (حداقل فلورسانس که در آن توان استفاده فتوشیمیایی از انرژی برانگیخته حداکثر است)، F_m (حداکثر

5. Misra
6. Ndoumou
7. McCready
8. Dexter

1. Joshi and Satyanarayana
2. Chance and Maehly
3. Chen
4. Strasser

هدایت الکتریکی آب درون ارلن بوسیله EC متر اندازه‌گیری شد (EC_1). ظرف‌های حاوی نمونه به مدت ۱ ساعت درون اتوکلاو با دمای ۱۰۰ درجه نگهداری و مجدداً هدایت الکتریکی آب نمونه (EC_2) اندازه‌گیری و درصد نشت یونی از رابطه زیر محاسبه شد:

$$100 \times (EC_1/EC_2) = \text{نشت یونی}$$

ماده خشک (برگ و شاخساره)

در انتهای آزمایش، نمونه‌های برگ و شاخساره جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. کلیه نمونه‌ها، تمیز و توزین (وزن تر) شدند. سپس در پاکت‌های کاغذی قرار داده و در آون (دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد، ۲۴ ساعت) خشک شدند. پس از آن وزن خشک ثبت و درصد ماده خشک از رابطه زیر محاسبه شد:

$$((\text{وزن تر} - \text{وزن خشک}) / \text{وزن تر}) \times 100 = \text{ماده خشک}$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورها شامل ژنوتیپ‌های گواوا (در دوازده سطح) و شوری کلرید سدیم (در دو سطح ۰/۵ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر) بود. آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) برای مقایسه میانگین ($P < 0.01$) انجام شد. آنالیز آماری داده‌ها و آنالیز همبستگی با ضریب همبستگی پیرسون با نرم‌افزار SPSS Ver. 22 انجام شد. تجزیه کلاستر به روش وارد (Ward) با استفاده از نرم‌افزار SPSS Ver. 22 انجام شد. همچنین تصاویر با کمک برنامه EXCEL 2016 ترسیم شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود اثر ساده شوری و ژنوتیپ و همچنین اثر برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر کلیه صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی نهال‌های گواوا مورد بررسی معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

محتوای نسبی آب برگ

نتایج به دست آمده نشان داد که محتوای نسبی آب برگ، در شرایط شوری کاهش یافت. در شوری ۵ دسی‌زیمنس بر

متر بیشترین میزان محتوای آب نسبی برگ (۸۷/۷۱ درصد) در ژنوتیپ AC-04 و سپس AC-07 (۸۴/۶۲ درصد) بود که اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشت. کمترین میزان محتوای نسبی آب برگ (۷۲/۶۷ درصد) در ژنوتیپ AC-02 مشاهده گردید (شکل ۱).

در بررسی شوری و همکاران (۱۳۹۸) بر ژنوتیپ‌های انار مشخص شد ژنوتیپ ملس یوسف‌خانی با میانگین محتوای نسبی آب برگ ۷۲/۳۶ درصد نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارای مقاومت بیشتری به تنش شوری بود. ژنوتیپ‌های می‌خوش یزد، شیرین شهوار و ملس دانه قرمز اصفهان به ترتیب با میانگین محتوای نسبی آب ۶۵/۹۹، ۶۶/۶۶، ۶۶/۶۶ درصد ژنوتیپ‌های حساس محسوب شدند. محتوای نسبی آب برگ یک شاخص خوب از تعادل وضعیت آبی بین گیاه و خاک و یکی از عوامل حفظ بقاء در شرایط تنش سلولی شناخته شده است (فلاح و همکاران، ۱۳۹۴). شوری از طریق انباشت تدریجی یون‌های سدیم باعث کاهش محتوای نسبی آب و پتانسیل اسمزی شیره یاخته‌ای برگ می‌شود (مومن‌پور و ایمانی، ۱۳۹۸). در انگور مشاهده شد که یکی از مکانیسم‌های مقاومت در برابر شوری، حفظ محتوای نسبی آب بالا در برگ می‌باشد (جلیلی‌مرندی و همکاران، ۱۳۹۱).

رنگی‌های فتوسنتزی

نتایج نشان داد که شوری (نمک ۵ دسی‌زیمنس بر متر) باعث کاهش رنگی‌های فتوسنتزی نسبت به شاهد (شوری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) شد. در شرایط تنش شوری بیشترین میزان کلروفیل a (۱۰/۱۲ میلی‌گرم در گرم وزن تازه)، کلروفیل b (۳/۵۹ میلی‌گرم در گرم وزن تازه)، کلروفیل کل (۱۳/۷۱ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) و کاروتنوئید (۳/۲۵ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) در ژنوتیپ AC-04 مشاهده شد. کمترین میزان کلروفیل a (۵/۲۵ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) در ژنوتیپ AC-02 مشاهده شد. کمترین مقدار کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید نیز در ژنوتیپ‌های AC-01، AC-02 و AC-03 مشاهده شد (شکل‌های ۲ تا ۵). مقدار کلروفیل در ارقام حساس به شوری کاهش بیشتری را نسبت به ارقام مقاوم در شرایط شوری نشان می‌دهند که این امر با میزان مقاومت ارقام نسبت به تنش شوری مرتبط است. در مطالعه شوری و همکاران (۱۳۹۸)، کمترین مقدار کلروفیل مربوط به ژنوتیپ ملس‌یزدی (ژنوتیپ حساس به شوری) با کاهش ۳۰/۶ درصدی و بیشترین

جدول ۲- تجزیه واریانس شوری بر مشخصه‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی ۱۲ ژنوتیپ گواوا

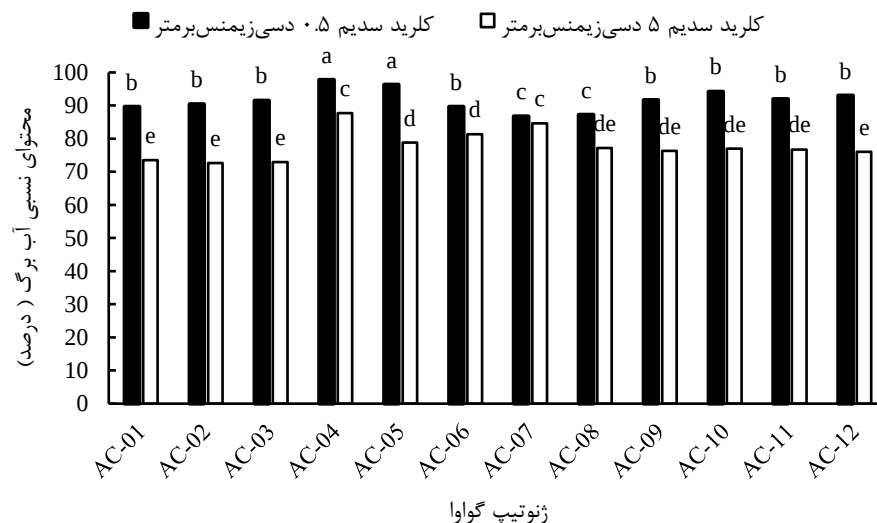
منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای نسبی آب برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	پروتئین	پروتئاز	کاتالاز
شوری	۱	۳۳۳۷/۱۷**	۷۹/۷۶**	۴/۴۶**	۱۲۵/۳۷**	۷/۴۴**	۰/۳۹۵**	۲۷۵/۲۶**	۵۶۶۰۴/۹۱**
ژنوتیپ	۱۱	۵۳/۶۳**	۱۷/۲۹**	۱/۴۵**	۲۸/۳۱**	۰/۸۵**	۰/۰۱۵**	۳/۹۶**	۳۷۰۶/۸۶**
شوری × ژنوتیپ	۱۱	۳۸/۲۸**	۰/۸۶**	۰/۱۱**	۰/۷۳**	۰/۰۷*	۰/۰۰۷**	۲/۷۰**	۷۰۶/۳۲**
خطا	۴۸	۰/۹۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۳۱	۰/۰۰۰۱	۰/۷۶	۳۳/۹۴

ns = عدم اختلاف معنی‌دار، * = اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * = اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس شوری بر مشخصه‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی ۱۲ ژنوتیپ گواوا

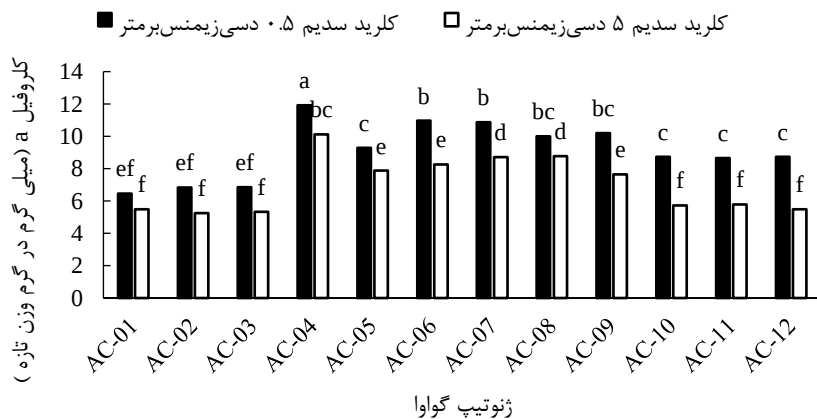
منابع تغییرات	درجه آزادی	پراکسیداز	آنتوسیانین	فلورسانس کلروفیل	قندهای محلول	نشت یونی	ماده خشک برگ	ماده خشک شاخساره
شوری	۱	۱۰۰۸۷۲/۳۵**	۰/۰۳۵**	۰/۲۴۵**	۱۳۵۱/۳۱**	۱۲۵۳/۲**	۱۹۵۱/۷۷**	۲۰۳۵/۱۱*
ژنوتیپ	۱۱	۱۹۵۷۱/۷۷**	۰/۰۰۲**	۰/۰۱۱**	۱۴۱/۵۷**	۲۱۶/۴۲**	۲۴۱/۳۶**	۲۲/۵۶*
شوری × ژنوتیپ	۱۱	۷۸۹/۲۳**	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۴**	۹/۲۱*	۱۳/۰۸**	۲۷/۲۸*	۱۱/۶۹*
خطا	۴۸	۰/۷۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱	۲/۵۱	۲/۳۳	۰/۴۰	۰/۲۲

ns = عدم اختلاف معنی‌دار، * = اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * = اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

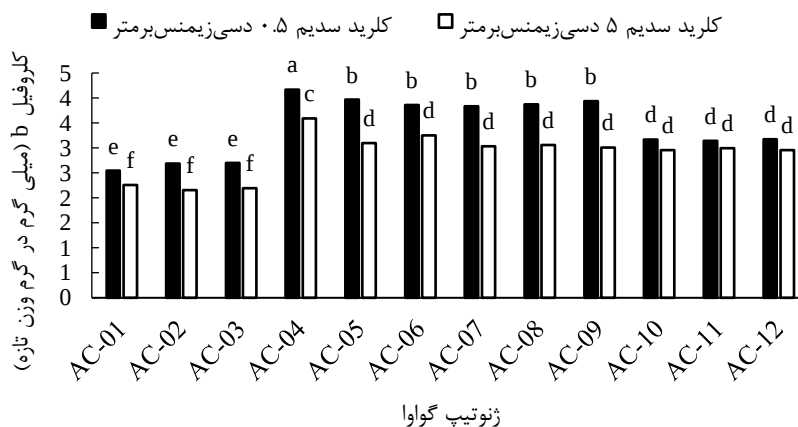
شکل ۱- اثر شوری و ژنوتیپ بر محتوای نسبی آب برگ در ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.

کمترین میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی به عنوان ژنوتیپ‌های حساس به نمک در نظر گرفته شدند. در پژوهش دیچالا^۱ و همکاران (۲۰۲۱) بر سه رقم انار با افزایش میزان نمک کلرید سدیم مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی کاهش یافت. در پژوهش جی^۲ و همکاران (۲۰۲۲) بر گونه‌ای از گردو

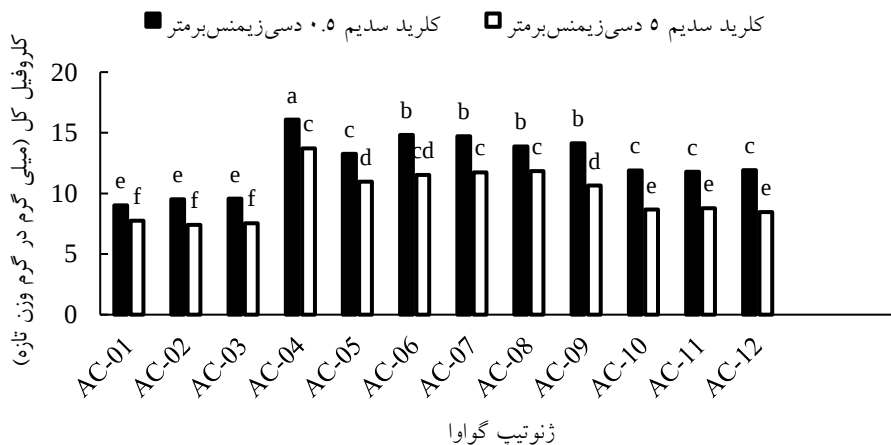
میزان کلروفیل برگ در ژنوتیپ‌های متحمل به شوری (ملس یوسف‌خانی و ملس‌ساوه) گزارش گردید (سوری و همکاران، ۱۳۹۸). در تحقیق ما ژنوتیپ AC-04 با بیشترین میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید به عنوان متحمل و ژنوتیپ‌های AC-01، AC-02 و AC-03 با داشتن



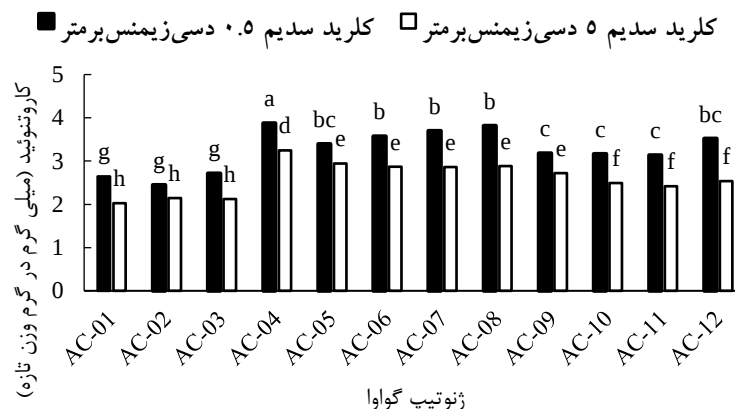
شکل ۲- اثر شوری و ژنوتیپ بر بر کلروفیل a در ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.



شکل ۳- اثر شوری و ژنوتیپ بر کلروفیل b در ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.



شکل ۴- اثر شوری و ژنوتیپ بر کلروفیل کل در ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.



شکل ۵- اثر شوری و ژنوتیپ بر کاروتنوئید در ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.

۰/۴۳، ۰/۴۳، ۰/۴۳، ۰/۴۴، ۰/۴۴ و ۰/۴۵ میلی گرم در گرم وزن تازه، کمترین میزان پروتئین را در تیمار تنش شوری نشان دادند (شکل ۶).

مقدار پروتئین محلول علامت مهمی از وضعیت بیوشیمیایی گیاهان است. حبیبی و امیری (۱۳۹۲) در پژوهشی بر دو پایه نارنج و پونسیروس دریافتند که با افزایش شوری سطح پروتئین‌های محلول گیاه کاهش یافت. کمترین میزان پروتئین در پایه‌های نارنج و پونسیروس (به ترتیب ۰/۱۵ و ۰/۱۳ میلی گرم در لیتر) مشاهده شد. در پژوهش مومن‌پور و همکاران (۱۳۹۷) نیز غلظت پروتئین محلول برگ ارقام بادام با افزایش شوری کاهش یافت. بسیاری از پروتئین‌ها طی تنش هیدرولیز می‌شوند و بر همین اساس، کاهش در غلظت پروتئین کل می‌تواند از نتایج تنش باشد (دوگانلار^۵ و همکاران، ۲۰۱۰). عطارزاده و همکاران (۱۳۹۵) کاهش پروتئین در شرایط تنش شوری را ناشی از اختلال در ساختمان آنزیم و پروتئین‌ها دانستند. همچنین بیان شده که افزایش مقدار تجزیه پروتئین توسط آنزیم پروتئاز ممکن است سبب کاهش مقدار پروتئین کل شود (حاج‌حیدری^۶ و همکاران، ۲۰۰۵؛ گارات^۷ و همکاران، ۲۰۰۲).

(*microcarpa Juglans*) نیز محتوای کلروفیل (a، b و کل) در برگ با افزایش نمک کلرید سدیم کاهش (به ترتیب ۲۹/۴۴، ۴۷/۶۸ و ۳۵/۲۳ درصد) یافت.

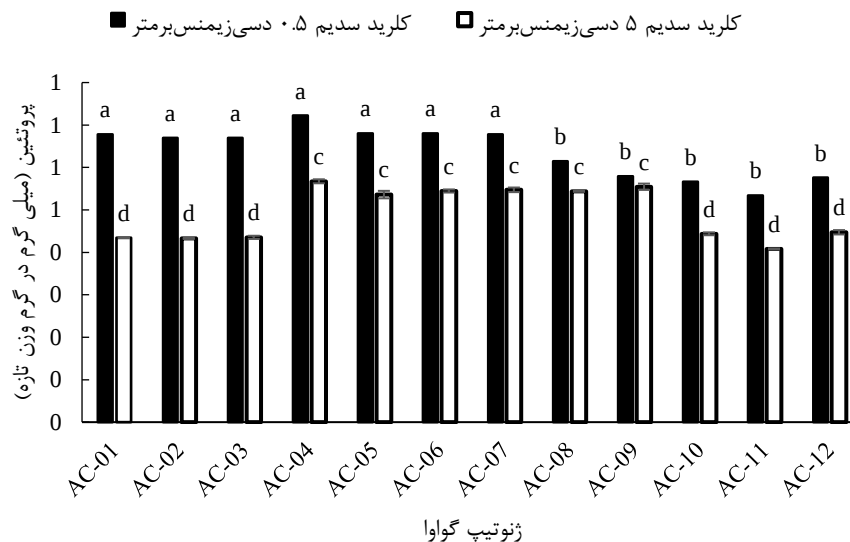
کاهش در رنگی‌های فتوسنتزی را می‌توان به آسیب ساختار کلروپلاست در اثر تنش شوری نسبت داد. افزایش فعالیت آنزیم‌های کلروپلاست در اثر تنش باعث تجزیه رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌شود (ژانگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۹؛ ژو^۲ و همکاران، ۲۰۲۱). ابراهیم^۳ و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند کاهش کلروفیل برگ‌های انار در شرایط شوری ممکن است به دلیل بازدارندگی جذب، انتقال و یا استفاده از یون‌های منیزیم و نیترات در گیاهان باشد. در بررسی پاریدا^۴ و همکاران (۲۰۰۴) تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر مقدار کاروتنوئید گیاه مانگرو داشت و مقدار کاروتنوئیدها تحت تنش شوری کاهش یافت.

پروتئین

نتایج نشان داد که شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر به‌طور قابل ملاحظه باعث کاهش پروتئین در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در مقایسه با شاهد (شوری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) شد. بیشترین میزان پروتئین در تیمار شوری در ژنوتیپ AC-04 (۵۷/۰ میلی گرم در گرم وزن تازه) مشاهده شد. ژنوتیپ‌های AC-11، AC-01، AC-02، AC-03، AC-10 و AC-12 نیز به ترتیب با

5. Doganlar
6. Hajheidari
7. Garratt

1. Zhong
2. Zhu
3. Ibrahim
4. Parida



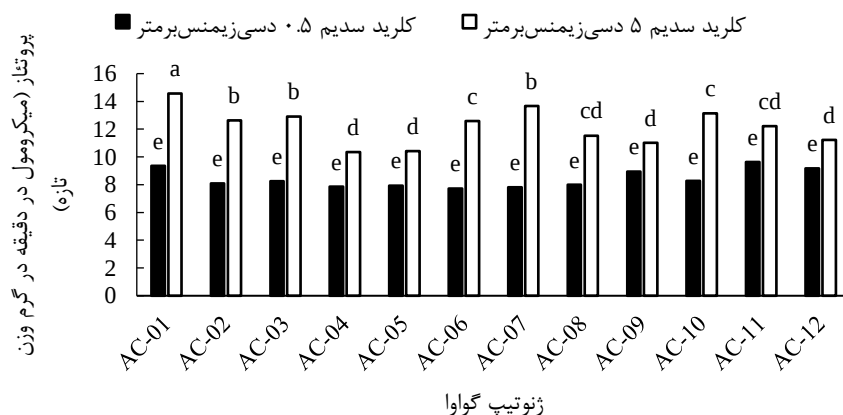
شکل ۶- اثر شوری و ژنوتیپ بر پروتئین برگ ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.

۴/۹ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد افزایش داشت و سپس در سطح شوری بالای ۷/۳ و بیشتر شدن غلظت نمک، فعالیت این آنزیم در مقایسه با شاهد کاهش یافت. ارتورک^۱ و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که در ارقام متحمل‌تر و در سطوح بالای شوری، میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان بیشتر است. در گزارش عطارزاده و همکاران (۱۳۹۵) نیز افزایش فعالیت کاتالاز و پراکسیداز در پایه‌های مرکبات مواجه شده با شوری مشاهده شد. بیشترین فعالیت کاتالاز (۳/۱۸ میکرومول بر گرم وزن تر در دقیقه) در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در پایه نارنج و بیشترین فعالیت پراکسیداز در همین تیمار اما در پایه پونسیروس (۴/۲ میکرومول بر گرم وزن تر در دقیقه) ثبت شد.

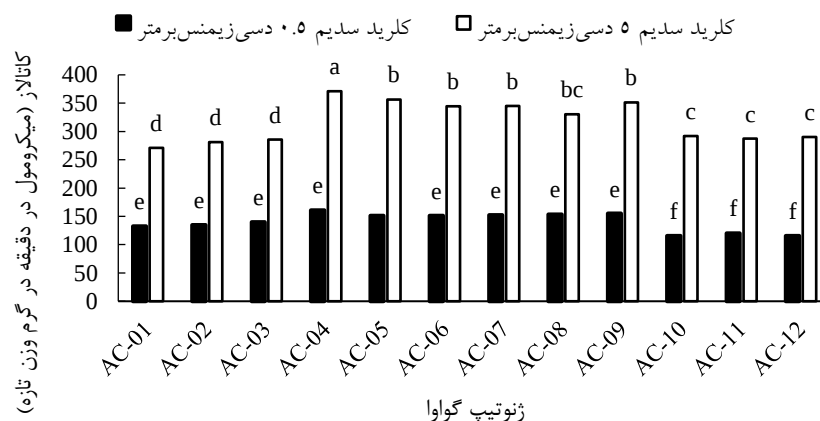
قرار گرفتن گیاهان در شرایط نامساعد نظیر تنش شوری موجب افزایش تولید پراکسید هیدروژن (H_2O_2) می‌شود. پراکسید هیدروژن نسبتاً پایدار و از نظر بار الکتریکی خنثی است، اما از آنجا که می‌تواند از میان غشای سلولی عبور کند و وارد اجزای سلولی شود، بسیار زیان‌آور است (میخالاک^۲، ۲۰۰۶). پراکسید هیدروژن در حضور رادیکال سوپراکسید (O_2^-)، رادیکال هیدروکسیل (OH) را تولید می‌کند که بسیار فعال است. بنابراین خنثی کردن پراکسید

فعالیت آنزیم‌های پروتئاز، کاتالاز و پراکسیداز

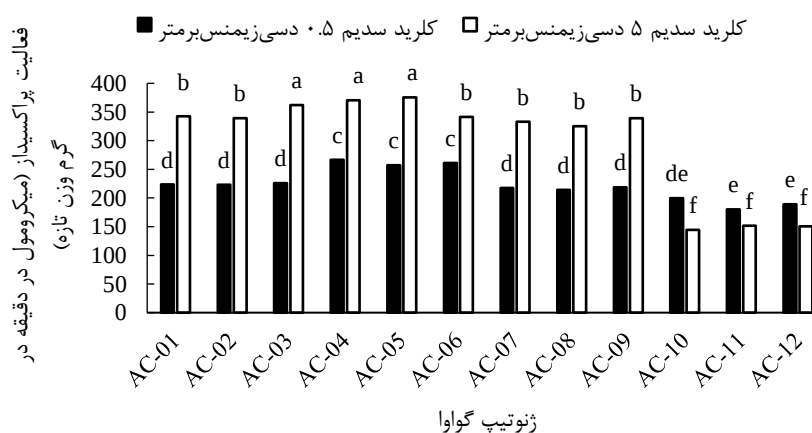
نتایج نشان داد که شوری باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های پروتئاز، کاتالاز و پراکسیداز شد. در شرایط شوری بیشترین فعالیت آنزیم پروتئاز (۱۴/۵۷ میکرومول در دقیقه در گرم وزن تازه) در ژنوتیپ AC-01 مشاهده شد در حالی که کمترین فعالیت پروتئاز در ژنوتیپ‌های AC-04 و AC-05 مشاهده شد (شکل ۷). بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز نیز (۳۷۱/۲۳ میکرومول در دقیقه در گرم وزن تازه) در ژنوتیپ AC-04 مشاهده شد و کمترین مقدار به ژنوتیپ‌های AC-01، AC-02 و AC-03 تعلق داشت (شکل ۸). بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در شرایط تنش در ژنوتیپ‌های AC-03، AC-04 و AC-05 مشاهده شد. در ژنوتیپ‌های AC-10، AC-11 و AC-12 فعالیت آنزیم پراکسیداز در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت و این ژنوتیپ‌ها کمترین فعالیت پراکسیداز را در شرایط شوری نشان دادند (شکل ۹) که ممکن است به دلیل بالا بودن غلظت ۵ دسی‌زیمنس بر متر برای این ژنوتیپ‌ها باشد و در این غلظت سیستم آنزیمی دچار اختلال می‌شود. در پژوهش مومن‌پور و همکاران (۱۳۹۷) در چهار رقم بادام تحت تاثیر تنش شوری فعالیت پراکسیداز در همه ژنوتیپ‌ها ابتدا با افزایش غلظت نمک تا



شکل ۷- اثر شوری و ژنوتیپ بر فعالیت پروتئاز در ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.



شکل ۸- اثر شوری و ژنوتیپ بر فعالیت کاتالاز در ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.



شکل ۹- اثر شوری و ژنوتیپ بر فعالیت پراکسیداز در ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.

کردن یون‌های فلزی یا قرارگرفتن به‌صورت سوبسترای آنزیم پراکسیداز نقش خود را ایفا می‌کنند (فاضلی و همکاران، ۱۳۹۶). علاوه بر این گزارش شده است که آنتوسیانین‌ها می‌توانند ورود یون‌های سدیم و کلر به واکوئل سلول‌های گیاهی را تسهیل کند. گزارش‌هایی حاکی از محتوای بالای آنتوسیانین در گیاهان متحمل به شوری موجود است (وحید و غضنفر^۸، ۲۰۰۶).

حداکثر عملکرد فتوشیمیایی فتوسیستم II (نسبت Fm/Fv)

نتایج نشان داد شوری سبب کاهش عملکرد فتوشیمیایی فتوسیستم II شد و ژنوتیپ‌های مختلف نیز واکنش‌های متفاوتی نشان دادند. در شرایط تنش شوری تفاوت بین ژنوتیپ‌های AC-01، AC-02، AC-03، AC-04، AC-05، AC-06، AC-07، AC-08 و AC-09 در پارامتر Fv/Fm که نشان‌دهنده ظرفیت انتقال الکترون در فتوسیستم دو می‌باشد معنی‌دار نبود. کمترین Fv/Fm در شرایط شوری نیز در ژنوتیپ‌های AC-10، AC-11 و AC-12 مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با سایر ژنوتیپ‌ها نشان داد (شکل ۱۱).

فلورسانس یک تخمین غیرمستقیم از فعالیت دستگاه فتوسنتزی است. شاخص Fv/Fm حداکثر کارایی فتوسیستم II برای تبدیل نور جذبی به انرژی شیمیایی را نشان می‌دهد. تنش‌هایی مانند شوری به علت آسیب به دستگاه فتوسنتزی به ویژه فتوسیستم دو و جدا کردن برخی از پلی‌پپتیدهای آن (سودهیر و موری^۹، ۲۰۰۴)، مسدود شدن زنجیره انتقال الکترون به علت غلظت بالای نمک (نوکلوئوس و واسیلاکاکیس^{۱۰}، ۲۰۰۷) و تأثیر منفی که بر برخی از پروتئین‌های کمپلکس کینون می‌گذارند، ظرفیت پذیرش و انتقال الکترون را کاهش داده در نتیجه سیستم زودتر به Fm می‌رسد که نتیجه آن کاهش Fv و در نتیجه کاهش Fv/Fm می‌شود. این کاهش نشان‌دهنده کاهش سرعت انتقال الکترون و کاهش پذیرنده‌های الکترون و در نتیجه افزایش رادیکال‌های

هیدروژن برای بقای سلول اهمیت ویژه‌ای دارد (جیتش^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز تجزیه پراکسید هیدروژن را درون سلول و در آپوپلاست کاتالیز می‌کنند (سوفو^۲ و همکاران، ۲۰۰۵). افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز با کاهش مقدار پراکسیداسیون لیپید، هیدروژن پراکسید و نشت یونی همراه است (هی و ژو^۳، ۲۰۰۸)، اما افزایش فعالیت پروتئاز در شرایط تنش شوری با کاهش مقدار پروتئین کل همراه است (محمودیه چم‌پیری و ابوطالبیان، ۱۴۰۰). گیاهان مقاوم به شوری سیستم آنتی‌کسیدانی کارآمدتری دارند (آسادا^۴، ۲۰۰۶). افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز در شرایط شوری در گیلان (ارتورک و همکاران، ۲۰۰۷) و سیب (مولاسیوتیز^۵ و همکاران، ۲۰۰۶) گزارش شده است. در پژوهش ما نیز ژنوتیپ‌های AC-04 و AC-05 با افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز تحمل بیشتری به غلظت‌های بالای کلرید سدیم از خود نشان دادند.

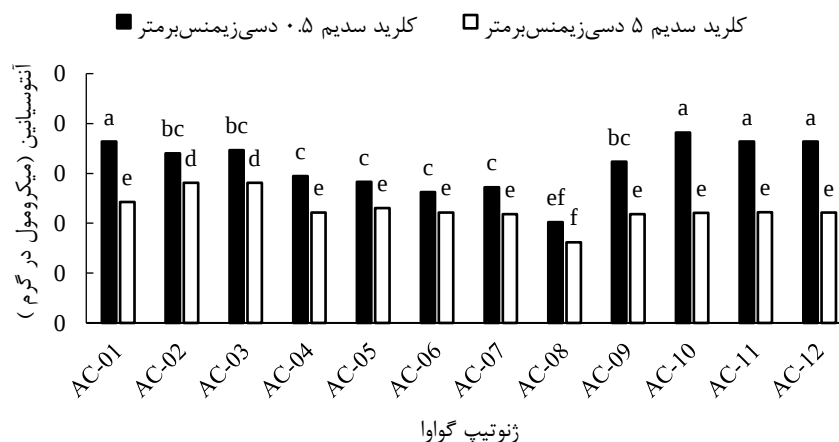
آنتوسیانین برگ

شوری ۵ دسی‌زیمنس برمتر سبب کاهش میزان آنتوسیانین برگ در مقایسه با تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس برمتر شد. با توجه به داده‌های بدست آمده مشاهده شد که در تیمار ۵ دسی‌زیمنس برمتر، ژنوتیپ‌های AC-02 و AC-03 میزان آنتوسیانین بیشتری داشتند (شکل ۱۰). کمترین میزان آنتوسیانین نیز در ژنوتیپ AC-08 مشاهده شد.

آنتوسیانین‌ها به‌عنوان تنظیم‌کننده اسمزی و همچنین آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی نقش برجسته‌ای در حفاظت از گیاهان دارد (گوپتا و هونگ^۶، ۲۰۱۴). فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌های سنتزشونده از مسیر فنیل پروپانویید با عمل آنتی‌اکسیدانی خود، خاموش‌کننده یا جاروب‌کننده انواع گونه‌های فعال اکسیژن در گیاهان هستند (سیواسی و سوکمن^۷، ۲۰۰۴). این ترکیبات با ساز و کارهای متعددی از جمله قطع کردن واکنش‌های زنجیره‌وار اکسیداسیون، اهدای هیدروژن، کلات

6. Gupta and Huang
7. Syvacyand Sokmen
8. Wahid and Ghazanfar
9. Sudhir and Murthy
10. Neocleous and Vasilakakis

1. Jithesh
2. Sofo
3. He and Zhu
4. Asada
5. Molassiotis



شکل ۱۰- اثر شوری و ژنوتیپ بر مقدار آنتوسیانین برگ ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.

افزایش قندهای محلول در پایه‌های نارنج و پونسیروس مواجه شده با شوری گزارش شده است. بیشترین میزان قند در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار نمک بود. البته بین سطوح ۵۰ با ۱۰۰ و همچنین ۱۵۰ با ۲۰۰ میلی‌مولار در اختلاف معنی‌داری در میزان این صفت مشاهده نشد (حبیبی و امیری، ۱۳۹۲). افزایش مقدار قندهای محلول به‌عنوان واکنش میان مدت به شوری برای تنظیم اسمزی در شرایط تنش است (پرویز و ساتیاواتی^۳، ۲۰۰۸). در طی تنش شوری قندهای نامحلول تجزیه شده و قندهای محلول مانند گلوکز، فروکتوز، ساکارز و پلیول‌ها را ایجاد می‌کند تا پتانسیل اسمزی را حفظ کرده و خطر دهیدراتاسیون را کاهش دهند. قندهای محلول سبب تنظیم اسمزی و پایداری غشا و پروتئین‌های موجود در سلول می‌شوند (نوپچو^۴ و همکاران، ۱۹۹۹؛ پاریدا و داس^۵، ۲۰۰۵). از طرفی افزایش میزان قندهای محلول ممکن است در اثر افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده قندهای نامحلول نظیر انورتاز و ساکارز سنتاز باشد که منجر به افزایش تولید کربوهیدرات‌های محلول و کاهش کربوهیدرات‌های نامحلول می‌شود (لو^۶ و همکاران، ۲۰۱۰). تعیین میزان قندهای محلول ممکن است روش مفیدی در انتخاب گونه‌های مقاوم به شوری و خشکی باشد (پوری و

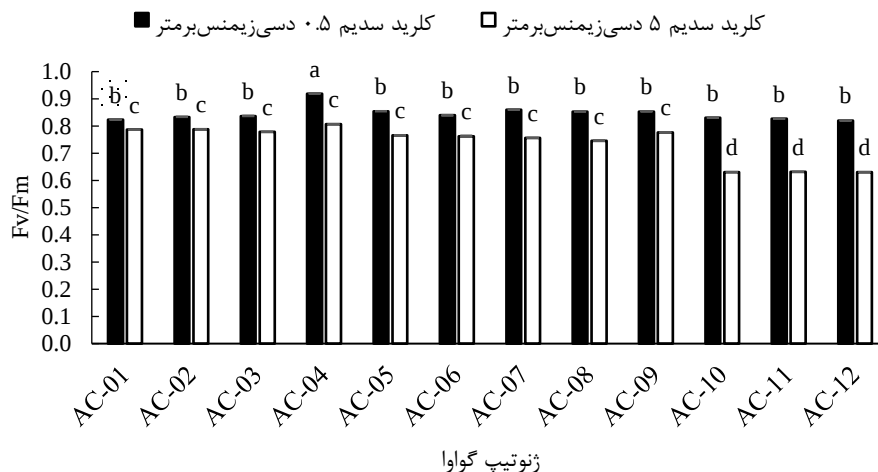
آزاد و آسیب به فتوسیستم دو می‌شود (استپین و کلبوس^۱، ۲۰۰۶). به گزارش مومن‌پور و ایمانی (۱۳۹۸) در درختان بادام پس از مواجه با شوری نسبت فلورسانس متغیر به فلورسانس حداکثر، کاهش یافت در حالی که در گیاهان شاهد این میزان ۰/۸۲ تا ۰/۸۳ بود. بلخوجا و مورالیس^۲ (۱۹۹۴) نیز گزارش کردند که ارقام متحمل به شوری نسبت F_v/F_m بالاتری نسبت به ارقام حساس دارند که به معنی کارایی بیشتر فتوسیستم II در رقم مقاوم است. بنابر نتایج تحقیق ما، ژنوتیپ AC-04 با بیشترین F_v/F_m در شرایط شوری می‌تواند به‌عنوان ژنوتیپ متحمل به شوری باشد. ژنوتیپ‌های AC-10، AC-11 و AC-12 نیز با داشتن کمترین نسبت F_v/F_m سیستم فتوسنتزی حساس‌تری به شوری دارند (شکل ۱۱).

قندهای محلول

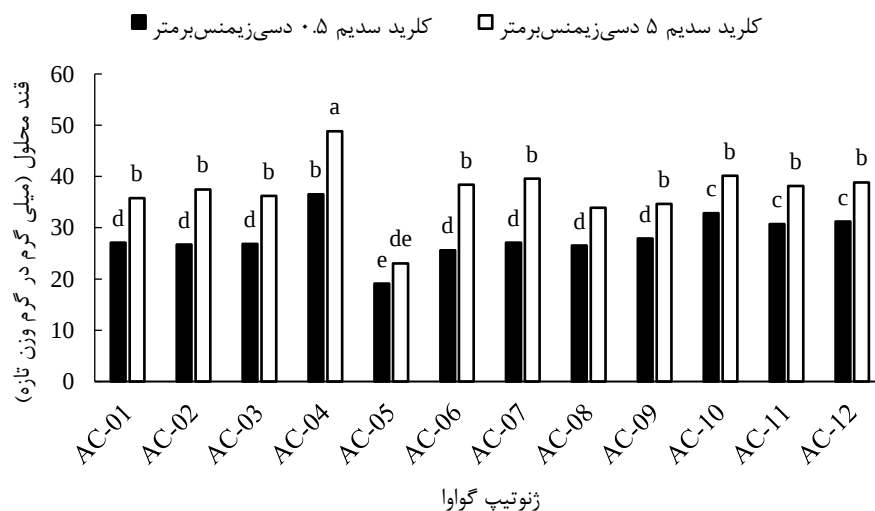
با توجه به نتایج به‌دست آمده شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر باعث افزایش میزان قندهای محلول در ژنوتیپ‌های مورد بررسی گردید. بیشترین میزان قندهای محلول در شرایط شور (۴۸/۸۳ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) در ژنوتیپ AC-04 مشاهده شد. کمترین میزان قندهای محلول در شرایط شوری (۲۳/۰۳ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) نیز در ژنوتیپ AC-05 مشاهده شد (شکل ۱۲).

4. Nuccio
5. Parida and Das
6. Lu

1. Stepien and Kłbus
2. Belkhodja and Morales
3. Parvaiz and Satyawati



شکل ۱۱- اثر شوری و ژنوتیپ بر نسبت F_v/F_m در ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD است. ($P \leq 0.01$)



شکل ۱۲- اثر شوری و ژنوتیپ بر قند محلول در ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD است. ($P \leq 0.01$)

همکاران، ۱۳۹۶).

متر، بیشترین میزان نشت یونی در ژنوتیپ‌های AC-01، AC-02 و AC-03 مشاهده شد که بیانگر بیشترین حساسیت به

شوری در این ژنوتیپ‌ها می‌باشد.

یکپارچگی و پایداری غشاء برای حفظ فعالیت‌های فیزیولوژیکی طبیعی در گیاهان مهم است. تجمع بیش از حد سدیم می‌تواند توازن رادیکال‌های آزاد را در سلول‌ها تغییر داده در نتیجه باعث پراکسیداسیون لیپیدی، کاهش سیالیت، کاهش نفوذپذیری و افزایش نشت الکترولیت غشاء گردیده و

نشت یونی

با توجه به نتایج به‌دست آمده شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر باعث افزایش نشت یونی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی گردید. کمترین میزان نشت یونی در دو شرایط آبیاری با آب حاوی ۵ دسی‌زیمنس بر متر نمک (۲۶/۸۳ درصد) و ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر نمک (۱۸/۳۳ درصد) در ژنوتیپ AC-04 مشاهده شد (شکل ۱۳). در شرایط شوری ۵ دسی‌زیمنس بر

پیامدهای منفی برای سرعت فتوسنتز و آسیب به فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان می‌شود (گومز^۵ و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج کاوالکانته و همکاران (۲۰۰۷) در چهار رقم گواوا نشان داد با افزایش شوری آب از ارتفاع دانهال، قطر ساقه، سطح برگ و تولید ماده خشک ریشه، ساقه و برگ گواوا کاسته شد. بررسی سا و همکاران^۶ (۲۰۱۶) نیز نشان داد افزایش شوری، رشد و تجمع زیست توده گیاهی را محدود می‌کند. به گزارش مومن‌پور و ایمانی (۱۳۹۸)، وزن تر و خشک اندام هوایی ژنوتیپ‌های بادام موجه شده با شوری کاهش یافت. وزن تر و خشک اندام هوایی در ژنوتیپ‌های پرلس، سوپرنوا و ربیع در شوری ۳، ۴/۵ و ۶ دسی‌زیمنس برمتر و در ژنوتیپ‌های D-99 و 8-24 در شوری ۶ دسی‌زیمنس برمتر (نسبت به گیاهان شاهد) کاهش نشان داد.

آنالیز کلاستر

جهت ارزیابی فواصل ژنتیکی و گروه‌بندی ۱۲ ژنوتیپ بذری گواوا، از روش مربعات فواصل اقلیدوسی بین ژنوتیپ‌ها بر مبنای روش آماری Wards استفاده گردید (شکل ۱۶). ژنوتیپ‌ها براساس صفات مورد بررسی به چهار گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های AC-10، AC-11 و AC-12 بودند که بیشترین تفاوت را با سایر ژنوتیپ‌ها نشان دادند. براساس نتایج این ژنوتیپ‌ها کمترین مقدار پروتئین، پراکسیداز، کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II و بیشترین نشت یونی را نشان دادند که نشان‌دهنده حساسیت بالای این ژنوتیپ‌ها به شوری باشد و باعث شده در گروهی مجزا قرارگیرند. در گروه بعدی ژنوتیپ‌های AC-01، AC-02 و AC-03 قرار داشتند که کمترین میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و فعالیت کاتالاز را در شرایط شوری نشان دادند. در گروه سوم هم ژنوتیپ‌های AC-06، AC-07، AC-08 و AC-09 قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های AC-04 و AC-05 نیز با داشتن بیشترین محتوای آب نسبی برگ، غلظت رنگیزه، فعالیت کاتالاز، پراکسیداز و ماده خشک برگ تحمل بیشتری نسبت به شوری نشان دادند و در گروه آخر قرار گرفتند و فاصله بیشتری را با بقیه نشان دادند.

بر فرآیندهای متابولیک تأثیر گذارد (احمد^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). افزایش نفوذپذیری غشاء، کاهش پایداری غشاء و افزایش نشت الکترولیت‌ها مانند پتاسیم، آمینواسیدها، کربوهیدرات‌ها و در مجموع الکترولیت‌های مختلف، به خارج از سلول را در پی دارد (کایا^۲ و همکاران، ۲۰۰۱).

در مطالعه حاضر در اثر شوری نفوذپذیری غشاء و نشت یونی افزایش یافت که با نتایج ژائو^۳ و همکاران (۲۰۱۹) روی گیاه *Ginkgo biloba* و بن‌آمر^۴ و همکاران (۲۰۱۰) در نهال‌های *Cakile maritima* همخوانی دارد. ژنوتیپ AC-04 با داشتن بیشترین پایداری غشا در شرایط شوری کمترین نشت یونی را نشان داد که می‌تواند ناشی از تحمل به شوری بیشتر آن باشد. ژنوتیپ‌های AC-01، AC-02 و AC-03 نیز با بیشترین میزان نشت یونی بیشترین حساسیت به شوری را نشان دادند. در درختان بادام موجه شده با شوری، بیشترین درصد نشت یونی در برگ‌های درختان موجه شده با نمک ۶ دسی‌زیمنس برمتر (۸۱/۸۲ و ۹۰/۲۴ درصد) مشاهده شد (مومن‌پور و ایمانی، ۱۳۹۸).

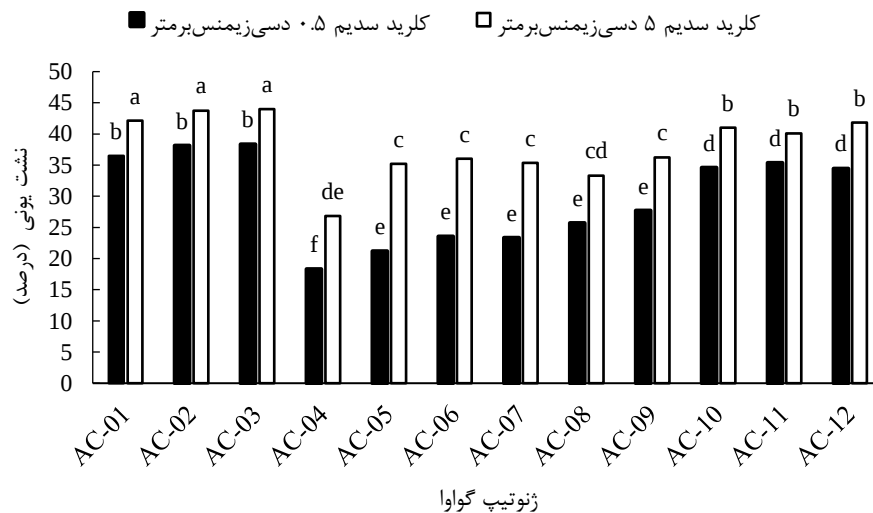
ماده خشک (برگ و شاخساره)

با توجه به نتایج مشاهده شد که ماده خشک برگ و شاخساره در شرایط شوری کاهش یافت. در شوری ۵ دسی‌زیمنس برمتر بیشترین ماده خشک برگ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های AC-04 (۵۶/۱۹ درصد) و AC-05 (۵۰/۱۰ درصد) مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها نشان داشت. کمترین ماده خشک برگ نیز به‌ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های AC1، AC-02، AC-03 و AC-11 در شوری ۵ دسی‌زیمنس برمتر بود (شکل ۱۴). بیشترین درصد ماده خشک شاخساره در شوری ۵ دسی‌زیمنس برمتر نیز به‌ترتیب به ژنوتیپ‌های AC-04 (۵۶/۱۹ درصد) و AC-03 (۵۴/۳۴ درصد) تعلق داشت. کمترین ماده خشک شاخساره نیز در ژنوتیپ‌های AC-02، AC-06 و AC-08 (به‌ترتیب ۴۹/۷۶، ۵۰/۶۰ و ۵۱/۱۲ درصد) مشاهده گردید (شکل ۱۵).

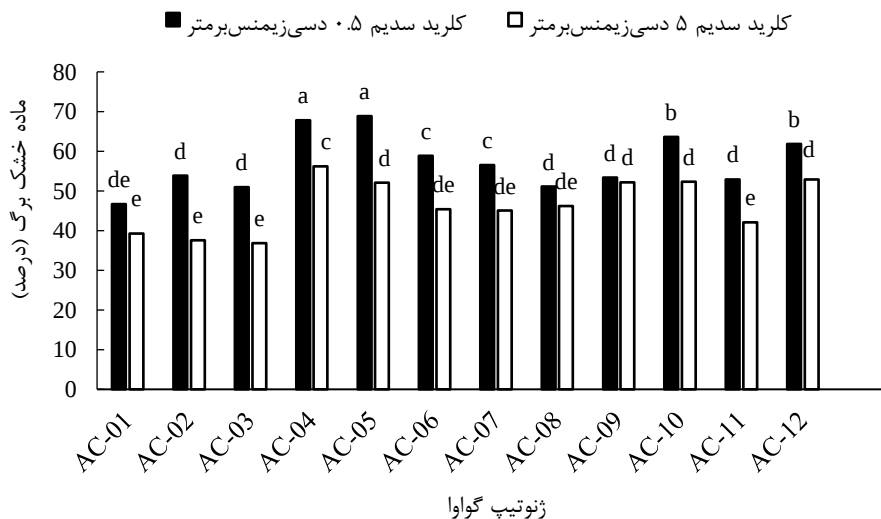
شوری آب آبیاری به‌دلیل اثرات خاص یون‌ها و اثر اسمزی که توسعه و تقسیم سلولی را به تأخیر می‌اندازد و منجر به

4. Ben Amor
5. Gomes
6. Sá

1. Ahmad
2. Kaya
3. Zhao



شکل ۱۳- اثر شوری و ژنوتیپ بر نشت یونی ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.

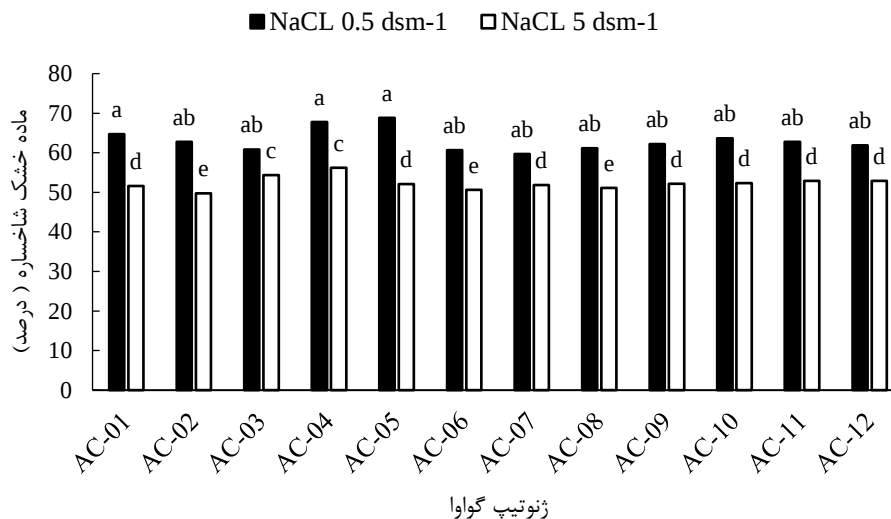


شکل ۱۴- اثر شوری و ژنوتیپ بر درصد ماده خشک برگ ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.

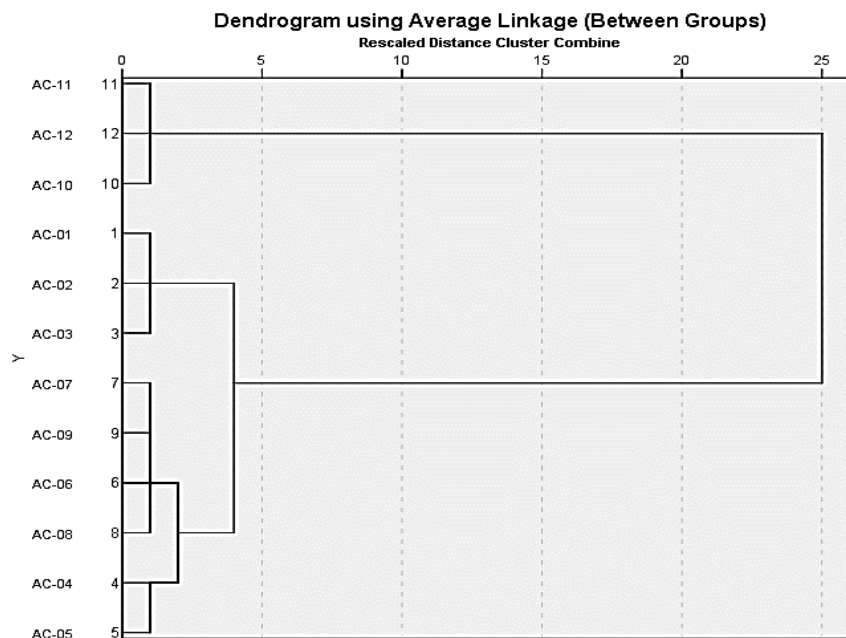
همبستگی صفات

همبستگی‌های مثبت و منفی معنی‌داری بین صفات مورد بررسی وجود داشت که در جدول ۳ نمایش داده شده است. محتوای نسبی آب برگ با رنگیزه‌های فتوسنتزی و کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم دو همبستگی مثبتی داشت. همچنین

همبستگی مثبت معنی‌داری بین محتوای نسبی آب برگ و محتوای پروتئین و آنتوسیانین مشاهده شد (به ۰/۸۲ و ۰/۶۳). همبستگی منفی معنی‌داری بین پروتئاز و کاروتنوئید (۰/۷۳-)، آنتوسیانین و کاتالاز (۰/۷۹-)، محتوای نسبی آب برگ و فعالیت کاتالاز (۰/۷۶-) مشاهده شد.



شکل ۱۵- اثر شوری و ژنوتیپ بر درصد ماده خشک شاخساره ژنوتیپ‌های گواوا. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD ($P \leq 0.01$) است.



شکل ۱۶- دندروگرام گروه‌بندی ۱۲ ژنوتیپ گواوا با استفاده از داده‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی.

همبستگی مثبت و معنی‌دار بین سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، محتوای نسبی آب برگ و محتوای کلروفیل ژنوتیپ‌های انار مواجه شده با شوری گزارش شده است (سوری و همکاران، ۱۳۹۸). در تحقیق دیگری، همبستگی مثبت معنی‌دار بین محتوای کلروفیل برگ، ایندول استیک اسید، جیبرلین، وزن تر و خشک گیاه، ارتفاع گیاه و نرخ فتوسنتز

همچنین همبستگی مثبت یونی با رنگدانه‌های کاروتنوئید، کلروفیل کل، a و b منفی و معنی‌دار بود (به ترتیب -0.91 ، -0.93 ، -0.95). فعالیت پروتئاز با نشست یونی همبستگی مثبت ($r=0.70$) و با محتوای نسبی آب برگ همبستگی منفی نشان داد (-0.82).

شده است (ما^۱ و همکاران، ۲۰۲۱؛ امام‌وردیان^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). در تحقیق حاضر بالا بودن مقدار محتوای نسبی آب برگ، غلظت رنگیزه‌ها، فعالیت کاتالاز، پراکسیداز و ماده خشک برگ در ژنوتیپ‌های AC-04 و AC-05، می‌تواند به‌عنوان معیاری جهت‌گزینش در تحمل به شوری در نظر گرفته شود.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌های به دست‌آمده از این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که ژنوتیپ‌های AC-04 و AC-05 نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها از نظر خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و رشدی دارای تحمل بیشتری در برابر تنش شوری بودند. این ژنوتیپ‌ها با داشتن بیشترین محتوای آب نسبی برگ، غلظت رنگیزه، فعالیت کاتالاز، پراکسیداز و ماده خشک برگ تحمل بیشتری نسبت به شوری نشان دادند. لذا با توجه به مشکلات ناشی از وجود آب و خاک‌های شور در کشور پیشنهاد

در درختان گردو تحت تنش شوری گزارش شده است (جی و همکاران ۲۰۲۲). بالا بودن محتوای نسبی آب برگ گیاهان به تحمل بالای تنش غیرزیستی نسبت داده شده است (جلیلی‌مرندی و همکاران، ۱۳۹۱). افزایش فعالیت آنزیم‌های پروتئاز در شرایط تنش شوری با کاهش مقدار پروتئین کل و افزایش غلظت اسیدهای آمینه مانند پرولین همراه است (محمودیه چم‌پیری و ابوطالبیان، ۱۴۰۰). افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز با کاهش مقدار پراکسیداسیون لیپید، هیدروژن پراکسید و نشت یونی همراه است (هی و ژو، ۲۰۰۸)، اما افزایش فعالیت پروتئاز در شرایط تنش شوری با کاهش مقدار پروتئین کل همراه است (محمودیه چم‌پیری و ابوطالبیان، ۱۴۰۰). همبستگی مثبت بین میزان هورمون‌های درونی (خصوصاً آبسزیک اسید و جیبرلین‌ها) و بیوماس گیاه تحت تنش‌های غیرزیستی به نقش مثبت تنظیمی هورمون‌ها در تعادل فشار اسمزی، شدت باز و بسته شدن روزنه‌ها، محتوای نسبی آب برگ و در نهایت کاهش شدت خسارت وارده از تنش، در راستای تولید پایدار محصول، نسبت داده

جدول ۳- نتایج همبستگی بین صفات مورد بررسی ۱۲ ژنوتیپ گواوا

شاخصه	ماده خشک برگ	ماده خشک شاخساره	پروتئین	پروتئاز	نسبی آب محتوای	Fv/Fm	کلروفیل کل	کلروفیل ب	کلروفیل آ	کلروفیل کل	کاروتنوئید	نشت یونی	کاتالاز	پراکسیداز
	۱/۰۰	۰/۷۳**	-۰/۱۹	-۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۵۵**	-۰/۳۹	-۰/۴۳*	-۰/۳۴	۰/۴۰	-۰/۴۱*	-۰/۰۵
	۱/۰۰	۰/۶۳**	-۰/۰۷	-۰/۵۲**	۰/۰۲									

* و ** به ترتیب همبستگی در سطح احتمال پنج و یک درصد

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه هرمزگان، به دلیل حمایت مالی و فراهم آوردن امکانات اجرای این تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

می‌گردد که از این ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش شوری استفاده

گردد. ژنوتیپ‌های AC-10، AC-11، AC-12 نیز حساسیت بیشتری به شوری نشان دادند.

منابع

- بی‌نام. ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی. محصولات باغبانی (جلد ۳) کتاب: وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- پشنکه، ز، شمیلی، م، عبدالهی، ف. و قاسمی، م. ۱۳۹۹. برهمکنش شوری و جیبرلین بر ریزش برگ، ماده خشک، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و محتوای عناصر در گواوا (*Psidium guajava* L.). مجله پژوهش‌های گیاهی (انجمن زیست‌شناسی ایران)، ۳(۴): ۸۰۹-۸۲۶.
- پوری، ن، سیفی، ا. و علیزاده، م. ۱۳۹۶. ارزیابی اثر تنش شوری و پرولین بر برخی از صفات ریخت‌شناختی، فیزیکی و فیتوشیمیایی برگ در سه رقم زیتون (*Olea europaea* L.). فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۵(۲): ۶۹-۸۵.
- جلیلی‌م‌رندی، ر، حسنی، ع، دولتی‌بانه، ح، حاجی‌تقی‌لو، ر. و یوسف‌زاده، ح. ۱۳۹۱. تاثیر سطوح شوری بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو رقم انگور. نشریه علوم باغبانی، ۲۶(۱): ۶۸-۷۷.
- بیبی، ف. و امیری، م. ۱۳۹۲. بررسی فعالیت آنزیمی و واکنش‌های بیوشیمیایی دو پایه مرکبات به تنش شوری درون شیشه‌ای. به‌زراعی کشاورزی، ۱۵(۴): ۱۶۵-۱۷۷.
- خواجه، ر، قاسمی، م، میرزاعلیان‌دستجردی، ع. و دمی‌زاده، غ. ۱۴۰۰. پاسخ دانه‌های مکزیکن لایم (*Citrus aurantifolia* cv. Mexican lime) به اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری، ۶(۱): ۱۰-۲۱.
- سوری، ن، بخشی، د، رضایی‌نژاد، ع. و فیضیان، م. ۱۳۹۸. اثر تنش شوری بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و پارامترهای فتوسنتزی چند ژنوتیپ تجاری انار ایرانی. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۸(۳۰): ۱۵۵-۱۷۰.
- عطارزاده، م، رحیمی، ا و ترابی، ب. ۱۳۹۵. واکنش کلروفیل، محتوای نسبی آب و پروتئین برگ گلرنگ به تنش شوری و محلول‌پاشی کلسیم، پتاسیم و منگنز. نشریه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱۰، ۱(۳۷): ۲۶۹-۲۸۲.
- فاضلی، آ، زارعی، ب. و طهماسبی، ز. ۱۳۹۶. تأثیر تنش شوری و سالیسیلیک اسید بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی سیاه دانه (*Nigella sativa* L.). زیست‌شناسی گیاهی ایران، ۹(۳۴): ۶۹-۸۳.
- فلاح، ا، فرهنگ‌دفر، ا. و مرادی، ف. ۱۳۹۴. تأثیر تنش شوری در مراحل مختلف رشد بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی دو رقم برنج در شرایط گلخانه. مجله پژوهش‌های کاربردی زراعی، ۲۸(۱۰۷): ۱۷۵-۱۸۲.
- محمودیه چم‌پیری، ر. و ابوطالبیان، م.ع. ۱۴۰۰. بررسی خصوصیات فیزیولوژیک دو رقم گندم (*Triticum aestivum*) در پاسخ به تنش شوری و مایکوریزا. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران، ۵۲(۴): ۷۳-۸۶.
- مومن‌پور، ع. و ایمانی، ع. ۱۳۹۸. اثر تنش شوری بر ویژگی‌های رشدی تعدادی از ژنوتیپ‌های انتخابی بادام. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۶(۲): ۲۹-۴۶.
- مومن‌پور، ع، ایمانی، ع. و بخشی، د. ۱۳۹۷. تأثیر تنش شوری بر برخی از صفات بیوشیمیایی چهار رقم بادام. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۲(۲): ۲۰۱-۲۱۶.

Abbasi, J.A., Gandahi, A.W., Saleem, M., Bhatti, S.M. and Bughio, Z.R. 2019. Growth and development of guava (*Psidium guajava* L.) seedlings against sodium chloride salinized water: Department of Soil Science, Sindh Agriculture University Tandojam, Pakistan. Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences, 35(2): 81-85.

- Ahmad, P., Ozturk, M., Sharma, S. and Gucel, S. 2014. Effect of sodium carbonate-induced salinity-alkalinity on some key osmoprotectants, protein profile, antioxidant enzymes, and lipid peroxidation in two mulberry (*Morus alba* L.) cultivars. *Journal of Plant Interactions*, 9(1): 460-467.
- Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1): 1.
- Asada, K. 2006. Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions. *Plant Physiology*, 141(2): 391-396.
- Ben Amor, N., Megdiche, W., Jiménez, A., Sevilla, F. and Abdelly, C. 2010. The effect of calcium on the antioxidant systems in the halophyte *Cakile maritima* under salt stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 32: 453-461.
- Bezerra, I.L., Nobre, R.G., Gheyi, H.R., Lima, G.S.D. and Barbosa, J.L. 2018. Physiological indices and growth of 'Paluma' guava under saline water irrigation and nitrogen fertigation. *Revista Caatinga*, 31(04): 808-816.
- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1-2): 248-254.
- Cavalcante, Í.H.L., Cavalcante, L.F., Hu, Y. and Beckmann-Cavalcante, M.Z. 2007. Water salinity and initial development of four guava (*Psidium guajava* L.) cultivars in north-eastern Brazil. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, (15): 71-80.
- Cavalcante, L.F., Vieira, M.D.S., Santos, A.F.D., Oliveira, W.M.D. and Nascimento, J.A.M.D. 2010. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32: 251-261.
- Change, B. and Maehly, A.C. 1955. Assay of catalases and peroxidase. *Methods Enzymol*, 2: 764-775.
- Chen, M., Zhao, Y. and Yu, S. 2015. Optimisation of ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds, antioxidants, and anthocyanins from sugar beet molasses. *Food Chemistry*, 172: 543-550.
- de Oliveira, V.P., Marques, E.C., de Lacerda, C.F., Prisco, J.T. and Gomes Filho, E. 2013. Physiological and biochemical characteristics of *Sorghum bicolor* and *Sorghum sudanense* subjected to salt stress in two stages of development. *African Journal of Agricultural Research*, 8(8): 660-670.
- Dexter, S.T., Tottingham, W.E. and Graber, L.F. 1932. Investigations of the hardiness of plants by measurement of electrical conductivity. *Plant Physiology*, 7(1): 63.
- Dhindsa, R.S. and Matowe, W. 1981. Drought tolerance in two mosses: correlated with enzymatic defence against lipid peroxidation. *Journal of Experimental Botany*, 32(1): 79-91.
- Dichala, O., Therios, I., Papadopoulos, A., Chatzistathis, T., Chatzisavvidis, C. and Antonopoulou, C., 2021. Effects of varying concentrations of different salts on mineral composition of leaves and roots of three pomegranates (*Punica granatum* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 275: 109718.
- Doganlar, ZB., Demir, K., Basak, H. and Gul, I. 2010. Effects of salt stress on pigment and total soluble protein contents of three different tomato cultivars. *African Journal Agriculture Research*. 5(15): 2056-2065.
- Ebert, G. 1999. Salinity problems in sub-tropical fruit production. *Acta Horticulture*, 53 (1): 99-105.
- Emamverdian, A., Ding, Y. and Mokhberdoran, F. 2020. The role of salicylic acid and gibberellin signaling in plant responses to abiotic stress with an emphasis on heavy metals. *Plant Signaling and Behavior*, 15(7): 1777372.
- Erturk, U., Sivritepe, N., Yerlikaya, C., Bor, M., Ozdemir, F. and Turkan, I. 2007. Responses of the cherry rootstock to salinity in vitro. *Biologia Plantarum*, 51: 597-600.
- Garratt, L.C., Janagoudar, B.S., Lowe, K.C., Anthony, P., Power, J.B. and Davey, M.R. 2002. Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures. *Free Radical Biology and Medicine*, 33(4): 502-511.
- Gomes, K.R., Amorim, A.V., Ferreira, F.J., A Filho, F.L., Lacerda, C.F. and Gomes-Filho, E. 2011. Physiology and growth responses of maize subjected to salt stress in different cultivating spacings. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(4): 365-370.
- Gupta, B. and Huang, B. 2014. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. *International Journal of Genomics*, 2014(1): 701596.

- Hajheidari, M., Abdollahian-Noghabi, M., Askari, H., Heidari, M., Sadeghian, S.Y., Ober, E.S. and Hosseini Salekdeh, G. 2005. Proteome analysis of sugar beet leaves under drought stress. *Proteomics*, 5(4): 950-960.
- He, Y. and Zhu, Z.J. 2008. Exogenous salicylic acid alleviates NaCl toxicity and increases antioxidative enzyme activity in *Lycopersicon esculentum*. *Biologia Plantarum*, 52: 792-795.
- Ibrahim, H.I. 2016. Tolerance of two pomegranates cultivars (*Punica granatum* L.) to salinity stress under hydroponic culture conditions. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 6(4): 38-46.
- Ji, X., Tang, J. and Zhang, J. 2022. Effects of salt stress on the morphology, growth and physiological parameters of *Juglans microcarpa* L. seedlings. *Plants*, 11(18): 2381.
- Jithesh, M.N., Prashanth, S.R., Sivaprakash, K.R. and Parida, A.K. 2006. Antioxidative response mechanisms in halophytes: their role in stress defence. *Journal of Genetics*, 85: 237-254.
- Joshi, S. and Satyanarayana, T. 2013. Characteristics and applications of a recombinant alkaline serine protease from a novel bacterium *Bacillus lehensis*. *Bioresource Technology*, 131: 76-85.
- Kaya, C., Higgs, D. and Kirnak, H. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. *Bulg. Journal of Plant Physiology*, 27(3-4): 47-59.
- Lu, S., Li, T. and Jiang, J. 2010. Effects of salinity on sucrose metabolism during tomato fruit development. *African journal of Biotechnology*, 9(6): 842-849.
- Ma, Y., Wei, Z., Liu, J., Liu, X. and Liu, F. 2021. Growth and physiological responses of cotton plants to salt stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 207(3): 565-576.
- Marques, A.M., Tuler, A.C., Carvalho, C.R., Carrijo, T.T., da Silva Ferreira, M.F. and Clarindo, W.R. 2016. Refinement of the karyological aspects of *Psidium guineense* (Swartz, 1788): a comparison with *Psidium guajava* (Linnaeus, 1753). *Comparative Cytogenetics*, 10(1): 117.
- McCready, R.M., Guggolz, J., Silviera, V. and Owens, H.S. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. *Analytical Chemistry*, 22(9): 1156-1158.
- Michalak, A., 2006. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15(4): 523-530.
- Misra, A.N., Misra, M. and Singh, R. 2012. Chlorophyll fluorescence in plant biology. *Biophysics*, 7: 171-192.
- Molassiotis, A.N., Sotiropoulos, T., Tanou, G., Kofidis, G., Diamantidis, G. and Therios, E. 2006. Antioxidant and anatomical responses in shoot culture of the apple rootstock MM 106 treated with NaCl, KCl, mannitol or sorbitol. *Biologia Plantarum*, 50: 331-338.
- Ndoumou, D.O., Djocgoue, P.F., Nana, L. and Debost, M., 1995. Variation and inheritance of peroxidase activity and phenol and saccharide content in cacao in relation to susceptibility to black pod disease. *Biologia Plantarum*, 37: 429-436.
- Neocleous, D. and Vasilakakis, M. 2007. Effects of NaCl stress on red raspberry (*Rubus idaeus* L. 'Autumn Bliss'). *Scientia Horticulturae*, 112(3): 282-289.
- Nuccio, M.L., Rhodes, D., McNeil, S.D. and Hanson, A.D. 1999. Metabolic engineering of plants for osmotic stress resistance. *Current Opinion in Plant Biology*, 2(2): 128-134.
- Parida, A.K. and Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(3): 324-349.
- Parida, A.K., Das, A.B., Mitra, B. and Mohanty, P. 2004. Salt-stress induced alterations in protein profile and protease activity in the mangrove *Bruguiera parviflora*. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 59(5-6): 408-414.
- Parvaiz, A. and Satyawati, S. 2008. Salt stress and phyto-biochemical responses of plants-a review. *Plant Soil and Environment*, 54(3): 89.
- Belkhodja, R., Morales, F., Abadia, A., Gomez-Aparisi, J. and Abadia, J. 1994. Chlorophyll fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Physiology*, 104(2): 667-673.

- Raya, A.M., Ruiz, J.A., Zuazo, V.H.D. and Tarifa, D.F. 2004. Impact of salinity on macro-and micronutrient uptake in mango (*Mangifera indica* L. cv. Osteen) with different rootstocks. Spanish Journal of Agricultural Research, 2(1): 121-134.
- Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. and Holaday, A.S. 1990. Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30(1): 105-111.
- Sá, F.V.D.S., Nobre, R.G., Silva, L.D.A., Moreira, R.C., Paiva, E.P.D. and Oliveira, F.A.D. 2016. Tolerance of guava rootstocks under salt stress. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 20(12): 1072-1077.
- Shamili, M and Hormaza, J.I. 2021. Genotypic and phenotypic diversity in guava (*Psidium guajava* L.) genotypes from Iran. Fruits, 76(1): 11-21.
- Sofo, A., Dichio, B., Xiloyannis, C. and Masia, A. 2005. Antioxidant defences in olive trees during drought stress: changes in activity of some antioxidant enzymes. Functional Plant Biology, 32(1): 45-53.
- Stępień, P. and Kłbus, G. 2006. Water relations and photosynthesis in *Cucumis sativus* L. leaves under salt stress. Biologia Plantarum, 50(4): 610-616.
- Strasser, R.J., Srivastava, A. and Tsimilli-Michael, M. 2000. The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples. Probing Photosynthesis: Mechanisms, Regulation and Adaptation, 25: 445-483.
- Sudhir, P. and Murthy, S.D.S. 2004. Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. Photosynthetica, 42(4): 481-486.
- Sývacý, A. and Sökmen, M. 2004. Seasonal changes in antioxidant activity, total phenolic and anthocyanin constituent of the stems of two *Morus* species (*Morus alba* L. and *Morus nigra* L.). Plant Growth Regulation, 44: 251-256.
- Tate, D. 2000. Tropical Fruit of Thailand (Bangkok, Thailand: Asia Books Co. Ltd.), 96 p.
- Thaipong, K. and Boonprakob, U. 2019. Salt tolerance evaluation in guava germplasm. International Journal of Agricultural Technology, 15(5): 791-796.
- Wahid, A. and Ghazanfar, A. 2006. Possible involvement of some secondary metabolites in salt tolerance of sugarcane. Journal of Plant Physiology, 163(7): 723-730.
- Wang, Y., Loake, G.J. and Chu, C. 2013. Cross-talk of nitric oxide and reactive oxygen species in plant programmed cell death. Frontiers in Plant Science, 4: 314.
- Zhao, H., Liang, H., Chu, Y., Sun, C., Wei, N., Yang, M. and Zheng, C. 2019. Effects of salt stress on chlorophyll fluorescence and the antioxidant system in *Ginkgo biloba* L. seedlings. HortScience, 54(12): 2125-2133.
- Zhong, Y.P., Qi, X.J., Chen, J.Y., Zhi, L.I., Bai, D.F., Wei, C.G. and Fang, J.B. 2019. Growth and physiological responses of four kiwifruit genotypes to salt stress and resistance evaluation. Journal of Integrative Agriculture, 18(1): 83-95.
- Zhu, J.K., 2007. Plant salt stress. Encyclopedia of Life Sciences, 2: 1-7.
- Zhu, S., Nong, J., Luo, G., Li, Q., Wang, F., Jiang, D. and Zhao, X. 2021. Varied tolerance and different responses of five citrus rootstocks to acid stress by principle component analysis and orthogonal analysis. Scientia Horticulturae, 278: 109853.