تأثیر شوری بر تغییرات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی، آناتومی برگ، عملکرد و خصوصیات کیفی توده‌های مختلف خربزه (*Cucumis melo* L.)

هاجر شفیعی[۱]، مریم حقیقی[۱*]، علی فرهادی[۲] و محمدحسین اهتمام[۳]

[۱] گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، [۲]مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

[۳] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۲٤، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۰۷/۲۱)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری بر برخی صفات فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و آناتومی و همچنین رشد و عملکرد توده‌های مختلف خربزه، آزمایشی در قالب اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی سه توده متحمل (آناناسی)، نیمه‌متحمل (سبز اصفهان) و حساس به شوری (گنگی) در دو سطح شوری سدیم کلرید (صفر و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) شوری متداول چاه‌های منطقه در مزرعه ایستگاه تحقیقاتی اصفهان در سال زراعی ۹۵-۹٦ به اجرا درآمد. نتایج نشان داد با افزایش شوری وزن تر و خشک اندام هوایی در تمام توده‌ها کاهش یافت. وزن تر و خشک گوشت، پوست و بذر، تعداد و وزن متوسط میوه در توده‌های حساس و نیمه‌متحمل کاهش نشان داد. عملکرد میوه در تمام توده‌ها کاهش یافت. کاهش سطح برگ در توده حساس و طول بوته و میوه در توده نیمه‌متحمل مشاهده شد. سفتی میوه در کلیه توده‌ها و اسیدیته میوه در توده نیمه‌متحمل و حساس کاهش یافت، در حالی که مواد جامد محلول (TSS) در این توده‌ها افزایش نشان داد. میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای در توده حساس بیشترین میزان کاهش را نشان دادند در حالی که تعرق در این توده افزایش نشان داد و پتانسیل آب برگ منفی‌تر شد. بیشترین میزان پرولین، فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در توده متحمل مشاهده شد. ضخامت اپیدرم فوقانی در توده حساس با اعمال شوری افزایش یافت و در اپیدرم تحتانی تأثیر معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی نتایج نشان داد که با اعمال تنش شوری شاخص‌های رشدی، پارامترهای فتوسنتزی و خصوصیات کمی و کیفی میوه کاهش یافت و این میزان کاهش در توده مقاوم آناناسی کمتر و در توده حساس گنگی بیشتر بود و احتمالاً از طریق تغییر در پارامترهای بیوشیمیایی مقاومت به تنش نظیر آنتی‌اکسیدان و فنل نتوانسته مقاومت ایجاد کند بلکه از طریق تنظیمات آبی گیاه نظیر تعرق و پتانسیل آب و همچنین مواد جامد محلول (TSS) به کارایی بهتری از مقاومت رسید.

کلمات کلیدی: پرولین، خربزه، شوری، فنل، میوه

مقدمه

شوری خاک یکی از عوامل عمده کاهش تولیدات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود (Kafi and Khan, 2008)؛ بنابراین تحت این شرایط شناسایی و کشت گونه‌های متحمل به شوری راه حلی کاربردی جهت استفاده مؤثر از خاک‌های در معرض تنش است

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]

(Ahmad *et al*., 2010) یکی از اولین اثرات شوری، تنش خشکی فیزیولوژیک است و بسیاری از عوارض مشاهده‌شده در اثر تنش شوری به‌دلیل تنش خشکی وارده به گیاه است (Pessarakli, 2010).

اولین پاسخ اکوفیزیولوژیکی گیاهان در شرایط تنش شوری کاهش فتوسنتز می‌باشد. این کاهش به‌شدت و نوع تنش شوری، نحوه اعمال تنش و حساسیت گونه‌های مورد مطالعه وابسته است (Robinson *et al*., 1983). کاهش میزان فتوسنتز درنتیجه تأثیر شوری بر عوامل روزنه‌ای (هدایت روزنه‌ای) گزارش شده است (Raza *et al*., 2006) تغییرات فیزیولوژیکی ازجمله هدایت روزنه‌ای و توانایی جذب دی‌اکسید کربن در گیاهانی که تحت تنش شوری رشد می‌کنند می‌تواند به‌عنوان شاخصی مؤثر از وضعیت فتوسنتزی برگ گیاه در نظر گرفته شود. میزان جذب دی‌اکسید کربن فتوسنتزی در شرایط شور کاهش می‌یابد. این کاهش به‌دلیل کاهش هدایت روزنه‌ای و محدودیت دسترسی دی‌اکسید کربن برای کربوکسیلات است (Brugnoli and Lauteri, 1991). نتایج آزمایشی روی اسفناج نشان داد در اثر تنش شوری میزان فتوسنتز حدود ۱۰ درصد کاهش یافت در حالی که کاهش هدایت روزنه‌ای حدود ۷۰ درصد بود (Robinson *et al*., 1983). تحت شرایط شور درنتیجه فعالیت فتوسنتزی پتانسیل آب برگ کاهش می‌یابد (Razzaghi *et al*., 2011). اندازه‌گیری پتانسیل آب در سلول‌ها و بافت‌های گیاهی یکی از مسائل دقیق و مهم در مطالعه روابط آب و گیاه است زیرا عامل حرکت آب در خاک و حرکت آب از خاک به ریشه گیاهان و همچنین حرکت آب در طول گیاه اختلاف پتانسیل آب است که با تعیین آن توانایی گیاه در جذب آب از محیط ریشه مشخص می‌شود.

در فیزیولوژی تنش گیاهی عموماً نظر بر این است که تجمع مواد محلول سازگار در حفظ تعادل اسمزی نقش دارند. افزایش تجمع پرولین در پاسخ به شوری یکی از مکانیسم‌هایی است که به تنظیم اسمزی وابسته است و ادامه رشد گیاه را در شرایط شور فراهم می‌کند (Ashraf and Foolad, 2007). ترکیبات فنلی از اجزاء سیستم دفاعی غیرآنزیمی و آنتی‌اکسیدانی سلول‌های گیاهی هستند که مهار اتواکسیداسیون لیپیدها، تجزیه رادیکال‌های آزاد اکسیژن و پراکسیدها را به عهده دارند (Momeni *et al*., 2013). قراردادن گیاه در معرض تنش شوری منجر به افزایش محتوای مواد فنولی محصول برنج گردید (Daiponmaka *et al*., 2010).

ویژگی‌های آناتومی اندام‌های گیاهی به‌ویژه ساختار آناتومی برگ در اثر تنش شوری تغییر می‌کند. افزایش حجم سلول‌ها به‌ویژه سلول‌های اپیدرمی و به‌دنبال آن افزایش ضخامت برگ ازجمله این تغییرات است. همچنین در این شرایط از تعداد سلول‌های اپیدرمی کاسته می‌شود. بررسی‌ها نشان داد در گونه‌های *Suaeda* به‌دنبال تجمع نمک در محیط اندازه سلول‌های اپیدرمی افزایش و تعداد آنها کاهش یافت (Polic *et al*., 2009).

هر گیاهی جهت دستیابی به عملکرد بالاتر به تولید میوه بیشتر و میوه‌های بزرگ‌تر نیاز دارد. چنین مسئله‌ای مستلزم رشد قوی رویشی بوته و برخورداری از ذخایر غذایی کافی است. این رشد مناسب در صورتی میسر خواهد شد که آب و عناصر غذایی به مقدار بهینه و کافی توسط ریشه‌ها جذب شود (Turhan and Atilla, 2004). در آزمایشی که روی گیاه گرمک با روش آبیاری قطره‌ای با سه سطح شوری آب آبیاری (۲، ۵ و ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر) انجام شد، نتایج نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری موجب کاهش معنی‌داری در عملکرد میوه، تعداد میوه و میانگین وزن میوه شد (فیضی و همکاران، ۱۳۸۹).

خربزه با نام علمی (*Cucumis melo* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان باغبانی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان که مشکل شوری وجود داشته، کاشته می‌شود (Botia *et al*., 2005). به طور کلی با وجود این واقعیت خربزه به‌عنوان گیاه متحمل به شوری شناخته شده است. گزارشات متعدد نشان داده است که تحمل به شوری در خربزه به رقم وابسته است و ارقام حساسی وجود دارند که به‌خوبی ارقام متحمل عمل نمی‌نمایند (Kusvuran *et al*., 2007). براساس گزارش محققین آبیاری با آب شور در طول دوره رشد باعث کاهش عملکرد میوه خربزه گردید و کاربرد آب شور از مرحله تشکیل میوه به بعد در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]

کاهش عملکرد اقتصادی ارقام تأثیری نداشت (Botia *et al.*, 2005). همچنین بررسی اثرات شوری آب آبیاری بر رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی ۹ ژنوتیپ تجاری خربزه نشان داد که افزایش شوری آب اثر یکسانی بر عملکرد و درصد قند خربزه نداشت (محمدزاده و همکاران، ۱۳۹۰). پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر شوری آب آبیاری بر برخی صفات فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و آناتومی و همچنین رشد و عملکرد توده‌های مختلف خربزه به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر شوری بر برخی خصوصیات فتوسنتزی، بیوشیمیایی، خصوصیات کمی و کیفی میوه و همچنین آناتومی برگ توده‌های مختلف خربزه، آزمایشی در قالب اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی دستگرد وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان در بهار و تابستان سال زراعی ۹۵-۹۶ بر روی سه توده متحمل (آناناسی)، نیمه متحمل (سبز اصفهان) و حساس به شوری (گنگی) در دو سطح شوری سدیم کلرید (صفر و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) به اجرا در آمد. قابل ذکر است که انتخاب توده حساس و متحمل طی آزمایش اولیه توسط نگارندگان از بین ۱۶ توده انتخاب شده است. پس از تسطیح، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیم به‌صورت دستی براساس تجزیه خاک و توصیه مؤسسه خاک و آب مصرف گردید (ملکوتی و عیبی، ۱۳۷۶). در اوایل میوه‌دهی و در طول فصل برداشت میوه از کودهای ریزمغذی و همچنین کود اوره به‌میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار در هر نوبت آبیاری همراه با آب آبیاری استفاده شد.

بذرها در مخلوطی از پیت - پرلایت به نسبت ۱:۱ جوانه زدند. دو هفته بعد از کاشت، دانهال‌ها در زمین با فاصله ۵۰ سانتی‌متری بر روی هر خط به‌صورت جوی و پشته و با فاصله دو خط کشت دو متر کاشته شدند. اعمال تیمارهای آبیاری در زمان سه تا چهار برگی و با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای هر دو یا سه روز یک مرتبه انجام گرفت (باغانی و همکاران، ۱۳۹۲). پس از رویش بذر تنک بوته‌ها در طی دو نوبت صورت گرفت و در نهایت در هر گوده کشت یک بوته باقی ماند (کوچکی و سلطانی، ۱۳۷۷). در طول دوره رشد که تقریباً ۹۰ روز طول کشید و پس از برداشت میوه صفات زیر ارزیابی شد.

وزن‌تر و خشک اندام هوایی، گوشت و پوست میوه و بذر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک گوشت و پوست میوه ۱۰۰ گرم از هر کدام به‌صورت جداگانه در آون با دمای ۷۰ درجه خشک گردید.

فاکتورهای مربوط به تبادلات گازی برگ شامل فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای، غلظت دی‌اکسید کربن زیر روزنه و کارایی مصرف آب فتوسنتزی با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز برگ (مدل Lci نسخه نرم‌افزاری ۱/۱۰، ساخت کشور انگلستان) (Fisher *et al.*, 1998)، سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل (Win area-ut-11) و پتانسیل آب برگ توسط دستگاه بمب فشار (Scholander Pressure Bomb) سنجیده شد (Turner, 1988). اندازه‌گیری فنل به شیوه فولین سیوکالتئو (Sing *et al.*, 2002)، ظرفیت آنتی‌اکسیدان برگ به شیوه DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Yu *et al.*, 2002) و پرولین به روش Bates توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV-600A ساخت کشور انگلستان) انجام شد (Bates *et al.*, 1973)

به‌منظور بررسی ساختار تشریحی برگ، نمونه‌ها پس از تثبیت‌شدن موقت در الکل ۷۰٪ به‌وسیله تیغ و به روش دستی برش‌گیری شدند و پس از رنگ‌بری با آب ژاول به‌وسیله متیلن بلو و کارمن زاجی رنگ‌آمیزی شدند و پس از تثبیت دائمی بر روی لام بررسی آنها در زیر میکروسکوپ نوری انجام گردید (قاسمی فیروزآبادی، ۱۳۷۷).

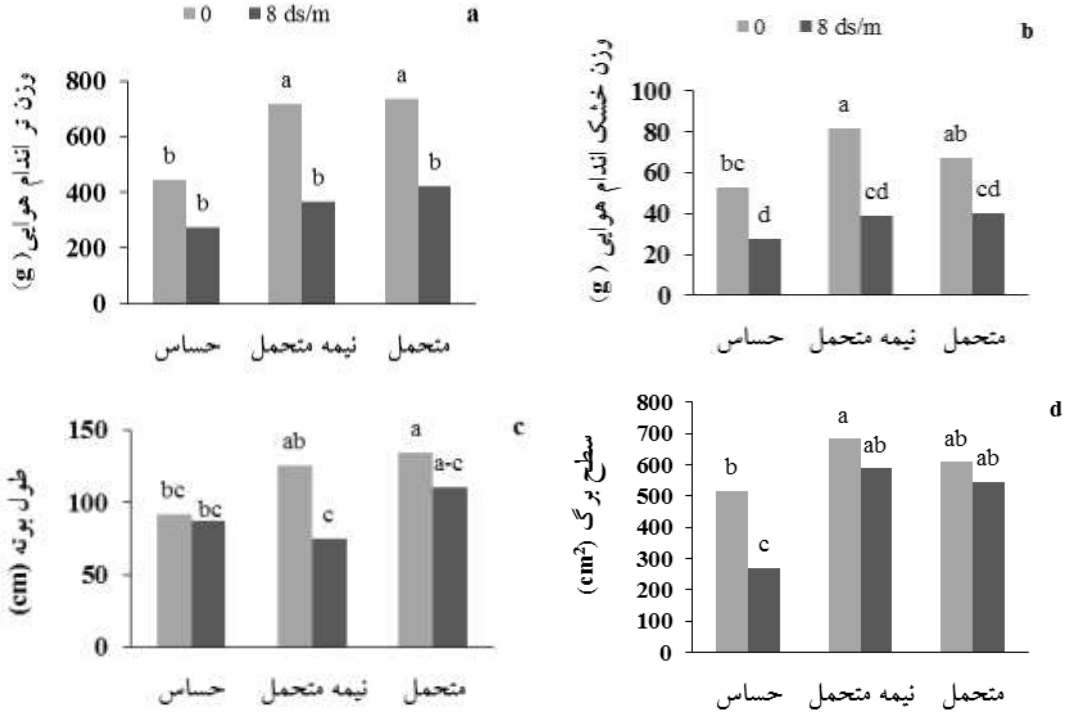
در پایان آزمایش تعداد میوه‌های هر بوته شمارش، طول و قطر میوه به‌ترتیب با خط‌کش و کولیس اندازه گرفته شد که با استفاده از آن نسبت طول به قطر میوه محاسبه گردید. وزن مجموع میوه‌های برداشت‌شده با ترازو اندازه‌گیری شد. سفتی میوه با پنترومر و میزان مواد جامد محلول به‌وسیله رفرکتومتر (PAL-1 Brix, Japan) اندازه‌گیری شد (Raeisi *et al.*,

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]

جدول ۱- برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک ایستگاه تحقیقاتی محل اجرای آزمایش

عمق خاک (سانتی‌متر)	کربن آلی (درصد)	فسفر ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg\ kg^{-1}$)	اسیدیته	هدایت الکتریکی ($ds\ m^{-1}$)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	بافت
۳۰ -۰	/۸	۱۷/۱	۳۷۰	۷	۲/۲	۱۰	٤۹	٤۱	لوم رسی



شکل ۱- اثر متقابل سطوح شوری و توده‌ها بر وزن تر اندام هوایی (a)، وزن خشک (b)، طول بوته (c) و سطح برگ (d)، متحمل (آناناسی)، نیمه‌متحمل (سبز اصفهان) و حساس به شوری (گنگی). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

2014). اسید قابل تیتر با تیترکردن ۱۰ میلی‌لیتر عصاره با سود ۰/۱ نرمال و برحسب سیتریک اسید محاسبه شد (Mazumdar, 2003).

داده‌ها در نرم‌افزار اکسل طبقه‌بندی و با برنامه آماری Statestix 8 آنالیز شدند و مقایسه میانگین داده‌ها به کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد با افزایش شوری وزن تر در توده‌های متحمل و نیمه‌متحمل به‌ترتیب ٤۲ و ٤۹ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت و در توده حساس تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. وزن خشک اندام هوایی در تمام توده‌ها کاهش یافت و کمترین وزن تر و خشک در رقم حساس به‌ترتیب ۲۷٤/۵ و ۲۷/٦۸ گرم مشاهده شد (شکل a, b ۱). نتایج این بررسی با یافته‌های دیگر محققین روی گیاه خربزه مطابقت دارد (Franco *et al*., 1993). در شرایط شور کاهش در میزان کلروفیل و آسیب بافت برگی باعث اختلال در فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌شود و درنتیجه باعث کاهش در وزن تر و خشک گیاه می‌شود (Mimica-Dukic *et al*., 2003).

همچنین نتایج نشان داد که طول بوته با اعمال شوری در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]

توده نیمه‌متحمل کاهش ٤٠ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد (شکل c ١). نتایج کاهش طول بوته با کاهش وزن تر در توده متحمل و نیمه‌متحمل هماهنگی دارد لذا به‌نظر می‌رسد یکی از عوامل مؤثر در کاهش وزن تر کاهش طول بوته است. سطح برگ در رقم حساس با اعمال شوری کاهش معنی‌داری داشت و در سایر توده‌ها تفاوت معنی‌داری دیده نشد (شکل ١ d). محققان گزارش کرده‌اند که کاهش سطح برگ در شرایط شور ممکن است در ارتباط با کاهش فشار آماس سلول یا ناشی از تغییر در ارسال پیام‌های هورمونی از ریشه به برگ‌ها باشد (El-Hendawy, 2004). باگذشت زمان، کاهش حجم سلول و نیز کندشدن روند تقسیم سلولی برگ مشاهده شده و اندازه نهایی آن کوچک می‌شود. همچنین تغییر سلولی با کاهش نسبت سطح به حجم باعث کوچک‌تر و ضخیم‌ترشدن برگ‌ها می‌شود (کافی و همکاران،١٣٨٩).

وزن گوشت در ارقام حساس و نیمه‌متحمل با شوری به ترتیب ٣٩ و ٤٦ درصد کاهش یافت و در توده متحمل تحت تأثیر شوری تغییری نیافت (شکل a ٢). وزن پوست در توده نیمه-متحمل کاهش ٥١ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد و در سایر توده‌ها تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (شکل b ٢). بیشترین وزن گوشت و پوست در توده نیمه‌متحمل به‌ترتیب ١٨٧١/٧ و ٤٢٢/٢١ گرم در کلیه شرایط شوری بود (شکل٢ a,b). وزن خشک گوشت در هیچ یک از توده‌ها تغییر معنی‌داری نیافت (شکل c ٢). با اعمال شوری میزان وزن خشک پوست در توده‌های نیمه‌متحمل کاهش معنی‌داری داشت و در سایر توده‌ها تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (شکل d ٢). به‌طور مشابه وزن تر و خشک بذر مانند وزن گوشت و پوست در توده‌های متحمل تحت تأثیر شوری تغییر نکرد. بیشترین وزن تر و خشک بذر در ارقام نیمه‌متحمل و به میزان ١٧٨/١٢ و ٣٧/٠٨ گرم دیده شد (شکل e, f ٢). درصد کاهش وزن گوشت تحت تأثیر تنش شوری کمتر از وزن پوست بود. در مقایسه اثر شوری بر کاهش وزن بذر، پوست و گوشت میوه مشاهده شد که شوری با درصد بیشتری باعث کاهش به‌ترتیب ٤٦، ٣٣ و ٣٥ درصد شد (شکل b, e و a ٢).

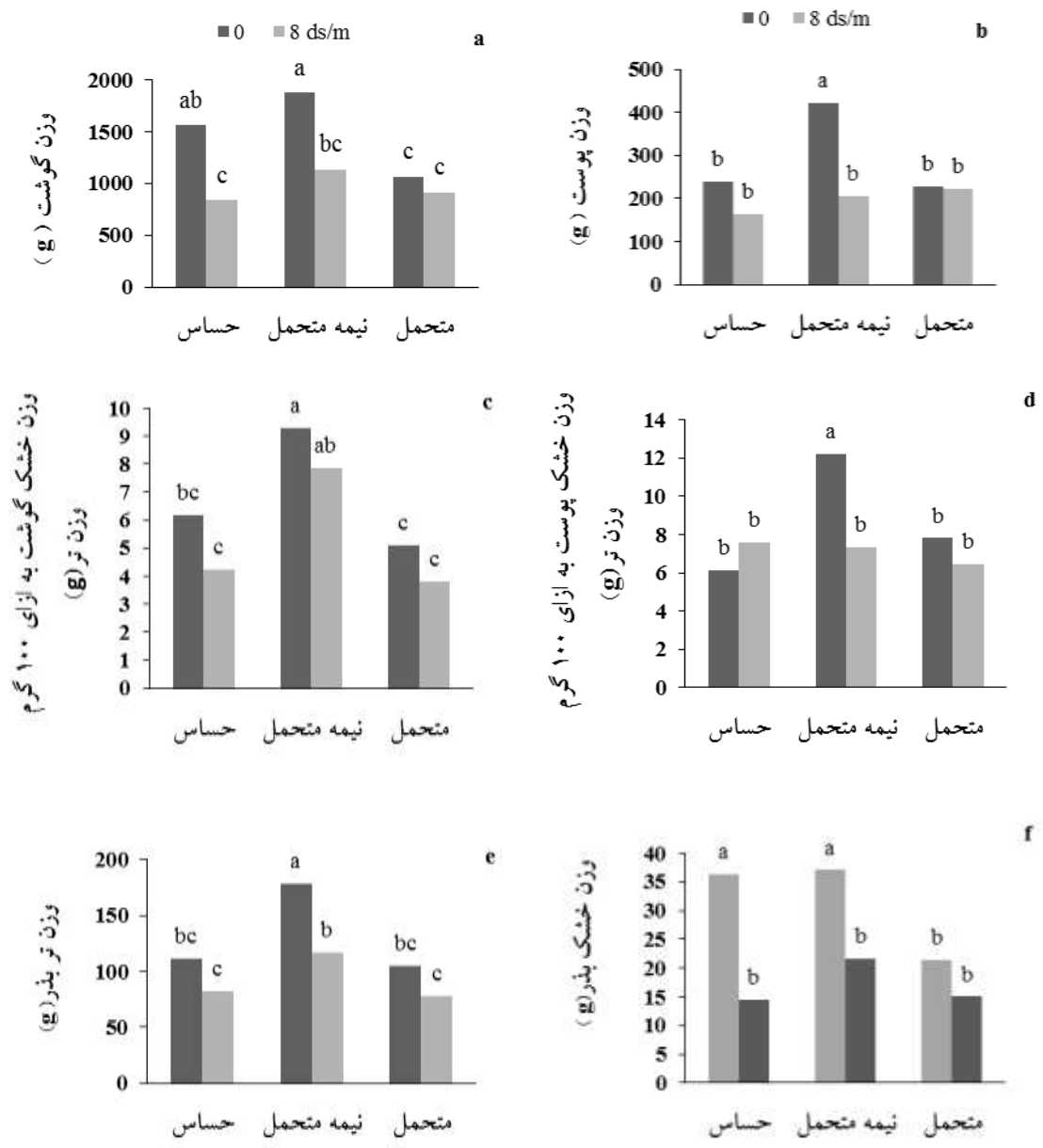
تعداد میوه و وزن متوسط میوه در توده‌های نیمه‌متحمل و حساس کاهش و در توده‌های متحمل با اعمال شوری تغییر معنی‌داری نداشت. بیشترین وزن متوسط میوه در توده نیمه‌متحمل و به‌میزان ٢/٢٦ کیلوگرم و کمترین در توده حساس و به‌میزان ١/٠٩ کیلوگرم مشاهده شد (شکل a, b ٣) این عدم‌تغییر در وزن میوه با توجه به نتایج ذکرشده به عدم‌تغییر وزن گوشت، پوست و بذر تحت تأثیر شوری مربوط است. به طور کلی وزن توده متحمل کمتر از دو توده دیگر بود که مربوط به تفاوت ارقام در اندازه ژنتیکی میوه آنها است. میزان عملکرد تحت تأثیر شوری در توده حساس کاهش ٣٩ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد و در توده متحمل و نیمه‌متحمل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین میزان عملکرد در توده نیمه‌متحمل به‌میزان ٣٠/٧٦ تن در هکتار مشاهده شد (شکل c ٣).

علت کاهش وزن میوه را می‌توان به‌دلیل محدودشدن جریان آب به سمت میوه دانست (Cuartero and Fernandez-Munoz, 1998). گزارش شده است که افزایش شوری بر تعداد میوه خربزه تأثیر نمی‌گذارد (Shannon and Francois, 1978). از دلایل عدم‌تأثیر شوری بر تعداد میوه در این گزارش می‌توان عدم‌تفاوت معنی‌دار در تعداد گل در بوته را بیان کرد که با نتایج (Mavrogianopoulos *et al.*, 1999) مطابقت دارد. کم‌بودن میزان عملکرد میوه به‌علت کاهش تعداد میوه و وزن میوه در شرایط تنش شوری بوده است زیرا این دو صفت از مهم‌ترین اجزاء عملکرد هستند. نتایج محققین بر روی توده دیررس خربزه در شرایط تنش شوری نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری باعث کاهش عملکرد کل و عملکرد بازار پسند محصول خربزه می‌شود و استفاده از آب با شوری کمتر در مراحل ابتدایی گیاه، مانند زمان چهار برگی و زمان گلدهی، اگر چه باعث رشد بهتر گیاه می‌گردد ولی با افزایش شوری آب آبیاری، تنش زیادتری به گیاه واردشده و باعث کاهش بیشتر در عملکرد گیاه می‌گردد (باغانی و همکاران،١٣٩٣).

قطر گوشت و پوست تحت تأثیر شوری در توده‌های مختلف تغییر نکرد (شکل a, b ٤). قطر حفره داخلی در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]

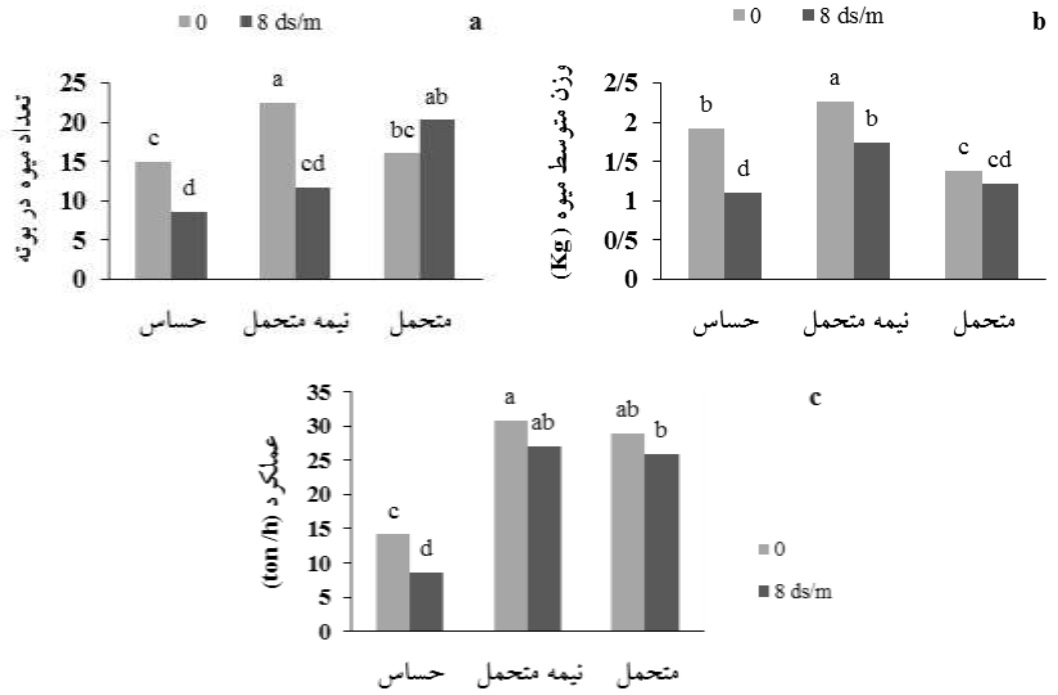


شکل ۲- اثر متقابل سطوح شوری و توده‌ها بر وزن تر گوشت (a) وزن تر پوست میوه (b)، وزن خشک به ازای ۱۰۰ گرم وزن تر گوشت (c) وزن خشک به ازای ۱۰۰ گرم وزن تر پوست میوه (d)، وزن تر بذر (e) و وزن خشک بذر (f). متحمل (آناناسی)، نیمه‌متحمل (سبز اصفهان) و حساس به شوری (گنگی). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

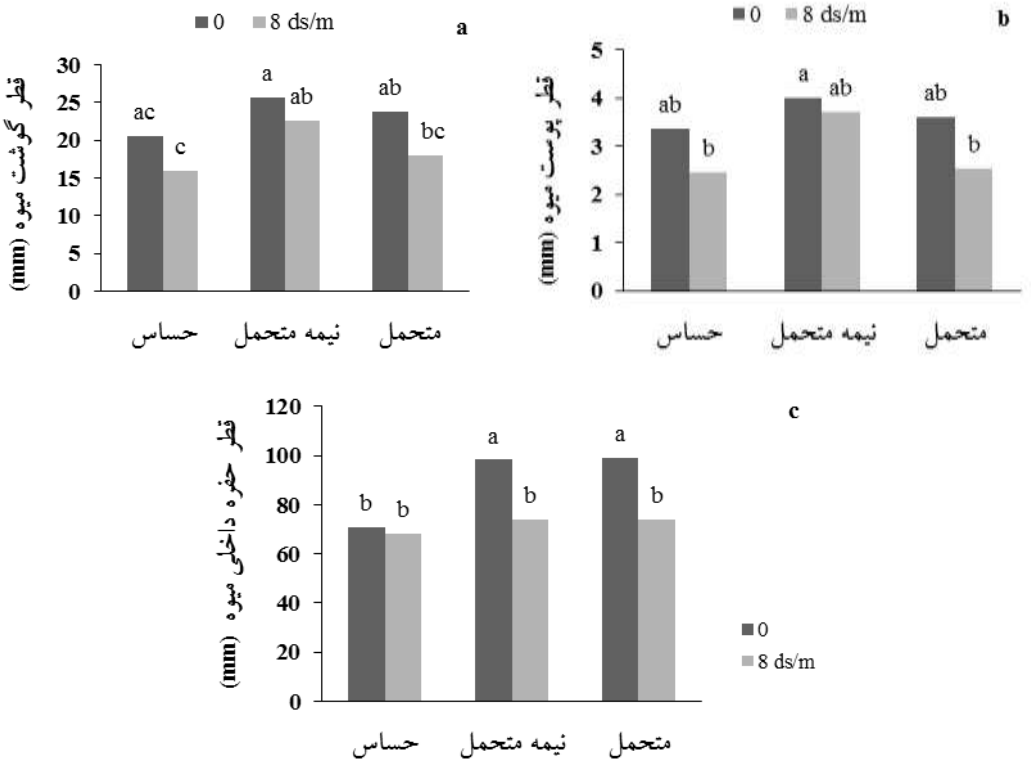
توده‌های متحمل و نیمه‌متحمل با شوری کاهش ۲۵ درصدی را نشان داد. کاهش قطر حفره داخلی از مزایای شوری در توده‌های متحمل و نیمه‌متحمل در کنار حفظ سایر صفات مطلوب است. (شکل ٤ c).

نتایج نشان داد که طول میوه در توده نیمه‌متحمل در اثر شوری کاهش یافت. عرض میوه با اعمال شوری تغییر معنی‌داری در کلیه توده‌ها نداشت و بیشترین طول و عرض میوه در همین توده و به‌ترتیب ۳۰/۹۳ و ۱٤/۸۳ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل ٥ a, b). سفتی میوه در کلیه توده‌ها با شوری کاهش یافت و کمترین کاهش در توده حساس با ۱۸

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]



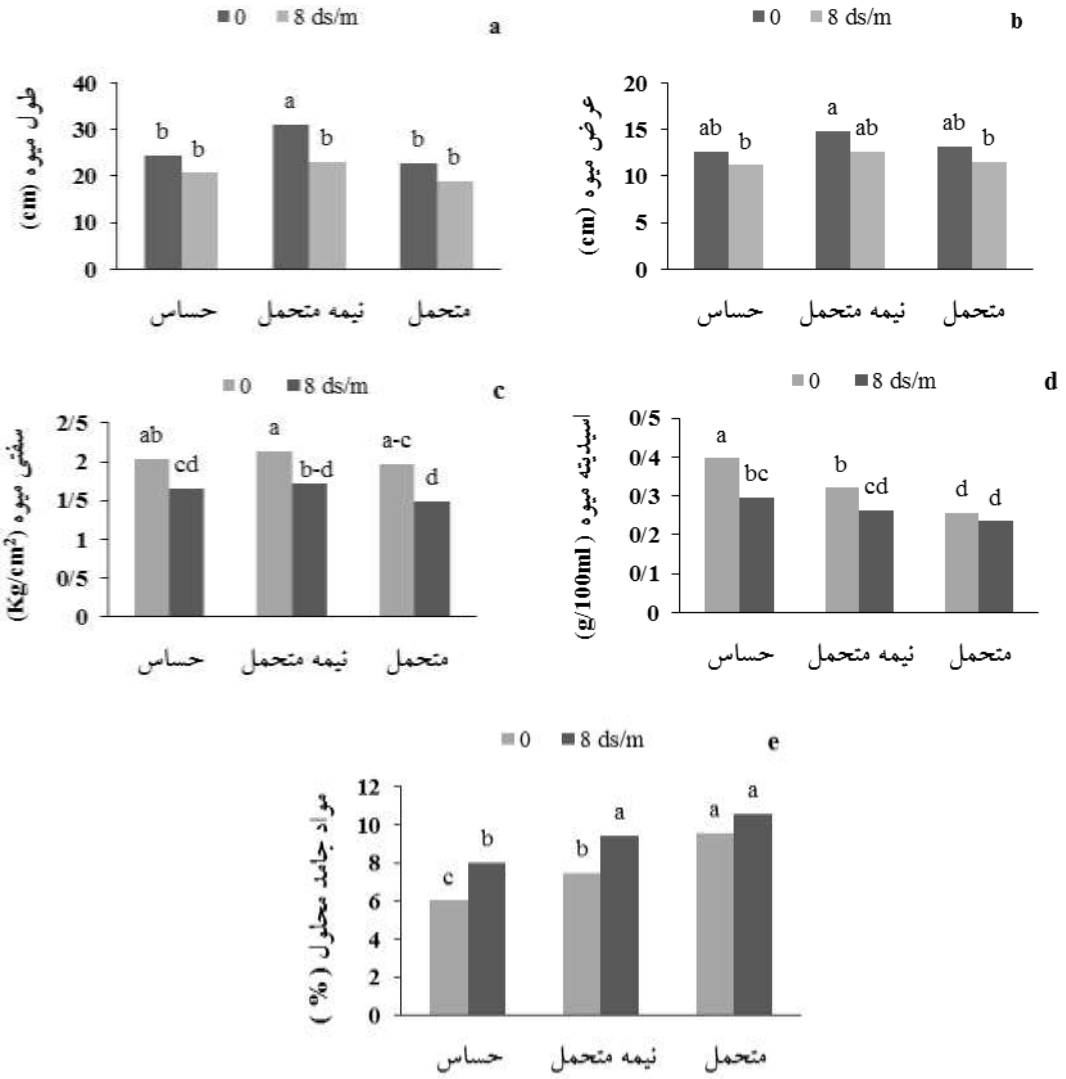
شکل ۳- اثر متقابل سطوح شوری و توده‌ها بر تعداد میوه در بوته (a)، وزن متوسط میوه (b) و عملکرد (c). متحمل (آناناسی)، نیمه‌متحمل (سبز اصفهان) و حساس به شوری (گنگی). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.



شکل ٤- اثر متقابل سطوح شوری و توده‌ها بر قطر گوشت، حفره داخلی و پوست میوه متحمل (آناناسی)، نیمه‌متحمل (سبز اصفهان) و حساس به شوری (گنگی). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت‌اند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]

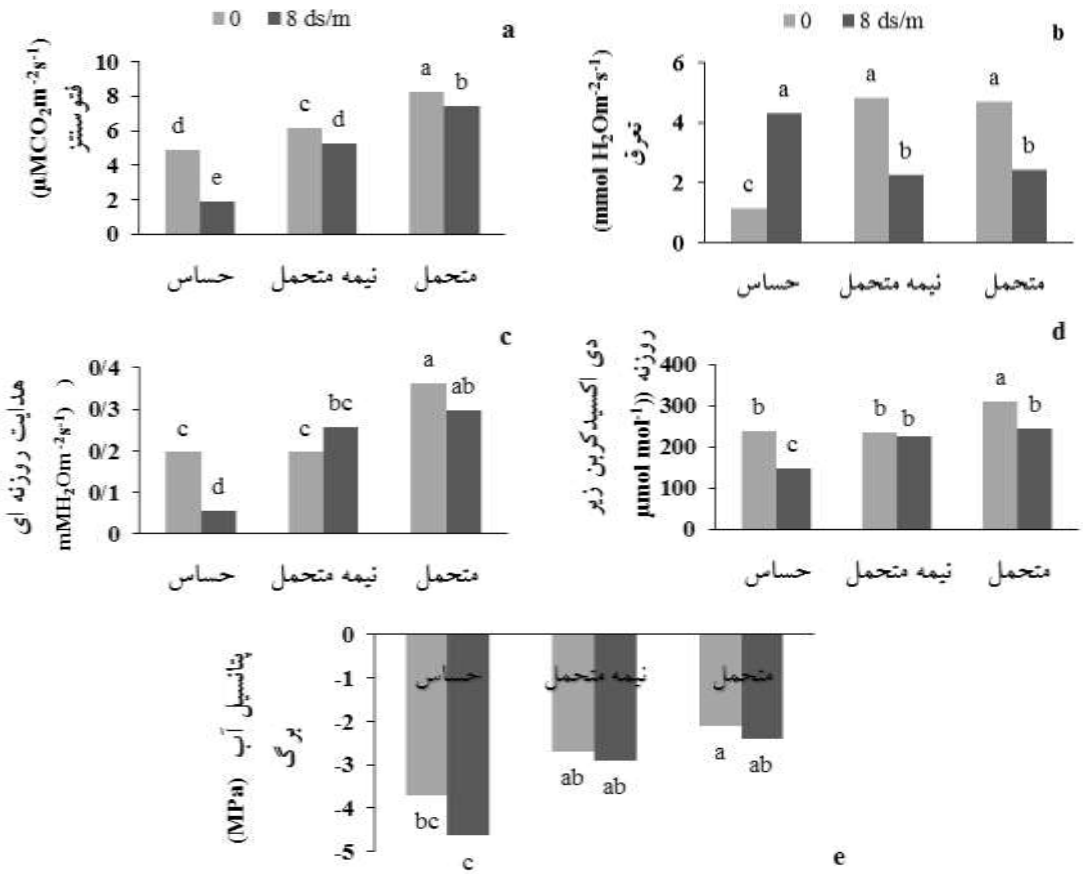


شکل ۵- اثر متقابل سطوح شوری و توده‌ها بر طول میوه (a)، عرض میوه (b)، سفتی میوه (c)، اسیدیته میوه (d) و مواد جامد محلول (e). متحمل (آناناسی)، نیمه‌متحمل (سبز اصفهان) و حساس به شوری (گنگی). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت‌اند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

درصد مشاهده شد (شکل c ۵). اسیدیته میوه نیز در توده نیمه‌متحمل و حساس کاهش و در توده متحمل تغییری نداشت. بالاترین اسیدیته به توده حساس و به‌میزان ۰/۳۹ گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر تعلق داشت (شکل d ۵). در حالی که مواد جامد محلول در توده نیمه‌متحمل و حساس افزایش و در توده متحمل تغییر معنی‌داری در اثر شوری نداشت؛ اما به طور کلی بالاترین مواد جامد محلول در توده متحمل و به‌میزان ۱۰/٦ درصد دیده شد (شکل e ۵).

براساس گزارشات محققین در میوه گوجه‌فرنگی با افزایش سطح شوری از ۳ به ٦ دسی‌زیمنس بر متر، اسیدیته میوه کاهش معنی‌دار یافت (Al-Yahyai *et al.*, 2010). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که شوری باعث کاهش سفتی میوه شد. تغییرات در سفتی بافت میوه براثر تنش شوری ارتباط نزدیکی با ترکیبات دیواره سلولی دارد (Sato *et al.*, 2006). به نظر می‌رسد تفاوت ژنتیکی توده‌ها در میزان TSS و وجود TSS بالاتر در توده متحمل مکانیسمی برای افزایش مقاومت به شوری با حفظ تنظیم اسمزی با کمک مواد جامد محلول باشد. از آنجایی که تحت شرایط تنش، تجمع مواد محلول در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]



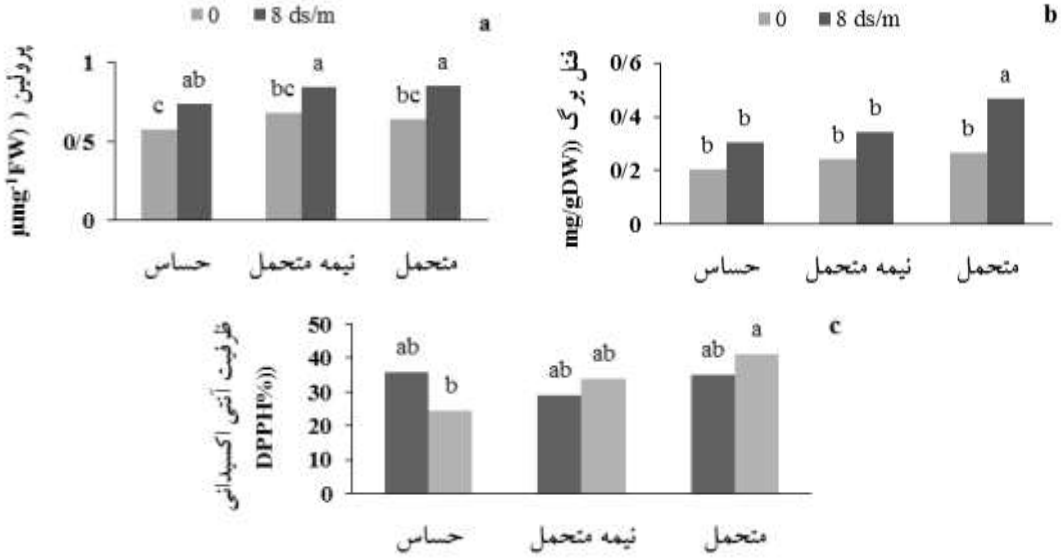
شکل ٦. اثر متقابل سطوح شوری و توده‌ها بر فتوسنتز (a)، تعرق (b)، هدایت روزنه‌ای (c)، دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای (d) و پتانسیل آب برگ (e). متحمل (آناناسی)، نیمه‌متحمل (سبز اصفهان) و حساس به شوری (گنگی). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

قسمت‌های مختلف نشان‌دهنده انطباق گیاه برای تنظیم اسمزی است؛ بنابراین می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که در این توده‌ها تنظیم اسمزی بهتر صورت گرفته است. با اعمال تنش در طول دوره بحرانی تجمع قند در میوه به احتمال زیاد با کاهش سرعت فتوسنتز و توزیع آسیمیلات از برگ‌های منبع به میوه باعث افزایش مواد جامد محلول میوه می‌شود (Long *et al.*, 2006). نتایج آزمایشی دو رقم خربزه با آب شور در منطقه بیارجمند شاهرود، نشان داد که هر چه آب شورتر شود محیط ریشه نیز شورتر می‌شود و درنتیجه گیاه برای غلبه بر این شوری و جذب آب مجبور به شکستن پلی ساکاریدها و تبدیل آنها به منوساکاریدهای شیرین می‌شود و باعث می‌شود که محصول آب‌ها و خاک‌های شور شیرین‌تر باشد (نظری و همکاران، ۱۳۹۰).

میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای در توده حساس و متحمل کاهش و این کاهش شاخص‌های فتوسنتزی در توده حساس بیشترین میزان و به‌ترتیب ٦١، ٧١ و ٣٧ درصد بود (شکل c, d و a ٦). کاهشفتوسنتز را می‌توان به نقصان هدایت روزنه‌ای نسبت داد که تحت تنش کاهش می‌یابد. بسته‌شدن روزنه‌ها در شرایط تنش گرچه به‌منظور کاهش هدر رفت آب صورت می‌گیرد، اما به‌واسطه جلوگیری از ورود CO_2 می‌تواند فتوسنتز را به کمتر از نقطه جبرانی کاهش دهد (Ashraf and Harris, 2004). میزان تعرق در توده متحمل و نیمه‌متحمل کاهش و در توده حساس افزایش یافت (شکل b ٦). به‌نظر می‌رسد یکی دیگر از مکانیسم‌های مقاومت به شوری در توده‌های نیمه‌متحمل و متحمل کنترل میزان تعرق و حفظ محتوای آب گیاه است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]



شکل ۷- اثر متقابل سطوح شوری و توده‌ها بر پرولین (a)، فنل (b) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (c). متحمل (آناناسی)، نیمه‌متحمل (سبز اصفهان) و حساس به شوری (گنگی). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت‌اند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.

پتانسیل آب برگ در توده نیمه‌متحمل و متحمل تحت تنش شوری تغییر معنی‌داری نداشت و در توده‌های حساس منفی‌تر شد که با در نظرگرفتن کاهش تعرق در این توده به‌عنوان مکانیسم حفظ گیاه در تنش همخوانی دارد (شکل e ٦). کاهش پتانسیل آب برگ گیاه در شرایط تنش شوری گزارش شده است (Neumann, 1997).

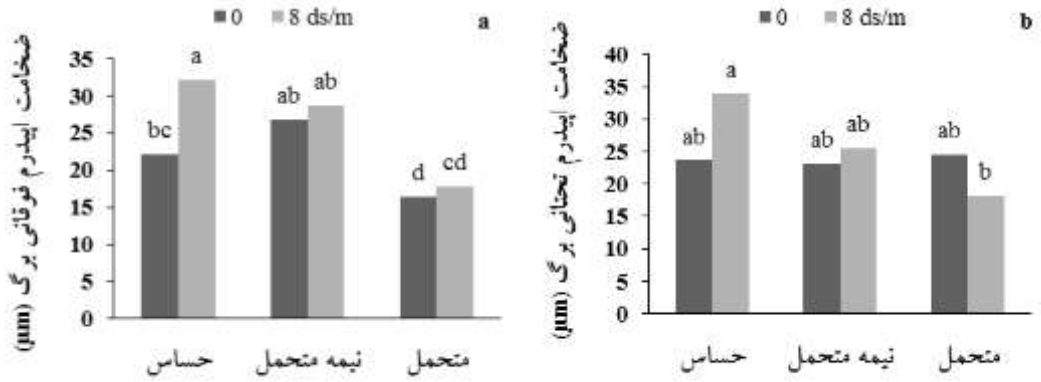
نتایج نشان داد که میزان پرولین در توده‌های حساس و نیمه‌متحمل با تنش شوری افزایش معنی‌دار داشت. توده متحمل با ۲۵ درصد بیشترین میزان افزایش را نشان داد (شکل a ۷). میزان فنل در توده متحمل با اعمال شوری ٤۳ درصد افزایش یافت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تفاوت معنی‌داری بین توده‌ها در اثر شوری نداشت. توده متحمل بیشترین میزان فنل را به‌میزان ۰/٤٦ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به‌میزان ٤۱ درصد تحت تنش شوری نشان داد (شکل b, c ۷).

در این پژوهش بالاترین میزان پرولین با ۰/۸۵ میکرو مول بر گرم وزن‌تر برگ به توده متحمل و بعد از آن به توده نیمه‌متحمل تعلق گرفت (شکل a ۷). تجمع پرولین در گیاه مقاومت به شوری را افزایش می‌دهد هر چه میزان افزایش پرولین در بافت‌های گیاه بیشتر باشد گیاه دارای مقاومت بیشتری به تنش خواهد بود (Kishor *et al.*, 2005). در شرایط شوری تنظیم‌کننده‌های اسمزی باعث بالارفتن فشار آماس سیتوپلاسم سلول شده و نیز باعث پایداری پروتئین‌ها و غشاها در چنین شرایطی می‌شوند (Perez-Alfocea *et al.*, 1994). افزایش غلظت پرولین در شرایط تنش شوری ممکن است به دلیل بیوسنتز یا کاهش اکسیداسیون پرولین به گلوتامات و یا تبدیل پروتئین به پرولین باشد (Flowers *et al.*, 1977).

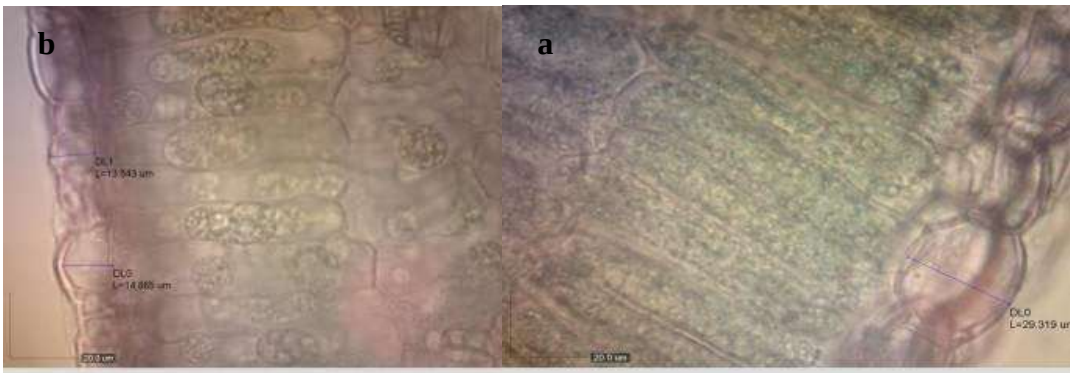
سطح مقطع عرضی برگ نشان داد که ضخامت اپیدرم فوقانی در توده حساس به شوری افزایش ۳۱ درصدی را نشان داد و در سایر توده‌ها تغییری نداشت (شکل a ۸). ضخامت اپیدرم تحتانی با شوری تغییر معنی‌داری نداشت (شکل b ۸).

بررسی‌ها نشان داد در گونه‌های *Suaeda* به‌دنبال تجمع نمک در محیط اندازه سلول‌های اپیدرمی افزایش و تعداد آنها کاهش یافت که با نتایج این پژوهش (شکل ۹) مشابه است (Polic *et al.*, 2009). در دو گونه هالوفیت *Nitraria retusa* و *Atriplex halimus* نیز افزایش ضخامت اپیدرم همراه با افزایش غلظت سدیم کلرید گزارش شده است (Boughalleb *et al.*, 2009).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]



شکل ۸- اثر متقابل سطوح شوری و توده‌ها بر ضخامت اپیدرم فوقانی و تحتانی متحمل (آناناسی)، نیمه‌متحمل (سبز اصفهان) و حساس به شوری (گنگی). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت‌اند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD می‌باشند.



شکل ۹- تصویر میکروسکوپی اپیدرم تحتانی توده خربزه در تیمار شاهد (a) و تیمار شوری (b) با بزرگنمایی×۴۰

نتیجه‌گیری

از آنجایی که بسیاری از مناطق کشت این گیاه در ایران دارای املاح نمک در آب و خاک زراعی هستند؛ بنابراین انتخاب رقمی از این گیاه با سازگاری بیشتر در ارتباط با آب و خاک دارای املاح شور از اهمیت زیادی برخوردار است. لذا هدف از این پژوهش بررسی تحمل توده‌های رایج در منطقه نسبت به شوری به‌منظور توصیه بهترین توده مقاوم آناناسی جهت کشت است. از طرفی با توجه به مکانیسم‌های مقاومت بررسی‌شده در پارامترهای فیزیولوژیک در این تحقیق به‌نظر می‌رسد خربزه از طریق تغییر در پارامترهای بیوشیمیایی مقاومت به تنش نظیر آنتی‌اکسیدان و فنل نتوانسته مقاومت ایجاد کند بلکه از طریق تنظیمات آبی گیاه نظیر تعرق و پتانسیل آب و مواد جامد محلول (TSS) به کارایی بهتری از مقاومت رسید. از طرفی صفات رویشی بخش‌های هوایی نظیر طول و وزن تر بوته بیش از خصوصیات میوه تحت تأثیر تنش قرار گرفت و خصوصیات کیفی میوه حتی در برخی صفات نظیر مواد جامد محلول (TSS) بهبود یافت.

منابع

باغانی، ج.، عزیزی، م. و کریمی، م. (۱۳۹۳) کاربرد و مدیریت آب شور و لب شور در خربزه دیررس سبزوار. مدیریت آب در کشاورزی ۲: ۱۸-۱۱.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]

باغانی، ج.، علیزاده، ا.، انصاری، ح.، عزیزی، م. و صدرقائین، ح. (۱۳۹۲) تأثیر آبیاری با آب شور بر ویژگی‌های فنولوژیکی خربزه. نشریه آبیاری و زهکشی ایران ۲: ۲۳۰-۲۲۲.

فیضی، م.، فرخنده، ع.، مصطفی‌زاده، ب. و موسوی، م. (۱۳۸۹) اثر کیفیت آب آبیاری بر عملکرد و برخی اجزای عملکرد گرمک به روش آبیاری قطره‌ای. پژوهش آب در کشاورزی ۲: ۱۵۳-۱٤٥.

قاسمی فیروزآبادی، ا. (۱۳۷۷) بررسی مقاومت به خشکی و شوری روی دو گونه مرتعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران.

کافی، م.، صالحی، م. و عشقی زاده، ح. ر. (۱۳۸۹) کشاورزی شور زیست: راهبردهای مدیریت گیاه، آب و خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

کوچکی، ع. و سلطانی، ا. (۱۳۷۷) اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک. نشر آموزش کشاورزی. سازمان تات، کرج، ایران.

ملکوتی، م. و عیبی، م. (۱۳۷٦) تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی کشور. چاپ اول، انتشارات نشر آموزش کشاورزی. سازمان تات، کرج، ایران.

محمدزاده، ا. (۱۳۹۰) اثر شوری آب آبیاری و کمیت ژنوتیپ‌های تجاری خربزه، مقالات نخستین همایش ملی تولید و فرآوری خربزه.

نظری، ع.، مهدوی میقان، ا. و ابراهیمی، ا. (۱۳۹۰) بررسی همبستگی بین شوری آب و خاک با محتوای مواد جامد محلول و مزه در دو رقم خربزه کشت‌شده در منطقه بیارجمند شاهرود. مقالات نخستین همایش ملی تولید و فرآوری خربزه.

Ahmad, M. S., Ashraf, M. and Ali, Q. (2010) Soil salinity as a selection pressure is a key determinant for the evolution of salt tolerance in Blue Panic grass (*Panicum antidotale* Retz.). Flora 205: 37-45.

Al-Yahyai, R., Al-Ismaily, S. and Al-Rawahy, S. A. (2010) Growing tomatoes under saline field conditions and the role of fertilizers. Agricultural Water Management 23*:* 83-88.

Ashraf, M. P. and Harris, P. J. C. (2004) Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science 166: 3-16.

Ashraf, M. and Foolad, M. R. (2007) Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany 59: 206-216.

Bates, L. S., Waldarn, R. P. and Teare, I. P. (1973) Rapid determination of free proline for water studies. Plant and Soil 39: 205-208.

Botia, P., Navarro, J. M., Cerda, A. and Martinez, V. (2005) Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. European Journal of Agronomy 23: 243-253.

Boughalleb, F., Denden, M. and Ben Tiba, B. (2009) Anatomical changes induced by increasing NaCl salinity in three fodder shrubs, *Nitraria retusa*, *Atriplex halimus* and *Medicago arborea*. Acta Physiologiae Plantarum 31: 947-960.

Brugnoli, E. and Lauteri, M. (1991) Effects of salinity on stomatal conductance, photosynthetic capacity, and carbon isotope discrimination of salt-resistant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C3 non-halophytes. Plant Physiology 95: 628-635.

Cuartero, J. and Fernandez-Munoz, R. (1998) Tomato and salinity. Scientia Horticulturae 78: 83-125.

Daiponmaka, W., Theerakulpisutb, P., Thanonkaoc, P., Vanavichitd, A. and Prathephaa, P. (2010) Changes of anthocyanin cyanidin-3-glucoside content and antioxidant activity in Thai rice varieties under salinity stress.Science Asia 36: 286-291.

El-Hendawy, S. E. (2004) Salinity tolerance in Egyptian spring wheat genotypes (Doctoral dissertation, Technische Universitat Munchen). Verlag nicht ermittelbar.

Fisher, R. A., Rees, D., Sayre, K. D., Lu, Z. M., Candon, A. G. and Saavedra, A. L. (1998) Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. Crop Science 38: 1467-1475.

Flowers, T. J., Troke, P. F. and Yeo, A. R. (1977) The mechanism of salt tolerance in halophytes. Annual Review of Plant Physiology 28: 89-121.

Franco, J. A., Esteban, C. and Rodriguez, C. (1993) Effects of salinity on various growth stages of muskmelon cv. Journal of Horticultural Science 68: 899-904.

Kafi, M. and Khan, M. A. (2008) Crop and Forage Production Using Saline Waters. Daya Publishers, New Delhi, India.

Kishor, P. B., Sangam, S. and Amrutha, R. N. (2005) Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. Current Science 88: 424-438.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]

Kusvuran, S., Ellialtıoglu, S., Abak, K. and Yasar, F. (2007b) Effects of salt stress on ion accumulation and activity of same antioxidant enzymes in melon (*Cucumis melo* L.). Journal of Food Agriculture Environment 5: 351-354.

Long, R. L., Walsh, K. B. and Midmore, D. J. (2006) Irrigation scheduling to increase muskmelon fruit biomass and soluble solids concentration. Horticultural Science 41: 367-369.

Mavrogianopoulos, GN., Spanakis, J. and Tsikalas, P. (1999) Effect of carbon dioxide enrichment and salinity on photosynthesis and yield in melon. Sci Hortic 79: 51-63.

Mazumdar, B. C. (2003) Methodes on Physico-Chemical Analysis of Fruit. Daya Publishing House, Delhi, India.

Mimica-Dukic, N., Bozin, B., Sokovic, M., Mihajlovic, B. and Matavulj, M. (2003) Antimicrobial and antioxidant activities of three Mentha species essential oils. Planta 69: 413-419.

Momeni, N., Arvin, M. J., Khagoei Negad, Gh. and Keramat, B. (2013) Effects sodium chloride and salicylic acid on some photosynthetic parameters and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) plants. Journal of Biology 15: 15-30. (In Persian).

Neumann, P. (1997) Salinity resistance and plant growth revisited. Plant, Cell and Environment 20: 1193-1198.

Perez-Alfocea, F., Santa-Cruz, A., Guerrier, G. and Bolarin, M. C. (1994) NaCl stress induced organic solute change on leaves and calli of (*Lycopersicum esculentum* L.). pennellii and their inter specific hybrid. Plant Physiology 143: 106-114.

Pessarakli, M. (2010) Handbook of Plant and Crop Stress. CRC Press.

Polic, D., Lukovic, J., Zoric, L. and Boza, P. (2009) Morpho-anatomical differentiation of (*Suaeda maritime*)Dumort. 1827. (Chenopodiaceae) populations from inland and maritime saline area. Central European Journal of Biology 4: 117-129.

Raeisi, M., Babaie, Z. and Palashi, M. (2014) Effect of chemical fertilizers and bio-stimulators containing amino acid on quality and quantitative and qualitative characteristics of tomato (*Lycopersicum esculentum*). International Journal of Biosciences 4: 425-431.

Raza, S. H., Athar, R. and Ashraf, M. (2006) Influence of exogenously applied glycinbetaine on the photosynthetic capacity of two differently adapted wheat cultivars under salt stress. Pakistan Journal of Botany 38: 241-251.

Razzaghi, F., Ahmadi, S. H., Adolf, V. I., Jesen, C. R., Jacobsen, S. E. and Andersen, M. N. (2011)Water relations and transpiration of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under salinity and soil drying. Journal of Agronomy and Crop Science 197: 348-360.

Robinson, S. P., John, W., Downton, S. and Millhouse, J. A. (1983) Photosynthesis and ion content of leaves and isolated chloroplasts of salt stressed spinach. Plant Physiology 73: 238-242.

Sato, S., Sakaguchi, S., Furukawa, H. and Ikeda, H. (2006) Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on fruit characteristic of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Scientia Horticulturae 109: 248-253.

Shannon, M. and Francois, L. (1978) Salt tolerance of three muskmelon cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science 103: 127-130.

Sing, R. P., Chidambara Murthy, K. N. and Jayaprakash, G. K. (2002) Studies on the antioxidant activity of pomegranate peel and seed extracts using in vitro models. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 81-86.

Turhan, E. and Atilla, E. (2004) Effect of chloride application and different media on ionic strawberry plants under salt stress conditions. Soil Science and Analysis 36: 1021-1028.

Turner, N. C. (1988) Measurement of plant water status by the pressure chamber technique. Irrigation Science 9: 289-308.

Yu, L., Haley, S., Perret, J., Harris, M., Wison, J. and Qian, M. (2002) Free radical scavenging properties of wheat extracts. Agricultural and Food Chemistry 50: 1619-1624

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]

The effect of salinity on physiological, biochemical and anatomical characteristics of different varieties of melon

Hajar Shafiee[1], Maryam Haghighi[*1], Ali Farhadi[2], Mohammad Hoosain Ehtemam[3]

[1] Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
[2] Isfahan Research Center of Agriculture and Natural Resources
[3] Department of Agronomy and Plant Breeding, Collage of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
(Received: 4/05/2018, Accepted: 13/10/2018)

Abstract

To study the effect of salinity on physiological, biochemical and anatomical characteristics as well as the growth and yield of different varieties of melon, a split plot experiment was designed based on RCBD with 3 replication on 3 varieties, resistant (annanasi), semi tolerant (Sabz Isfahan) and sensitive (Gongi) and two salinity levels (0 and 8ds/m according to salinity of wells) in the field of Isfahan Research Station in 2016-2017.Results showed that the fresh and dry weight of shoots decreased with salinity in all varieties. Fresh and dry weight of pulp, skin and seeds, number and fruit weight decreased in sensitive and semi tolerant. Yield decrease in all varieties. fruit firmness in all varieties and fruit acidity decreased in semi tolerant and sensitive and TSS increased. The greatest decrease of photosynthesis, stomata conductance, and CO2 of stomata was in sensitive variety. Transpiration and leaf water potential was more minus. The highest amount of proline, phenol and antioxidant activity was observed in resistant variety. Upper epidermis thickness increased in sensitive variety with salinity and did not change in lower epiderm of leaves. the aim of this research was introducing the tolerate variety to salinity result in introducing Ananasi.

Keywords: Fruit, Melon, Phenol, Proline, Salinity

Corresponding author, Email: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-07-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.12.2]