

تأثیر شوری بر خصوصیات فتوسنتزی و غلظت عناصر برگ توده‌های مختلف خربزه (*Cucumis melo* L.)

Effect of Salinity on Photosynthetic Properties and Concentration of Leaf Elements of Different Accession of Melons (*Cucumis melo* L.)

هاجر شفیعی^۱، مریم حقیقی^{۲*} و علی فرهادی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۴

چکیده

به منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری بر صفات فتوسنتزی و غلظت عناصر برگ توده‌های مختلف خربزه، آزمایشی در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی توده‌های متحمل (سوسکی و دیاموند) و توده‌های حساس به شوری (درگزی و زرد ایوانکی) در دو سطح شوری کلرید سدیم ۲/۳ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به اجرا درآمد. نتایج نشان داد با افزایش شوری شاخص کلروفیل در کلیه توده‌های حساس و متحمل کاهش یافت. فتوسنتز در توده‌های زرد ایوانکی و دیاموند به ترتیب بیش‌ترین (۶۲ درصد) و کم‌ترین (۱۹ درصد) کاهش را نشان دادند. هدایت روزنه‌ای در توده زرد ایوانکی کم‌ترین میزان (۰/۰۵) و توده دیاموند بیش‌ترین (۰/۳۹) را نشان داد. دی‌اکسیدکربن درون روزنه در توده‌های زرد ایوانکی، سوسکی و دیاموند به ترتیب ۴۴، ۲۶ و ۱۱ درصد کاهش یافت. میزان سدیم برگ در توده‌های درگزی و زرد ایوانکی نسبت به شاهد به ترتیب ۴۶ و ۴۸ درصد افزایش یافت و میزان کلر برگ در همین توده‌ها به ترتیب ۵۶ و ۷۰ درصد افزایش نشان داد. بیش‌ترین کاهش نسبت پتاسیم به سدیم در توده درگزی و به میزان ۷۱ درصد مشاهده شد. میزان فسفر برگ در کلیه توده‌ها به جز توده درگزی کاهش یافت. به‌طور کلی نتایج نشان داد که با اعمال تنش شوری پارامترهای فتوسنتزی و عناصر پتاسیم و فسفر کاهش و سدیم و کلر افزایش یافتند. توده مقاوم دیاموند از طریق مکانیسم تدافعی تحمل بالاتری نسبت به شوری در مقایسه به توده حساس زرد ایوانکی داشته و تحت شرایط شوری می‌توان از آن به‌عنوان یک رقم متحمل استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، تحمل، سدیم، کلروفیل، هدایت روزنه‌ای

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

۳. استادیار، بخش تحقیقات گروه زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، اصفهان، ایران

* نویسنده مسئول Email: mhaghghi@cc.iut.ac.ir

مقاله مستخرج پایان‌نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی مریم حقیقی می‌باشد.

مقدمه

شوری خاک و آب آبیاری یکی از عوامل عمده کاهش تولیدات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می شود (کافی و کان^۱، ۲۰۰۸)؛ بنابراین تحت این شرایط، شناسایی و کشت گونه های متحمل به شوری راه حلی کاربردی جهت استفاده مؤثر از خاک های در معرض تنش می باشد (احمد^۲ و همکاران، ۲۰۱۰). تحمل به شوری دربرگیرنده مکانیزم های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در سطح کل گیاه می باشد. این مکانیزم ها مرتبط با چهار محدودیت عمده اثرات اسمزی، محدودیت تبادل گازی دی اکسید کربن، سمیت یونی و عدم تعادل غذایی ایجاد شده توسط تنش شوری در رشد گیاه است. تنش شوری از طریق مکانیسم اسمزی به دلیل افزایش پتانسیل اسمزی محلول خاک، باعث اختلال در تعرق و فتوسنتز می شود (کایسلر^۳ و همکاران، ۲۰۱۰).

در شرایط تنش شوری کاهش رشد گیاهان به واسطه محدود شدن فتوسنتز صورت می گیرد. از عوامل محدود کننده فتوسنتز، عوامل روزنه ای که منجر به کاهش انتشار CO₂ به فضای بین سلولی در اثر کاهش هدایت روزنه ای می شوند و عوامل غیرروزنه ای که فتوسنتز را از طریق اثر مستقیم کمبود آب بر فرآیندهای بیوشیمیایی فرآوری کربن محدود می کنند، می باشند (احمدی و بیکر، ۱۳۷۹). گزارش های متعددی حاکی است که شوری باعث کاهش فتوسنتز (کاساران^۴، ۲۰۱۲)، کاهش میزان کلروفیل (فر/تکو^۵ و همکاران، ۱۹۹۳) در خربزه می شود.

مکانیسم اثر سمیت یونی نیز مربوط به جذب یون و تغییر فرآیندهای فیزیولوژیکی ناشی از سمیت، کمبود یا تغییر در تعادل عناصر معدنی می شود (نائینی^۶ و همکاران، ۲۰۰۶). در شرایط شور حضور املاح فراوان در محیط ریشه باعث می شود تا جذب و کارایی عناصر غذایی به شدت کاهش یافته و از طرفی جذب غیرضروری بعضی از عناصر افزایش یابد. از نتایج پژوهش ها چنین به نظر می آید که مبنای مقاومت ارقام مختلف، توانایی آن ها در تنظیم جذب سدیم و کلر است، بدین ترتیب که هرچه توانایی گیاه در جلوگیری از جذب سدیم و کلر بیش تر باشد، مقاومت بیش تری از خود بروز خواهد داد (همایی، ۱۳۸۱). یکی از مکانیسم های مؤثر در مقاومت به شوری نسبت سدیم به پتاسیم پایین در ریشه و اندام هوایی تحت سطح شوری است که از طریق توانایی گیاهچه در جذب فعال پتاسیم

و جلوگیری از ورود سدیم به ریشه حاصل می شود. به گونه ای که ارقام مقاوم به شوری در مقایسه با ارقام حساس به شوری نسبت سدیم به پتاسیم پایینی در اندام های مختلف و در مراحل مختلف رشد دارند (ساتکلیف و بیکر^۷، ۱۹۸۱). با مشاهدات کاساران و همکاران (۲۰۰۷a)، در بررسی تحمل به شوری ۳۶ ژنوتیپ خربزه که نشان داد ژنوتیپ هایی که مقدار یون سدیم کمتری را جذب کرده اند در برابر شوری متحمل تر می باشند.

خربزه با نام علمی (*Cucumis melo* L.) یکی از مهم ترین گیاهان باغبانی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان که مشکل شوری وجود داشته، کاشته می شود (بوتیا^۸ و همکاران، ۲۰۰۵). به طور کلی با وجود این واقعیت خربزه به عنوان گیاه نیمه متحمل به شوری شناخته شده است. گزارشات متعدد نشان داده است که تحمل به شوری در خربزه به رقم وابسته می باشد و ارقام حساسی وجود دارند که به خوبی ارقام متحمل عمل می نمایند (کاساران و همکاران، ۲۰۰۷b). مقدار آستانه شوری برای خربزه ۲/۲ دسی زیمنس بر متر می باشد که به ازای هر واحد افزایش شوری عملکرد محصول ۷/۳ درصد کاهش می یابد (هورتیمد^۹، ۲۰۰۱). با اعمال شوری در سطح ۸ دسی زیمنس بر متر در توده های حساس و متحمل باعث کاهش عملکرد به میزان ۳۲ درصد نسبت به تیمار شاهد در توده حساس به شوری گردید و در توده های متحمل تفاوتی مشاهده نشد (شفیعی^{۱۰} و همکاران، ۱۳۹۸). در مطالعه ای که واکنش ۴۲ ژنوتیپ خربزه به تنش شوری و خشکی در مراحل اولیه رشد بررسی شد، خربزه ها به عنوان مقاوم، نیمه مقاوم و حساس تقسیم بندی شدند (دسگان^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۲). بوهر/ و دافلینگ^{۱۲} (۱۹۹۳) گزارش کردند که شوری تعادل یونی را در اندام های گیاهی برهم می زند و افزایش ضریب رقابتی سدیم در برابر سایر عناصر غذایی باعث بروز سوء تغذیه در گیاه می شود. کاهش غلظت K⁺ در خربزه کشت شده در محیط شور ناشی از وجود رقابت بین Na⁺ و K⁺ است. کاساران و همکاران (۲۰۰۷) به این نتیجه رسیدند که مهم ترین عامل تعیین کننده در تحمل به شوری خربزه مقدار یون Cl⁻ در برگ ها می باشد. ژنوتیپ هایی که به عنوان ژنوتیپ متحمل تر شناخته شدند توانسته بودند بیش ترین مقدار یون Cl⁻ را در برگ های خود ذخیره نمایند. براساس آمار سال ۱۳۹۴ استان اصفهان در سطح ۳۰ هکتار خربزه به میزان ۶۶۰ تن تولید دارد (آمارنامه کشاورزی،

7. Sutcliffe and Baker
8. Botia
9. Hortimed
10. Shafie
11. Dasgan
12. Bohra and Doerffling

1. Kafi and Khan
2. Ahmad
3. Geissler
4. Kusvuran
5. Franco
6. Naeini

آبیاری استفاده شد. بذرها در مخلوطی از پیت- پرلایت به نسبت ۱:۱ جوانه زدند. دو هفته بعد از کاشت، گیاهچه‌ها در زمین با فاصله ۵۰ سانتی‌متری بر روی هر ردیف به‌صورت جوی و پشته و با فاصله دو ردیف کشت دو متر کاشته شدند. اعمال تیمارهای شوری پس از سبز شدن و در مرحله ۳-۴ برگی و با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای هر دو یا سه روز یک‌مرتبه انجام گرفت (باغانی و همکاران، ۱۳۹۲). پس از رویش بذر تنک بوته‌ها در طی دو نوبت صورت گرفت و درنهایت در هر گوده‌ی کشت، یک بوته باقی ماند (کوچکی و سلطانی، ۱۳۷۷). اعمال شوری تا پایان دوره ادامه داشت. در طول دوره رشد که تقریباً ۹۰ روز طول کشید صفات زیر ارزیابی شد. با توجه به خصوصیات شیمیایی اندازه‌گیری شده آب چاه‌های ایستگاه، شوری آب چاه نزدیک محل آزمایش ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر تعیین شد و به‌عنوان تیمار شاهد استفاده گردید. برای اعمال تیمار شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر با استفاده از نمک کلریدسدیم خالص شوری آب مصرفی به این میزان افزایش داده شد.

نحوه اعمال تیمار شوری بدین صورت بود که تانک ۲۰۰۰ لیتری در ابتدای ورودی مزرعه قرار داده شده بود و به سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ) وصل بود در این تانک محلول شوری آماده می‌گردید و با EC متر قابل حمل سنجش می‌شد و در تیمار خاص استفاده می‌گردید در تیمار بدون شوری آب چاه مصرف می‌شد. در ابتدای انتقال نشاء به مزرعه در هر دو تیمار آب چاه استفاده گردید تا گیاهان استقرار کافی داشته باشند پس از دو هفته ابتدایی که آبیاری با آب چاه با شوری حدود ۲/۳ صورت گرفت تیمار شوری به تدریج و از کم به زیاد (۸ دسی‌زیمنس بر متر) انجام شد و تا پایان دوره برداشت تیمار شوری اعمال گردید و مقدار آب در هر دو تیمار (شوری و بدون شوری) تقریباً یکنواخت بود و کنتور حجمی در ابتدای ورودی مزرعه نصب شده بود و مقدار آب ورودی به‌طور یکسان بین دو تیمار اعمال می‌شد. به‌دلیل این‌که بافت خاک سبک بود لذا آبیاری هر هفته انجام می‌گردید لذا در هر آبیاری تیمار شوری نیز اعمال می‌شد. دو نوبت آبیاری بدون اعمال شوری به تناوب برای شستشوی نمک تجمع یافته در خاک انجام گردید.

۱۳۹۴). باتوجه به خشک‌سالی طی دهه اخیر در مناطق مرکزی ایران خاک‌های کشاورزی، حاصل‌خیزی کافی را نداشته و آب آبیاری از کیفیت نامطلوبی برخوردار گردیده است. برای توسعه کشت در شرایط شور و کم‌آبی استفاده از ارقام متحمل توصیه شده است. این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر شوری بر خصوصیات فتوسنتزی و غلظت عناصر برگ توده‌های مختلف خربزه به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل اجرا و روش اجرای آزمایش

به‌منظور بررسی اثر شوری روی برخی خصوصیات فتوسنتزی و غلظت عناصر برگ توده‌های مختلف خربزه، آزمایشی در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی دستگرد وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان واقع در مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ دقیقه طول شرقی در ارتفاع ۱۵۴۵ متر از سطح دریا در بهار و تابستان سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ بر روی دو توده متحمل (سوسکی و دیاموند) و دو توده حساس به شوری (درگزی و زرد ایوانکی) در دو سطح شوری (آب معمولی با شوری ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر به‌عنوان شاهد شاهد و کلریدسدیم از شرکت مرک با غلظت ۸ دسی‌زیمنس بر متر به اجرا درآمد. تیمار شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر، بر اساس شوری چاه‌های منطقه انتخاب گردید. قابل ذکر است که انتخاب توده حساس و متحمل طی آزمایش اولیه توسط نگارندگان از بین ۱۶ توده انتخاب‌شده است (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۸). توده سوسکی از توده‌های دیررس می‌باشد. رنگ پوست میوه آن سبز تیره با خطوط مشبک و رنگ گوشت میوه سفید مایل به سبز می‌باشد. درصد قند آن بالا و قابلیت نگهداری آن بالایی می‌باشد. دیاموند، خربزه‌ای بیضی‌شکل با پوست مشبک و برجسته و گوشت نارنجی می‌باشد که از کیفیت و درصد قند بالایی برخوردار است. پس از تسطیح، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیم به‌صورت دستی براساس تجزیه خاک و توصیه مؤسسه خاک و آب (برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۱ آورده شده است) مصرف گردید (ملکوتی و عیسی، ۱۳۷۶). در اوایل میوه‌دهی و در طول فصل برداشت میوه از کودهای ریزمغذی و هم‌چنین کود اوره به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار در هر نوبت آبیاری همراه با آب

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

Table 1: Some chemical and physical characteristics of soil research station of testing place

رس Clay	سیلت Silt	شن Sand	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH	پتاسیم K	فسفر P	کربن آلی O.C	عمق خاک Depth soil	بافت Texture
	درصد %		دسی‌زیمنس بر متر dsm ⁻¹		میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک mg.kg ⁻¹ DW		درصد %	سانتی‌متر cm	
41	49	10	2.2	7	370	17.1	0.8	0-30	لوم رسی Loam clay

فاکتورهای اندازه‌گیری شده

تیترا گردید. مقدار نیترا نقره مصرفی برای نمونه‌ها یادداشت و محتوای کلر برحسب میلی‌گرم در گرم محاسبه گردید (استاپلز و تونیزن^۳، ۱۹۸۴).

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

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد، اثر شوری و توده روی صفات فتوسنتزی به‌جز کارایی مصرف آب فتوسنتزی و غلظت عناصر برگ به‌جز کلر در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار گردید. اثر متقابل شوری و توده روی صفات فتوسنتز و دی‌اکسیدکربن درون روزنه در سطح احتمال ۱ درصد و بر صفات شاخص کلروفیل، هدایت روزنه‌ای، غلظت یون سدیم، پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم، فسفر و کلر در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید و تأثیر معنی‌داری بر کارایی مصرف آب فتوسنتزی نشان نداد (جدول ۲).

میزان عملکرد در بوته بطور کلی با اعمال تنش شوری کاهش پیدا کرد و بیش‌ترین عملکرد در شرایط تنش در توده سوسکی مشاهده شد (شکل ۱ الف). شاخص کلروفیل با اعمال شوری در کلیه توده‌های حساس و متحمل کاهش معنی‌داری را نشان داد. میزان کاهش در توده‌های حساس نسبت به توده‌های متحمل بیش‌تر بود (شکل ۱ ب). میزان فتوسنتز با افزایش شوری در کلیه توده‌ها کاهش یافت. توده حساس زرد ایوانکی بالاترین کاهش (۶۲ درصد) را نسبت به شاهد نشان داد و کم‌ترین میزان کاهش در توده دیاموند با ۱۹ درصد مشاهده شد (شکل ۲ الف). با اعمال شوری هدایت روزنه‌ای در توده زرد ایوانکی و دیاموند کاهش معنی‌داری را نشان داد که به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین هدایت روزنه‌ای را دارا بودند و در توده‌های درگزی و سوسکی تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲ ب).

تعداد میوه‌های هر بوته در طی آزمایش اندازه‌گیری و با ضرب وزن میوه‌های برداشت شده در تعداد میوه‌های هر بوته عملکرد میوه به‌ازای بوته به‌دست آمد. فاکتورهای مربوط به تبادلات گازی برگ شامل فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، غلظت دی‌اکسیدکربن درون روزنه و کارایی مصرف آب فتوسنتزی با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز برگ (مدل Lci نسخه نرم‌افزاری ۱/۱۰، ساخت کشور انگلستان) (فیشر^۱ و همکاران، ۱۹۹۸) و عدد کلروفیل با دستگاه (Mintola Reading SPAD-502, Japan) با سه نمونه‌گیری در تکرار سنجیده شد.

نمونه‌های برگ گیاه پس از خشک شدن به‌وسیله انکوباتور به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به‌صورت مجزا آسیاب و از الک مش ۴۰ عبور داده شدند و از پودر حاصله برای اندازه‌گیری یون‌های سدیم و پتاسیم استفاده شد. برای اندازه‌گیری میزان سدیم و پتاسیم در گیاه به روش خاکستری خشک عمل شد (هامادا و الینانی^۲، ۱۹۹۴). مقدار سدیم و پتاسیم محلول به‌وسیله دستگاه فلیم فوتومتر (مدل PFP7) اندازه‌گیری و مقدار آن با استفاده از منحنی استاندارد برحسب میلی‌گرم در گرم وزن خشک محاسبه شد. برای اندازه‌گیری فسفر نیز نمونه‌های خشک گیاهی با اسید نیتریک مخلوط و به‌مدت ۱۲ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در اجاق هضم قرار داده شد و غلظت آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (Motic, CI-45240-00. China) در طول موج ۴۳۰ نانومتر تعیین گردید (طباطبایی، ۱۳۸۸).

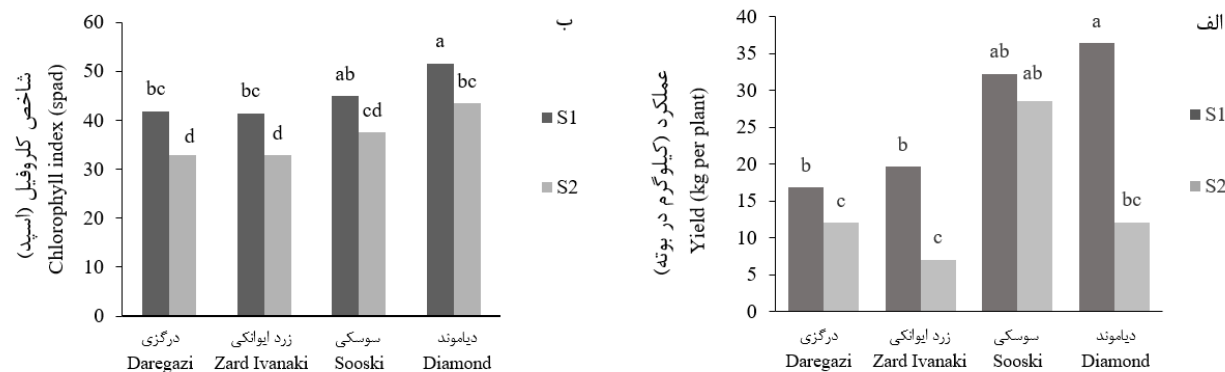
برای اندازه‌گیری میزان کلر برگ ۰/۱ گرم از نمونه گیاهی خشک شده داخل ارلن ریخته و ۱۰۰ سی‌سی اسید نیتریک ۰/۱ نرمال به آن‌ها اضافه شد و پس از یک شبانه‌روز آن را از کاغذ صافی عبور داده و ۵ سی‌سی از عصاره صاف‌شده مورد استفاده قرار داده شد. pH آن را به ۸/۲ رسانده و با محلول ۰/۰۵ نرمال نیترا نقره در مجاورت معرف کرومات پتاسیم

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر شوری و توده بر خصوصیات فتوسنتزی و عناصر گیاه خربزه

Table 2: Analysis of variance effect of salinity and accession on photosynthesis characteristics and nutrient of melon plants

کلر Chloride	فسفر Phosphour	پتاسیم به سدیم K/Na	سدیم Na	پتاسیم K	کارایی مصرف آب فتوسنتزی Photosynthetic water use efficiency	دی اکسید کربن زیر روزنه CO ₂ substomatal	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance	فتوسنتز Photosynthesis	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	عملکرد Yield	درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation
42.13*	0.02*	3.10**	1839.08*	700.59*	0.002 ^{ns}	19665.4**	0.06*	42.66**	452.67**	652.18**	1	شوری Salinity (S)
1.32 ^{ns}	0.007**	0.31*	162.52*	171.33**	1.78**	6566.6**	0.12**	46.73**	139.47**	120.84**	3	توده Accession (A)
2.93*	0.001*	0.07*	147.38*	18.53*	0.14 ^{ns}	5614**	0.01*	0.89**	0.32*	90.90 ^{ns}	3	شوری × توده S×A
0.5	0.0002	0.07	33.38	26.28	0.28	199.3	0.002	0.32	15.91	17.33	12	خطا Error
18.68	14.92	27.96	16.24	17.09	28.30	5.86	19.38	9.57	9.82	28.71	-	ضریب تغییرات CV

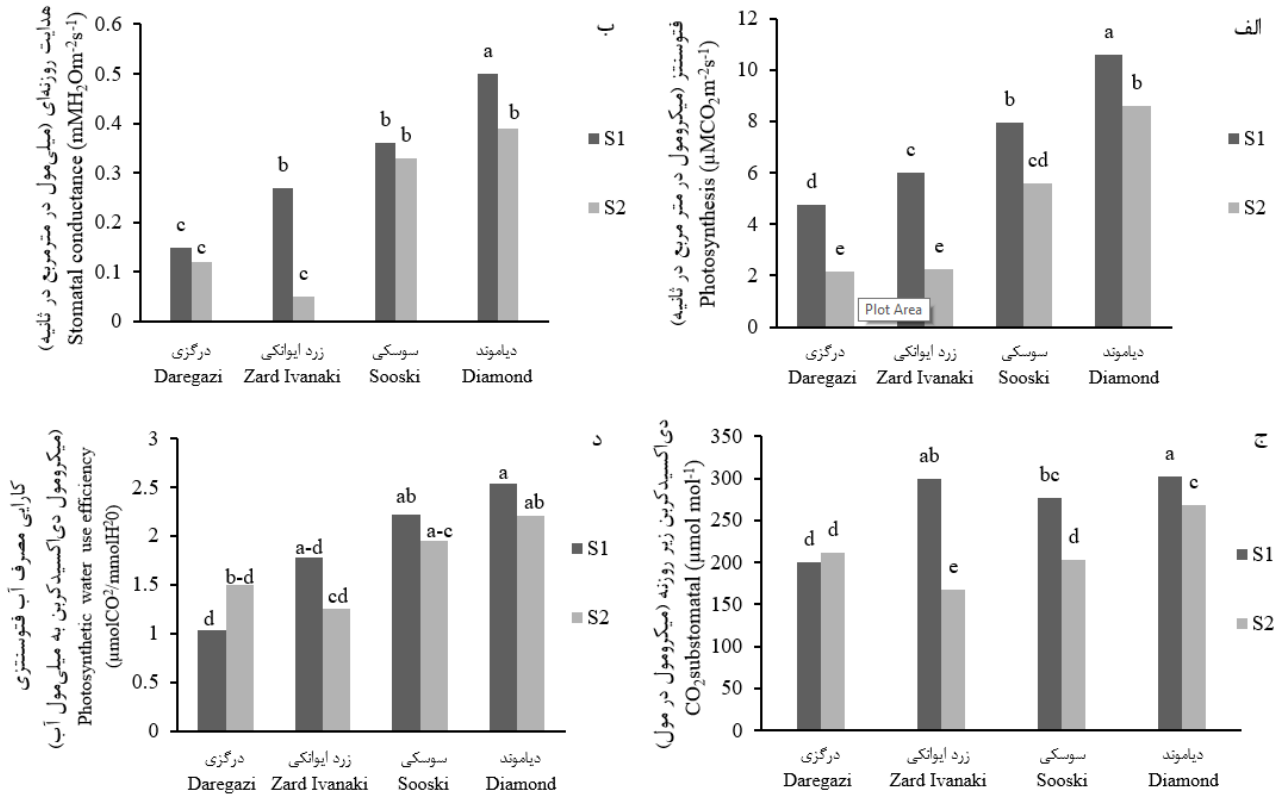
ns, ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد
ns, ** and *: No significant, Significant at 5% and 1% probability level, respectively



شکل ۱: اثر متقابل شوری و توده بر الف) عملکرد و ب) شاخص کلروفیل (S1: شاهد (۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر)، S2: ۸ دسی‌زیمنس بر متر). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت

معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند

Fig. 1: The interactive effect of salinity and accession on Yield (A) and Chlorophyll index (B). (S1: control (2.3 ds/m), S2: 8 (ds/m). The columns that differ in a letter have a significant difference of 5% based on the LSD test



شکل ۲: اثر متقابل شوری و توده بر الف) فتوسنتز، ب) هدایت روزنه‌ای، ج) دی‌اکسیدکربن زیر روزنه و د) کارایی مصرف آب فتوسنتزی. (S1: شاهد (۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر)، S2: ۸ دسی‌زیمنس بر متر). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند

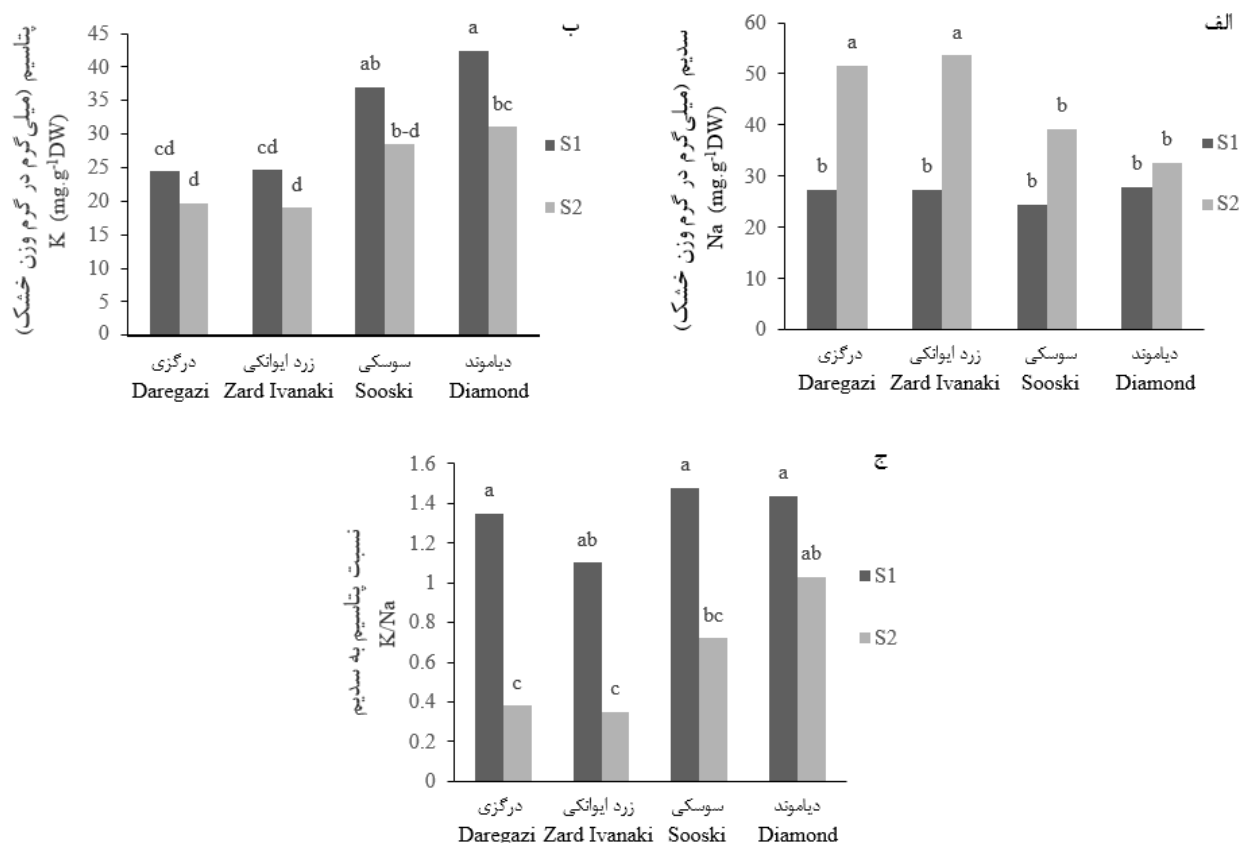
Fig. 2: The interactive effect of salinity and accession on Photosynthesis (A), Stomatal conductance (B), CO₂ substomatal (C) and Photosynthetic water use efficiency (D). (S1: control (2.3 ds/m), S2: 8 (ds/m). The columns that differ in a letter have a significant difference of 5% based on the LSD test

دیاموند (۴۲/۴۴) میلی‌گرم در گرم وزن خشک مشاهده شد (شکل ۳ الف و ب). نسبت پتاسیم به سدیم در توده‌های حساس درگز و زرد ایوانکی و توده متحمل سوسکی کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد و بیش‌ترین کاهش در توده درگز و به میزان ۷۱ درصد مشاهده شد و در توده متحمل دیاموند تغییر معنی‌دار مشاهده نشد (شکل ۳ ج).

با افزایش شوری میزان کلر برگ در توده‌های حساس درگز و زرد ایوانکی به ترتیب ۵۷ و ۷۰ درصد نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد و در توده‌های متحمل تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (شکل ۴ الف). میزان فسفر برگ با اعمال شوری در توده حساس زرد ایوانکی و توده‌های متحمل سوسکی و دیاموند کاهش یافت و بیش‌ترین میزان فسفر در توده‌های متحمل (۰/۱۸) میلی‌گرم در گرم وزن خشک مشاهده شد. در توده حساس درگز تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۴ ب).

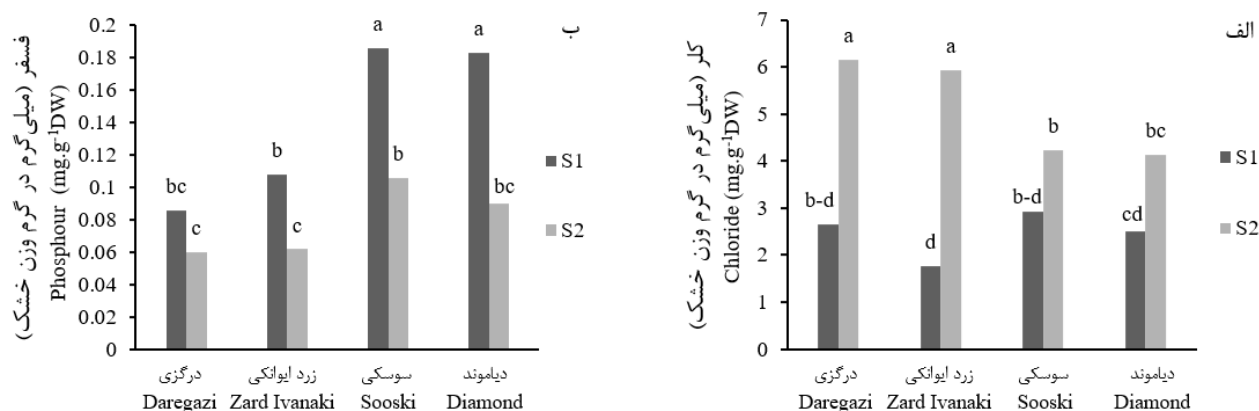
دی‌اکسیدکربن زیر روزنه در تمامی توده‌ها به جز توده درگز با افزایش شدت تنش شوری کاهش یافت. این میزان کاهش در توده‌های زرد ایوانکی، سوسکی و دیاموند به ترتیب ۴۴، ۲۶ و ۱۱ درصد بود (شکل ۲ ج). کارایی مصرف آب فتوسنتزی در تمامی توده‌ها با افزایش شوری تغییر معنی‌داری نشان نداد. توده دیاموند و درگز به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین کارایی مصرف آب فتوسنتزی را دارا بودند و اختلاف بین این دو توده از نظر این خصوصیت ۵۹ درصد بود (شکل ۲ د).

نتایج این پژوهش نشان داد با افزایش شوری میزان سدیم برگ در توده‌های حساس درگز و زرد ایوانکی ۴۸ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت و در توده‌های متحمل سوسکی و دیاموند تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. میزان پتاسیم در توده متحمل دیاموند با افزایش شوری کاهش معنی‌داری را نشان داد ولی در سایر توده‌ها تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. بیش‌ترین میزان سدیم و پتاسیم به ترتیب در توده‌های زرد ایوانکی (۵۳/۶۹) و



شکل ۳: اثر متقابل شوری و توده بر الف) سدیم، ب) پتاسیم و ج) نسبت پتاسیم به سدیم. S1: شاهد (۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر)، S2: ۸ دسی‌زیمنس بر متر). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند

Fig. 3: The interactive effect of salinity and accession on Na (A), K (B) and K/Na (C). (S1: control (2.3 ds/m), S2: 8 (ds/m). The columns that differ in a letter have a significant difference of 5% based on the LSD test



شکل ۴: اثر متقابل شوری و توده بر الف) کلر و ب) فسفر. S1: شاهد (۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر)، S2: ۸ دسی‌زیمنس بر متر). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند

Fig. 4: The interactive effect of salinity and accession on chloride (A) and phosphorus (B). (S1: control (2.3 ds/m), S2: 8 (ds/m). The columns that differ in a letter have a significant difference of 5% based on the LSD test

بحث

دی‌اکسیدکربن و ظرفیت فتوسنتزی می‌شود (فرانسیکو^۱ و همکاران، ۲۰۰۲). شاخص کلروفیل با اعمال شوری در کلیه توده‌های حساس و متحمل کاهش معنی‌داری را نشان داد. توده

یکی از اثرات شوری در گیاه کاهش فعالیت فتوسنتزی در آن است که موجب کاهش مقدار کلروفیل و کاهش جذب

نشان داد (شکل ۲ الف). نتایج پژوهش جوانمردی^۵ و همکاران (2001) با بررسی اثر شوری ناشی از کلرور سدیم بر روی جذب و انتقال عناصر در پنج رقم خربزه بومی ایرانی نشان داد با افزایش شوری مقادیر عناصر سدیم، کلر و نسبت سدیم به پتاسیم در بافت‌های برگ و ریشه کلیه ارقام افزایش ولی مقادیر پتاسیم کاهش یافت. شوری نسبت پتاسیم به سدیم را در گیاه کاهش می‌دهد و از این لحاظ بین ارقام حساس و مقاوم به شوری تفاوت‌های معنی‌داری وجود دارد (ویمبرج^۶، 1987). که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. در گونه‌های حساس به شوری میزان سدیم و پتاسیم تمایل به ثابت ماندن غلظتشان دارند، درحالی‌که در گونه‌های متحمل به شوری غلظت پتاسیم با افزایش جذب سدیم کاهش می‌یابد تا بتواند تنظیم اسمزی صورت گیرد و کاهش نسبت پتاسیم به سدیم برگ به خاطر جذب بیش‌تر پتاسیم نسبت به سدیم و انتقال از ریشه به برگ‌ها می‌باشد (کاو^۷ و همکاران، 2007). محمدزاده و سبحانی (۱۳۹۰) اثرات شوری را بر الگوی جذب یون‌ها و ترکیب شیمیایی ژنوتیپ‌های مختلف خربزه در مشهد بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که کم‌ترین غلظت Na^+ و Cl^- برگ مربوط به ژنوتیپ عباس شوری بود. به نظر می‌رسد حفظ غلظت کم‌تر Cl^- در سلول‌های برگ عامل مهم در حفاظت از بافت‌های فتوسنتزکننده در برابر تنش شوری است. کاساران و همکاران (2007c) نشان دادند که مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده در تحمل به شوری خربزه مقدار یون در برگ‌ها می‌باشد. ژنوتیپ‌هایی که به‌عنوان متحمل شناخته شدند توانسته بودند بیش‌ترین مقدار یون را در برگ‌های خود ذخیره نمایند. میزان فسفر برگ با اعمال شوری در کلیه توده‌ها به‌جز درگزی کاهش یافت و بیش‌ترین میزان فسفر در توده‌های متحمل (۰/۱۸) میلی‌گرم در گرم وزن خشک مشاهده شد (شکل ۲ ب). از آن‌جایی‌که انتقال مواد فتوسنتزی در داخل گیاه به فسفر نیازمند است، لذا کاهش میزان جذب فسفر در تنش شوری، می‌تواند منجر به کاهش انتقال این‌گونه مواد به اندام‌های رویشی و درنهایت کاهش عمومی رشد گیاه گردد (کاساران و همکاران، 2007b). با توجه به این‌که فسفر یک عنصر غیرمتحرک است، می‌توان کاهش جذب آن را به کاهش طول ریشه این گیاه در شرایط شوری نسبت داد. دلیل دیگر برای کاهش جذب فسفر، احتمالاً وجود یون‌های کلسیم و منیزیم در محیط است که موجب غیرفعال شدن فسفر در خاک می‌شود (اورد^۸ و همکاران، 1990).

دیاموند در مقایسه با توده‌های دیگر از نظر محتوای کلروفیل دارای بیش‌ترین مقادیر و توده زرد ایوانکی دارای کم‌ترین مقادیر بود. کافی و همکاران (۱۳۸۰)، بیان کردند که در شرایط تنش ملایم با کاهش سطح برگ غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ می‌تواند افزایش یابد. به‌عبارت دیگر علت افزایش محتوای کلروفیل تحت تنش، کوچک شدن سلول‌های برگ به علت کاهش سطح برگ و ضخیم شدن سلول‌ها می‌باشد. درحالی‌که تنش شدید باعث توقف کلروفیل‌سازی می‌گردد. که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد. علت کاهش عدد کلروفیل‌متر در سطوح شوری بالاتر را می‌توان کاهش میزان کلروفیل به‌واسطه تخریب ساختار کلروپلاست عنوان کرد (صالحی و همکاران، ۱۳۸۳). کاهش در محتوای کلروفیل در نتیجه شوری در مورد کدوتنبیل هم گزارش شده است که با نتایج ما مطابقت دارد (سونگور^۱ و همکاران، 2011). نتایج این پژوهش نشان داد که فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، غلظت دی‌اکسیدکربن زیر روزنه تحت شرایط شوری کاهش معنی‌داری یافت. با اعمال شوری توده حساس زرد ایوانکی در مقایسه با توده‌های دیگر بالاترین میزان کاهش را در میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و دی‌اکسیدکربن زیر روزنه به‌ترتیب ۶۲، ۸۱ و ۴۴ درصد نسبت به شاهد نشان داد. کاهش فتوسنتز را می‌توان به نقصان هدایت روزنه‌ای نسبت داد که تحت تنش شوری کاهش می‌یابد. بسته شدن روزنه‌ها در شرایط تنش گرچه به‌منظور کاهش هدر رفت آب صورت می‌گیرد، اما به‌واسطه جلوگیری از ورود CO_2 می‌تواند فتوسنتز را به‌کم‌تر از نقطه جبرانی کاهش دهد (اشرف و هریس^۲، 2004). کاهش فتوسنتز می‌تواند به دلیل کاهش آب قابل‌دسترس گیاه در شوری‌های بالا باشد. البته تجمع یون سدیم نیز از عوامل محدودکننده فتوسنتز است (رنجبر^۳ و همکاران، 2001). ازجمله دلایل کاهش تبادلات گازی در شرایط شوری، کاهش در فشار تورژسانس، کمبود پتاسیم به علت افزایش سدیم، ایجاد سمیت توسط تجمع یون‌های سدیم و کلر نام برد (مارسچر^۴، 1995). با افزایش شوری بیش‌ترین میزان سدیم و پتاسیم به‌ترتیب به توده‌های حساس زرد ایوانکی و متحمل دیاموند تعلق داشت (شکل ۱ الف و ب). نسبت پتاسیم به سدیم در توده‌های حساس درگزی کاهش ۷۱ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد. هم‌چنین با افزایش شوری کلر برگ در توده‌های حساس درگزی و زرد ایوانکی بالاترین میزان افزایش را نسبت به شاهد

5. Javanmardi
6. Weimberg
7. Kao
8. Awad

1. Sevengor
2. Ashraf and Harris
3. Ranjbar
4. Marschner

نتیجه‌گیری

اندام هوایی، افزایش نسبت‌های بالایی از پتاسیم به سدیم به‌خصوص در بافت‌های فتوسنتزکننده جوان و حفظ کارایی فتوسنتزی باعث افزایش تحمل به شوری در توده‌های خربزه شد. از آنجایی‌که بسیاری از مناطق کشت این گیاه در ایران دارای املاح نمک در آب‌و خاک زراعی می‌باشند؛ بنابراین انتخاب رقمی از این گیاه با سازگاری بیش‌تر در ارتباط با آب‌و خاک دارای املاح شور از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین توده دیاموند بر اساس مکانیزم‌های فیزیولوژیکی تحمل به تنش بیش‌تری دارد.

به‌طور کلی نتایج نشان داد که با اعمال تنش شوری شاخص کلروفیل، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، دی‌اکسیدکربن زیر روزنه و عناصر پتاسیم و فسفر کاهش و عناصر سدیم و کلر افزایش یافت. میزان کاهش در توده متحمل دیاموند کم‌تر و در توده حساس زرد ایوانکی بیش‌تر بود و میزان افزایش عکس این حالت را نشان داد. در این آزمایش ارتباط نزدیکی بین نحوه توزیع یون‌ها و تحمل به شوری در گیاه خربزه مشاهده گردید. ممانعت از ورود سدیم و کلر به ریشه، تجمع کم‌تر آن‌ها در

منابع

- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۴. اداره کل آمار و اطلاعات سازمان کشاورزی استان اصفهان، ۱۲۲ص
- احمدی، ع. و بیکر، د. آ. ۱۳۷۹. عوامل روزنه‌ای و غیرروزنه‌ای محدودکننده‌ی فتوسنتز در گندم در شرایط تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۱: ۸۱۳-۸۲۵.
- باغانی، ج.، علیزاده، ا.، انصاری، ح.، عزیزی، م. و صدقائین، ح. ۱۳۹۲. تأثیر آبیاری با آب شور بر ویژگی‌های فنولوژیکی خربزه. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۲: ۲۲۲-۲۳۰.
- شفیعی، ه.، حقیقی، م. و فرهادی، ع. ۱۳۹۸. ارزیابی تحمل به شوری ارقام بومی خربزه ایرانی. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱: ۵۱-۶۳.
- صالحی، م.، کوچکی، ع. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۳. میزان نیتروژن و کلروفیل برگ به‌عنوان شاخصی از تنش شوری در گندم. پژوهش‌های زراعی ایران، ۲: ۲۵-۳۴.
- طباطبایی، س. ج. ۱۳۸۸. اصول تغذیه معدنی گیاهان. چاپ اول. نشر خوارزمی. فصل تجزیه مواد. ۵۶۲ صفحه.
- کافی، م.، زند، ا.، کامکار، ب.، شریفی، ح. ر. و گلدانی، م. ۱۳۸۰. فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۵۶ صفحه.
- کوچکی، ع. و سلطانی، ا. ۱۳۷۷. اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک. نشر آموزش کشاورزی. ۹۸۴ صفحه.
- محمدزاده، ا. ۱۳۹۰. اثر شوری آب آبیاری و کمیت ژنوتیپ‌های تجاری خربزه. مقالات نخستین همایش ملی تولید و فرآوری خربزه. ملکوتی، م. و عیسی، م. ۱۳۷۶. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی کشور. چاپ اول، انتشارات نشر آموزش کشاورزی. سازمان تات، کرج، ایران. ۶۴ صفحه.
- همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۰۷ صفحه.
- Ashraf, M. P. J. C. and Harris, P. J. C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, 166: 3-16.
- Awad, A. S., Edwards, D. G. and Campbell, L. C. 1990. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. *Crop Science*, 30: 123-128.
- Bohra, J. S. and Doerffling, K. 1993. Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity. *Plant and Soil*, 152: 299-303.
- 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.
- Dasgan, H. Y., Kusvuran, S., Aydoner, G., Akyol, M., Bol, A. and Abak, A. 2012. Screening for salinity and drought tolerance in melons. *Proceedings of the Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae*, Antalya, Turkey, 15-18 October, 2012 pp.497-502.
- Franco, J. A., Esteban, C. and Rodriguez, C. 1993. Effects of salinity on various growth stages of muskmelon cv. Revival. *Journal of Horticultural Science*, 68: 899-904.
- Geissler, N., Hussin, S. and Koyro, H. W. 2010. Elevate concentration enhances salinity tolerance atmospheric CO₂ in *Aster tripolium* L. *Planta*, 231: 583-594.
- Hamada, A. M. and EL-enany, A. E. 1994. Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. *Biologia Plantarum*, 36: 75-81.
- Hortimed. 2001. Salt response of protected horticultural crops. Hortimed. Experiment report. Athen University.
- Javanmardi, J., Lesani, H. and Kashi, A. 2001. Effect of NaCl salinity on the uptake and transport of melons in five varieties of Iran native. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 3 (1): 31-40.

- Kafi, M. and Khan, M. A. 2008. Crop and Forage Production using Saline Waters. Daya Publishers. New Delhi. India. pp. 289.
- Kao, W. Y., Tsai, T. T. and Shih, C. N. 2007. Gas exchange and chlorophyll fluorescence parameters of 10 barley genetic lines in salt stress. *Field Crops Research*, 99: 249-251.
- Kusvuran, S. 2012. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7 (5): 775-781.
- Kusvuran, S., Ellialtioglu, S., Yasar, F. and Abak, K. 2007a. Effects of salt stress on ion accumulation and activity of some antioxidant enzymes in melon (*Cucumis melo* L.). *Journal of Food Agriculture and Environment*, 5: 351-354.
- Kusvuran, S., Ellialtioglu, S., Abak, K. and Yasar, F. 2007b. Responses of some melon (*Cucumis* sp.) genotypes to salt stress. *Journal of Agricultural Science*, 13: 395-404.
- Kusvuran, S., Yasar, F., Ellialtioglu, S. and Abak, K. 2007c. Utilizing some of screening methods in order to determine tolerance of salt stress in the Melon (*Cucumis melo* L.). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3 (1): 40-45.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Edn, Academic Press, London, New York. pp: 200-225.
- Naeini, M. R., Khoshgoftarmansh, A. H. and Fallahi, E. 2006. Partitioning of chlorine, sodium and potassium and shoot growth of three pomegranate cultivars under different levels of salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 1835-1843.
- Ranjbar, A., Lemeur, R. and Van Damme, P. 2001. Ecophysiological characteristics of two pistachio species (*Pistacia khinjuk* and *Pistacia mutica*) in response to salinity. *Coupure Link* 653, B, 9000.
- Sevengor, S., Yasar, F., Kusvuran, S. and Ellialtioglu, S. 2011. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedlings. *African Journal of Agricultural Research*, 6: 4920-4924.
- Staples, R. C. and Toenniessen, G. H. 1984. Salinity tolerance in plants. John Wiley and Sons. pp. 443.
- Sutcliffe, J. F. and Baker, D. A. 1981. *Plants and mineral salts*. Edward Arnold (Publishers) Ltd. pp.66.
- Weimberg, R. 1987. Solute adjustments in leaves of two species of wheat at two different stages of growth in response to salinity. *Physiologia Plantarum*, 70(3): 381-388.

Effect of Salinity on Photosynthetic Properties and Concentration of Leaf Elements of Different Accession of Melons (*Cucumis melo* L.)

Shafie¹, H., Haghighi^{2*}, M. and Farhadi³, A.

Abstract

To study the effect of irrigation water salinity on physiological characteristics and the concentration of leaf elements of different accession of melons a split-plot experiment was designed based on RCBD with 3 replicates on two accessions, tolerant (Sooski and Diamond) and two accessions sensitive (Daregazi and Zard Ivanaki) and two salinity levels (tap water 2.3 ds/m (control) and 8 ds/m) according to the salinity of wells) in the field of Isfahan research station in 2016-2017. The results showed that with increasing salinity, the chlorophyll index decreased in all sensitive and tolerant accessions 21 and 16% respectively. Photosynthesis and stomatal conductance showed the highest and lowest reduction in the Zard Ivanaki and Diamond accessions, 62 and 19% respectively in comparison to the control. Stomata conductance was lowest in Zard Ivanaki (0.05) and highest in Diamond (0.39). CO₂ substomatal was reduced by 44%, 26%, and 11%, respectively, in the Zard Ivanaki, Sooski and Diamond accessions. Photosynthetic water use efficiency did not have a significant effect with increasing salinity in all accessions. The amount of Na and Cl increased in the Daregazi and Zard Ivanaki accessions compared to the control, and K showed the lowest decrease by 26% in the Diamond accession. The highest reduction K/Na ratio was observed in Daregazi by 71%. The amount of P decreased in all of the accessions, except for the Daregazi. Overall, the results showed that by applying salt stress, photosynthetic parameters, K and P elements decreased, and Na and Cl increased, and this decrease was lowest in Diamonds and highest in Zard Ivanaki. Diamond resistant mass has a higher tolerance to salinity compared to sensitive cultivar through defense mechanism by restricting the uptake or transfer of sodium to aerial parts and also maintaining a good level of potassium and can be used as a tolerant cultivar under salinity conditions.

Keywords: Chlorophyll, Potassium, Sodium, Stomata conduction, Tolerance

1 and 2. Former MSc Student and Associate Professor, Respectively, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
3. Assistant Professor, Department of Research, Agricultural and horticultural group of Isfahan Research Center of Agriculture and Natural Resources, Isfahan, Iran

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

This paper has been extracted from the first author's MSc thesis under the supervision of Maryam Haghighi.