تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد ششم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۳، ص ۳۴۴-۳۲۹

مقاله پژوهشی

ارزیابی پاسخ‌های فیزیکوشیمیایی و انبارمانی خربزه دیررس (*Cucumis melon L.*) تحت آبیاری با آب شور

سودابه عین افشار[1*]، سید فاضل فاضلی کاخکی[1]، جواد باغانی[1]، شهرام ریاحی نیا[2]

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، مشهد، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

* مسئول مکاتبه: soodabeheyn@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۶ **DOI: 10.22034/CSRAR.2024.407488.1360**

چکیده

تأثیر آبیاری با آب شور بر صفات کمی خربزه دیررس سبزوار تازه و انبارشده و نیز محتوای سدیم و پتاسیم در زیست توده گیاه، با آزمایشی در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مقابل تیمار شاهد، بررسی‌شد. تیمارهای آبیاری: T۱: شاهد (آب غیرشور ۰/۶dS.m^{-1})، T۲: شوری ۳ dS.m^{-1}، T۳: شوری ۶ dS.m^{-1}، T۴: شوری ۳ dS.m^{-1} از ۴۰ روز بعد از جوانه‌زنی تا برداشت ، T۵: شوری ۳ dS.m^{-1} از ۲۰ روز بعد از جوانه‌زنی تا برداشت ، T۶: شوری ۶dS.m^{-1} از ۴۰ روز بعد از جوانه‌زنی تا برداشت و T۷: شوری ۶ dS.m^{-1} از ۲۰ روز بعد از جوانه‌زنی تا برداشت بودند. نتایج نشان‌دادند تیمار T۳ سبب افزایش سدیم برگ، ساقه و ریشه به‌ترتیب ۵۲، ۱۴۰ و ۴۷ درصد شد. افزایش شوری، محتوای پتاسیم و سدیم اندام‌های گیاه را تغییرداد به‌طوری‌که بیشترین کاهش در اثر اعمال تیمار T۳ در برگ، ساقه و ریشه به‌ترتیب ۴۰/۲۸، ۶۵/۳۲ و ۲۷/۶۸ درصد بود. در کلیه تیمارها مقدار پتاسیم ساقه و ریشه به ترتیب ۲/۶۵ و ۲/۰۱ درصد افزایش‌یافتند. T۶ کمترین وزن گوشت به کل میوه و T۵ بیشترین بریکس بخش‌های مختلف میوه را داشت. بیشترین تعداد خربزه (۹۵۵۲ عدد) و عملکرد کل (۱۹/۲T/hr) از T۱ حاصل‌شد. نگهداری در سردخانه موجب کاهش سفتی متوسط بافت میوه تا ۲۱ درصد و افزایش میانگین بریکس تا ۴/۳ درصد شد. آبیاری با شور ۳dS.m^{-1} سبب بهبود برخی صفات در مراحل ابتدایی شد که با افزایش شوری صفات عملکردی کاهش یافت در این شرایط طی انبارمانی سفتی میوه کاهش و بریکس آن افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: بریکس، سفتی بافت میوه، نسبت پتاسیم به سدیم، نگهداری میوه

مقدمه

ایران از لحاظ آب و هوایی در منطقه کم‌باران جهان و جزء کشورهای خشک و نیمه خشک به شمار می‌آید (Rostami *et al.*, 2022). در حال حاضر منابع آب تجدید پذیر، به واسطه بروز تغییرات اقلیمی کاهش چشم‌گیری یافته است. بر طبق برآوردهای اولیه، حدود ۱۷ درصد از منابع آب تجدید پذیرکشور را منابع آب‌های شور و لب‌شور تشکیل‌می‌دهد، ضمن اینکه دریاچه‌های آب‌شور داخلی و آب‌های شور شمال و جنوب کشور نیز قابلیت‌های آبی آینده کشور محسوب می‌شوند. از سوی دیگر منابع آب شیرین نیز به تدریج در اثر گردش در چرخه مصرف، کیفیت خود را از دست‌داده و شوری آن‌ها افزایش می‌یابد، به‌ویژه این پدیده در آب‌های زهکشی شده از اراضی حاوی خاک‌های شور با شدت بیشتری صورت می‌گیرد (Shafiee *et al.*, 2019) در نتیجه محدودیت منابع آب شیرین یک محدودیت مهم در رشد و نمو گیاه بوده که در آینده نیز بیشتر خود را نشان خواهد داد. از طرفی افزایش روز افزون جمعیت و نیاز به تولید بیشتر مواد غذایی، توسعه صنایع، افزایش سطح زیر کشت و بالاخره کاهش نزولات آسمانی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده از آب‌های شور در کشاورزی را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. وجود املاح زیاد در خاک یا آب آبیاری می‌تواند گیاه را با تنش شوری مواجه سازد. این املاح در درجه اول به وجود کاتیون سدیم و آنیون کلر و در مرحله بعد، به نمک‌های بیکربنات‌ها، سولفات‌ها، کلسیم، منیزیم، بر و به ندرت نیترات‌ها می‌باشند. وجود این ترکیبات به دو صورت باعث بروز خسارت در گیاهان می‌شود. تجمع بیش از حد نمک در محلول خاک، فشار اسمزی محلول خاک را افزایش داده و گیاه در جذب آب با مشکل مواجه شده و دچار نوعی خشکی فیزیولوژیکی یا تنش اسمزی می‌شود. از سوی دیگر به‌دلیل وجود یون‌های سمی در محلول خاک، گیاه با سمیت این‌گونه یون‌ها نیز مواجه می‌گردد (Munns and tester, 2008).

گیاهان زراعی در محیط‌های شـــور، دچار کاهش رشـــد و بروز برخی صـدمات متابولیکی می‌شـوند و به‌نظر می‌رسـد خشـکی فیزیولوژیکی یا کاهش آب ناشـی از شـوری، عامل کاهش رشـد و سـمیت یون‌ها و بروز برخی خسـارت‌های متابولیکی در گیاهان می‌باشـد (Maathuis, 2006). گیاهان زراعی از نظر تحمل به غلظت نمک‌های محلول در منطقه ریشـه متفاوت هسـتند، انتخاب گیاه برای بیشـینه تولید تحت شـرایط شـور، یکی از روش‌های اسـاسـی و مفید می‌باشـد (Keshavars and Sadeghzadeh, 2001). بسیاری از محصولات کشاورزی نسبت به افزایش شـوری حسـاس بوده و در شـرایط شـوری بالا از بین می‌روند. عدم تعادل تغذیه‌ای و یا ترکیبی از همه این عوامل (اسمزی و سمیت یونی)، همگی اثرات سوئی بر روی رشد گیاه و سطوح توسعه فیزیولوژیکی و بیولوژیکی دارد (Botia *et al*., 2005). تنش شـــوری باعث کاهش معنی‌داری در ارتفاع و وزن اندام‌های هوایی و ریشه می‌گردد. با افزایش غلظت کلرید سدیم، رشد قسمت‌های هوایی بیشتر از ریشه تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. در نتیجه رشـد و متوسـط تولید ماده خشـک ریشـه نسبت به ساقه به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (Nabbati *et al*., 2011). در پژوهشی نشان داده شد که غلظت یون سدیم در داخل بذر خربزه در شرایط شوری به‌طور معنی‌داری افزایش و میزان یون پتاسـیم کاهش می‌یابد (Mohammadzadeh, 2011).

خربزه یک گیاه نیمه متحمل به شوری است و ارقام مختلف از این نظر با یکدیگر تفاوت دارند و در شـوری‌های زیاد این تفاوت بارزتر می‌شـود (Nastari *et al*., 2012). اما تحمل به شوری بسته به محیط کاشت، نوع شوری و مرحله رشد گیاه متفاوت است (Tedeschi *et al*., 2011). نتایج پژوهشی نشان داد که تعداد بذرهای سبز شده خربزه محولاتی در آبیاری با آب شور واکنش معنی‌داری را نشان ندادند ولی شوری باعث تأخیر در سـبزشـدن بذرها شـد. تغییر شـوری آب آبیاری در مرحله گل‌دهی باعث اختلال در ظهور گل‌ها شـد، به‌طوری‌که متوسـط تعداد گل‌های نر و ماده و نسـبت گل‌های ماده به نر در همه تیمارها به جز نمونه شاهد کاهش یافت. آبیاری با آب شور تأثیر معنی‌داری بر صـفات مورفولوژیکی و کارایی مصـرف آب داشـت (Baghani *et al*., 2013). بررسـی اثرات شـوری آب آبیاری بر رشـــد، عملکرد و ویژگی‌های کیفی، نـه ژنوتیپ تجاری خربزه نشـان داد که با افزایش شـوری آب، درصـد قند در برخی ارقام کاهش و در برخی دیگر افزایش یافته اسـت (Mendlinger, 1994). در پژوهشی دیگر، تیمار شوری غلظت سدیم را در همه ژنوتیپ‌های خربزه مورد مطالعه افزایش داد (Botia *et al*., 2005; Dasgan, and Koc, 2009). در آبیاری با آب شـور در دو رقم خربزه، همبسـتگی مثبت و معنی‌داری بین محتوای بریکس با شوری آب آبیاری وجود داشت به‌طوری‌که هر چه آب شـورتر بود، محیط ریشـه شـورتر و در نتیجه گیاه برای غلبه بر این شـوری و جذب آب، مجبور به شـکسـتن پلی‌سـاکاریدها و تبدیل آن‌ها به منوسـاکاریدها شـده که باعث می‌شـود محصـول تولیدی در آب‌ها و خاک‌های شور، شیرین‌تر باشد (Naseer *et al*., 2011). کاهش عملکرد در دو گونه خربزه آبیاری‌شده با آب بـا هـدایـت الکتریکی (EC) ($dS.m^{-1}$) ۳/۱ و ۶/۱ از مرحلـه نشـاءکاری تا برداشـت مشـاهده شـد. کاربرد آب شـور از مرحله گل‌دهی به بعد، عملکرد قابل ارائه به بازار را کاهش نداد و کیفیت میوه افزایش یافت. به‌طورکلی آب شـــور باعث افزایش کیفیت میوه شـد. زیرا سـدیم و کلر در سـاقه‌ها جمع و از تجمع آنها در برگ‌ها ممانعت شـد (Baghani *et al*., 2014). بررسـی اثرات شـــوری آب بر عملکرد کمی و کیفی خربزه نشـــان داد هرچند اعمال تیمارهای شـوری مقدار سـدیم تجمعی در برگ‌ها و ســـاقه‌ها را افزایش داد، با این حال وجود پتاســـیم در محیط رشـــد گیاه، برگ و ســـاقه موجب افزایش کیفیت میوه شـــد (Sharayei, 2009). نتایج پژوهشـــی نشـــان داد رقم خربزه در تحمل نسـبت به شـوری اهمیت بسـزایی دارد (Dasgan, and Koc, 2009). در تنش شـــوری (۶ و ۱۰ دســـی‌زیمنس بر متر ($dS.m^{-1}$)) رقم خربزه AF682، تحمـل کمتری نســـبـت بـه توده‌های بومی گائوچو و ســـانچو داشـــت(Baghani *et al*., 2013). بـا افزایش شـــوری آب آبیاری، یون ســـدیم در همـه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه خربزه افزایش یافت. در این پژوهش همچنین تفاوت زیادی بین ژنوتیپ‌های خربزه از نظر تحمل به شـوری وجود داشـت. با توجه به تغییرات اقلیم حادث شـده، کـاهش نزولات جوی، افزایش تبخیر و تعرق، کـاهش آب‌هـای متعارف در بخش کشاورزی و استفاده از آب‌های شور و لب شور برای رشـــد و عملکرد گیاهان زراعی، لذا این پژوهش با هدف بررسـی اعمال مدیریت بر مصـرف آب شـور و متعارف در زراعت خربزه دیررس و اثرات آن بر مقدار سـدیم و پتاسـیم اندام‌های

گیاه، ویژگی‌های فیزیکی میوه تولیدی و قابلیت انبارمانی آن انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری و تلفیق آب شور با آب آبیاری بر ویژگی‌های کمی و کیفی و ماندگاری خربزه دیررس سبزوار، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ و ۱۳۹۹-۱۴۰۰ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: T۱ : تیمار شاهد، آبیاری با شوری ۰/۶ ($dS.m^{-1}$) از ابتدای کاشت تا پایان برداشت محصول، T۲ : آبیاری با شوری ۳ $dS.m^{-1}$ از ابتدای کاشت تا برداشت محصول، T۳: آبیاری با شوری ۶ $dS.m^{-1}$ از ابتدای کاشت تا پایان برداشت محصول، T۴: آبیاری با شوری ۳ $dS.m^{-1}$ از ۴۰ روز بعد از سبز شدن تا برداشت محصول، T۵: آبیاری با شوری ۳ $dS.m^{-1}$ از ۲۰ روز بعد از سبز شدن تا برداشت محصول، T۶ آبیاری با شوری ۶ $dS.m^{-1}$ از ۴۰ روز بعد از سبز شدن تا برداشت محصول و T۷: آبیاری با شوری ۳ $dS.m^{-1}$ از ۲۰ روز بعد از سبز شدن تا برداشت محصول. قبل از انجام شخم یک نمونه از خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر بعد از لحاظ استاندارد نمونه‌گیری تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه تعیین شد (جدول ۱). سپس مقدار ۲۰ تن بر هکتار کود دامی با ویژگی‌های ارائه داده شده در جدول ۲ قبل از انجام عملیات شخم به زمین داده شد. سپس عملیات آماده‌سازی زمین انجام شد. کودهای شیمیایی ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم، ۴۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و اوره ۱۵ کیلوگرم بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز برای همه تیمارها یکسان و در مسیر کاشت بوته‌های خربزه ریخته و با خاک مخلوط شد. باقی‌مانده کود اوره در دو بخش ۱۵ کیلوگرم اواسط رشد رویشی و ۱۵ کیلوگرم در اوایل گل‌دهی به مزرعه داده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مکان اجرای پژوهش

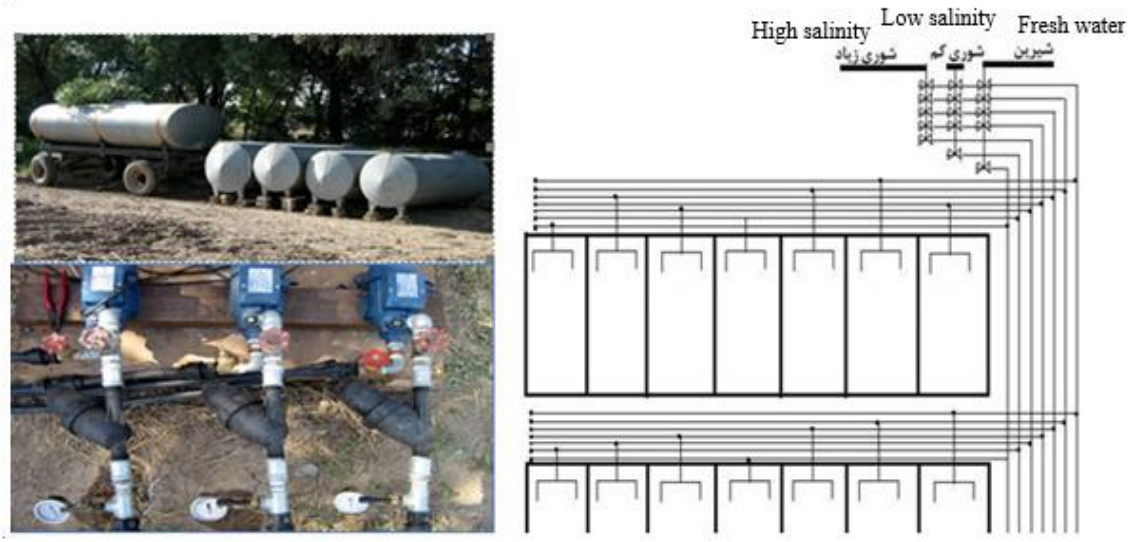
Table 1- Physicochemical characteristics of the soil of the place where the research was carried out

سال آزمایش Year	بافت خاک Soil texture	pH	چگالی ظاهری Apparent density ($g.cm^{-3}$)	هدایت الکتریکی EC[6] ($ds.m^{-1}$)	نسبت کربن به نیتروژن (C/N[5])	کربن آلی (OC^4) (٪)	نیتروژن N^3 (٪)	پتاسیم K^2 ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P^1 ($mg.kg^{-1}$)
اول 1st	لوم-شنی Sandy loam	7.3	1.2	1.5	10	0.98	0.14	168	10
دوم 2nd	لوم-شنی Sandy loam	7.5	1.6	2.67	8.75	0.76	0.12	157	6.75

بذرهای خربزه دیررس سبزوار از بخش تحقیقات نهال و بذر مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مشهد تهیه و در آرایش کاشت فاصله روی ردیف ۶۰ سانتی‌متر، بین ردیف سه متری به طول ۶ متر و در دو ردیف در اوایل خرداد ماه، با دست کاشته شدند. تیمارهای آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای (نواری) با قطره‌چکان‌های با فاصله ۳۰ سانتی‌متر و آبدهی ۶ لیتر بر ساعت در متر طول لوله اعمال شد. آب مورد استفاده از چاهی با شوری ۶$dS.m^{-1}$ تهیه، به محل منتقل و سطح شوری دوم ۳$dS.m^{-1}$ ، از اختلاط آب شور با آب موجود در محل اجرای آزمایش با شوری ۰/۶ $dS.m^{-1}$ تهیه شد (شکل ۱).

برای تهیه آب با EC برابر با ۳ ابتدا در سطح آزمایشگاه مقدار اختلاط محاسبه شد و سپس با استفاده از کنتور حجمی مقدار آب مورد نظر از هر EC محاسبه و در تانکری مجزا آماده گردید (جدول ۳) و در تمام طول دوره داشت و انجام آبیاری‌ها، هدایت الکتریکی آب آبیاری با هدایت سنج دستی (BBC Kent Industrial Measurement Limited S/3/000/3799) اندازه‌گیری شد. آبیاری در مدار شش روز برای تمامی تیمارها انجام شد.

[1] -Phosphorous, 2- Potassium, 3- Nitrogen, 4- Organic Carbon, 5- Carbon to Nitrogen ratio, 6- Electric Conductivity



شکل ۱- نقشه طرح و چگونگی اختلاط و تامین شوری‌های مورد نظر برای آبیاری

Figure 1- Plan and how to mix and supply desired salinities for irrigation

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کود دامی و ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش

Table 2- Physicochemical characteristics of animal manure and vermicompost used in the experiment

نمونه Sample	pH	هدایت الکتریکی (dS.m^{-1}) EC[9]	نسبت کربن به نیتروژن C/N[8]	کربن الی (٪) OC[7]	نیتروژن (٪) N[6]	پتاسیم (٪) K[5]	گوگرد (٪) S[4]	فسفر (٪) P[3]	سولفات (٪) SO_4[2]	کلسیم (٪) Ca[1]
کود دامی (گاوی) Cattle manure	7.1	2.7	10	4.7	0.42	0.25	-	0.58	0.08	1.2
ورمی کمپوست Vermicompost	7.2	3.5	28	38.01	2.4	2.7	-	1.8	-	-

تاریخ اولین و آخرین آبیاری در سال اول ۵ خرداد تا ۲۰ شهریور و در سال دوم اول خرداد تا ۱۵ شهریور بود. در کل تیمارهای آبیاری در سال اول حدود ۲۵ درصد و در سال دوم حدود ۳۰ درصد آب اضافی به عنوان آبشوئی اعمال شد. حجم آب داده شده به تیمارها بوسیله کنتور کنترل شد. چون هدف ایجاد تنش آبی به گیاه نبود و صرفا اعمال تنش شوری هدف اصلی طرح بود، آبیاری در محدوده گنجایش مزرعه‌ای انجام شد. برای کنترل شوری خاک در طول دوره رشد، با نمونه‌گیری از عمق توسعه ریشه‌ها، مقدار شوری عصاره اشباع خاک نیز اندازه‌گیری شد به‌طوری‌که از ۱/۵ برابر حداکثر شوری آب آبیاری بیشتر نشود. مقدار آبی که به هر تیمار داده شد، در سال اول و دوم به‌ترتیب، معادل ۴۵۷۰ و ۴۵۳۰ مترمکعب بر هکتار بود.

جدول ۳- نحوه تهیه EC های مورد نیاز برای تیمارهای شوری

Table 3- How to prepare ECs required for salinity treatments

هدایت الکتریکی EC (dS.m-1)	آب چاه Well water EC = 0.6 ٪	آب چاه Well water EC = 0.6 ٪
0.6	۰	100
3	10	85
6	100	0

[1] -Calcium, 3-Sulphate, 3- Phosphorous, 4- Sulphur, 5- Potassium, 6- Nitrogen, 7- Organic Carbon, 8- Carbon to Nitrogen ratio, 9- Electric Conductivity

یک هفته بعد از اعمال تیمارها و در مرحله رسیدگی میوه مقدار سدیم و پتاسیم ریشه، برگ و ساقه اندازه گیری شد. برای این منظور یک گرم از نمونه‌های ریشه، ساقه و برگ، که در ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده، در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت درون کوره الکتریکی به خاکستر تبدیل شدند، استفاده گردید (Food and Agriculture Organization, 1961). مقدار سدیم و پتاسیم نمونه‌های گیاه با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر (مدل PFP7 JENWAY) اندازه‌گیری شد (Ghasemnejad *et al*., 2013; Dasgan *et al*., 2012).

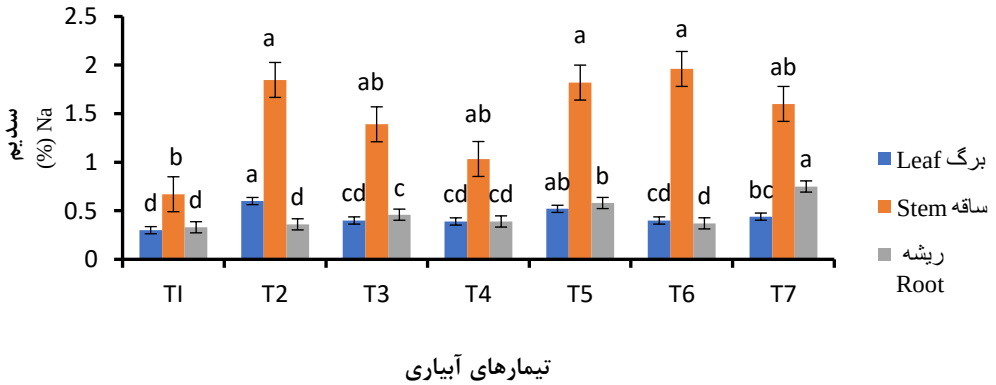
برداشت خربزه‌ها زمانی که اطراف محل اتصال دم به خربزه، ترک ایجاد شده و یا خط می‌افتاد و پیچک کنار برگ نزدیک به خربزه خشک می‌شد انجام شد (Saltveit, 1997). پس از برداشت، تمام خربزه‌ها شمارش، وزن و ویژگی‌های ظاهری پنج نمونه تصادفی از خربزه‌ها ثبت شد. میوه‌ها به مدت دو هفته در دمای شش درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵ درصد نگهداری شد (Porto Filho *et al*., 2009). پس از دو هفته اندازه‌گیری ضخامت گوشت و پوست (از ابزار کولیس)، نسبت ضخامت پوست به گوشت، وزن پوست به گوشت (از ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ برای اندازه‌گیری وزن استفاده شد)، وزن پوست به کل میوه، وزن گوشت به کل میوه، وزن بذر به کل میوه، بافت (از برش‌های عرضی نوک، وسط و انتهای خربزه بوسیله بافت‌سنج دستی) و بریکس (سه قسمت نوک، وسط و انتهای میوه با استفاده از رفراکتومتر رومیزی آزمایشگاهی) انجام شد.

برای بررسی همگنی واریانس‌های صفات در دو سال آزمایش از آزمون بارتلت استفاده گردید و پس از اطمینان از همگنی آنها، تجزیه واریانس مرکب با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

سدیم موجود در برگ، ساقه و ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها تیمارهای شوری آب آبیاری بر مقدار سدیم موجود برگ، ساقه و ریشه معنی‌دار بود (جدول ۴). در برگ تیمارهای شاهد T۱ که آبیاری با شوری ۰/۶ $dS.m^{-1}$ انجام شده بود، کمترین مقدار سدیم را داشت و آبیاری با آب شور در تمامی تیمارهای شوری سبب تجمع سدیم در برگ شد (شکل ۲). مقدار افزایش سدیم در اثر آبیاری با آب شور در تیمار T۳ در برگ در مقایسه با شاهد در حدود ۵۲/۷۰ درصد و در ساقه و ریشه به ترتیب ۱۴۰/۰۴ و ۴۶/۹۶ درصد بود. این مطلب نشان می‌دهد که گیاه مقدار سدیم اضافه خود را به ساقه منتقل و در آنجا ذخیره نموده است. این عمل باعث می‌شود که گیاه از صدمات ناشی از اثرات سمیت سدیم به دور بماند (Guzman and Olave, 2006). در ریشه نیز در مقایسه با شاهد مقدار سدیم با افزایش شوری افزایش یافت. نتایج نشان داد که آبیاری با تیمار T۷ بیشترین تجمع سدیم در ریشه را داشت. اما تیمارهای T۲، T۶ و T۴ که با آب با شوری کمتری آبیاری‌شده بودند یا زمان بیشتری آب شیرین دریافت کرده بودند، حاوی مقدار سدیمی کمتری بودند.



شکل ۲- مقایسه میانگین مقدار (درصد) سدیم برگ، ساقه و ریشه خربزه

Figure 2- Means comparison of Na^+ (%) contents in leave stem and root of melon

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مقدار سدیم، پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم در برگ، ساقه و ریشه خربزه در شوری‌های مختلف آب آبیاری

Table 4- The analysis of variation (means of squares) amount of sodium, potassium, sodium/potassium ratio in melon leaves, stems and roots in different irrigation with saline water

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	ریشه Root			ساقه Stem			برگ Leaf		
		K/Na	K	Na	K/Na	K	Na	K/Na	K	Na
بلوک Block	2	0.009**	0.011**	0.001**	0.114**	0.108**	0.001*	0.047**	0.019*	0.001*
سال Year	1	0.001^{ns}	0.001^{ns}	0.000^{ns}	1.184^{ns}	0.128^{ns}	0.007^{ns}	0.007^{ns}	0.039^{ns}	0.002^{ns}
خطای سال Year error	2	0.002	0.004	0.007	1.011	0.198	0.187	0.155	0.011	0.004
شوری آب Salinity	6	0.155**	0.03**	.070**	2.932*	0.203^{ns}	٭0.679	0.679*	0.009^{ns}	0.028**
شوری در سال Salinity*Year	6	0.134^{ns}	0.044^{ns}	0.097^{ns}	1.296^{ns}	0.528^{ns}	0.311^{ns}	0.147^{ns}	0.019^{ns}	0.012^{ns}
خطای کل Error	12	0.001	0.001	0.002	1.215	0.238	0.253	0.253	0.015	0.003
ضریب تغییرات CV		3.86	7.19	9.70	16.4	13. 9	14.1	13.1	12.71	11.86

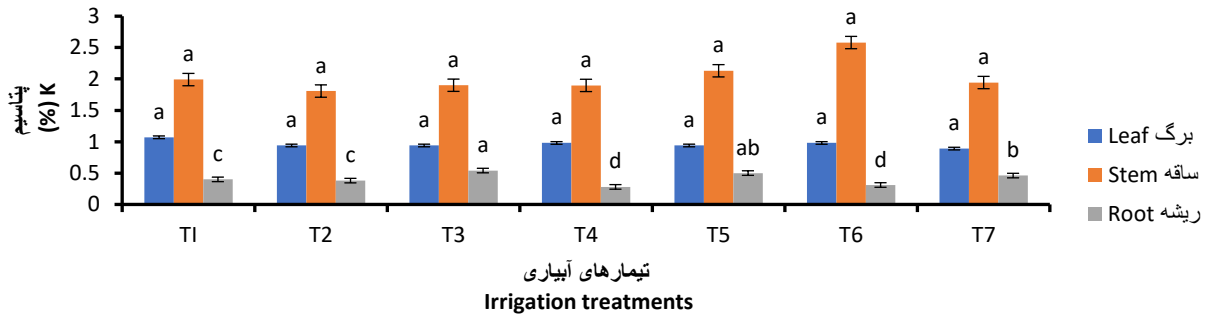
** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

** and * represent significant difference at $P < 0.01$, $P < 0.05$, respectively.

یکی از مهم‌ترین علل کاهش رشد در ژنوتیپ‌های مختلف خربزه تجمع یون سدیم، بیشتر از حد مسمومیت، در پیکره گیاه است و گیاهان دارای قدرت تحمل شوری با ممانعت از تجمع سدیم در برگ و ریشه از مسموم‌شدن گیاه جلوگیری می‌کنند (Botia *et al*., 2005). تجمع سدیم و کلر در ساقه‌ها و اجتناب از تجمع آن در برگ‌ها در دو گونه از خربزه آبیاری‌شده با آب شور در دو سطح $dS.m^{-1}$ ۱/۳ و ۶/۱ در مراحل مختلف رشد گزارش شد (Baghani *et al*., 2014). افزایش شوری، باعث شد که مقدار عنصر سدیم در بافت‌های برگ و ساقه افزایش بیشتری از ریشه داشته باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در برخی ارقام مانند رقم تاشکندی، مقدار سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم موجود در برگ کمتر از ریشه بود. به عبارت دیگر واکنش ارقام خربزه به شوری متفاوت بود (Guzman and Olave, 2006).

پتاسیم موجود در برگ، ساقه و ریشه

تأثیر سال، تیمارهای شوری آب آبیاری و برهمکنش آنها تأثیر معنی‌داری بر مقدار پتاسیم برگ، ساقه نداشت، اما تیمارهای شوری آب آبیاری تأثیر معنی‌داری بر مقدار پتاسیم ریشه داشت (جدول ۴). با اعمال تیمارهای آبیاری در طول دوره رشد گیاه، افزایشی در درصد پتاسیم تجمع یافته در ریشه مشاهده شد. در تیمارهایی که گیاه پس از آبیاری با آب شیرین، آب شور و یا لب شور دریافت داشته بودند (تیمارهای T۵، T۶ و T۷)، هرچند اختلاف‌ها معنی‌دار نبود، با این حال، درصد پتاسیم در ساقه افزایش نشان داد و در مقایسه با برگ، ساقه، مقدار پتاسیم تجمعی در ریشه از ساقه و برگ کمتر بود (شکل ۳). به‌طورکلی نگهداری انتخابی پتاسیم در هر دو قسمت برگ و ساقه گیاه، یک استراتژی برای افزایش کیفیت میوه می‌باشد. زیرا وجود پتاسیم بیشتر در این اندام‌ها به تسهیل انتقال قند به میوه کمک کرده و باعث شیرینی و افزایش بریکس میوه می‌شود (Sharayei, 2009). گزارش‌شده است در همه ژنوتیپ‌های خربزه با افزایش شوری مقدار پتاسیم به طور معنی‌داری کاهش یافت (Guzman and Olave, 2006). این گزارش‌ها با یافته‌های آزمایش حاضر مخالف بود و این نشان می‌دهد، واکنش ارقام خربزه به شوری نیز تفاوت دارد. به نظر می‌رسد نگهداری انتخابی پتاسیم در هر دو قسمت برگ و ساقه گیاه، یک استراتژی برای افزایش کیفیت میوه باشد.

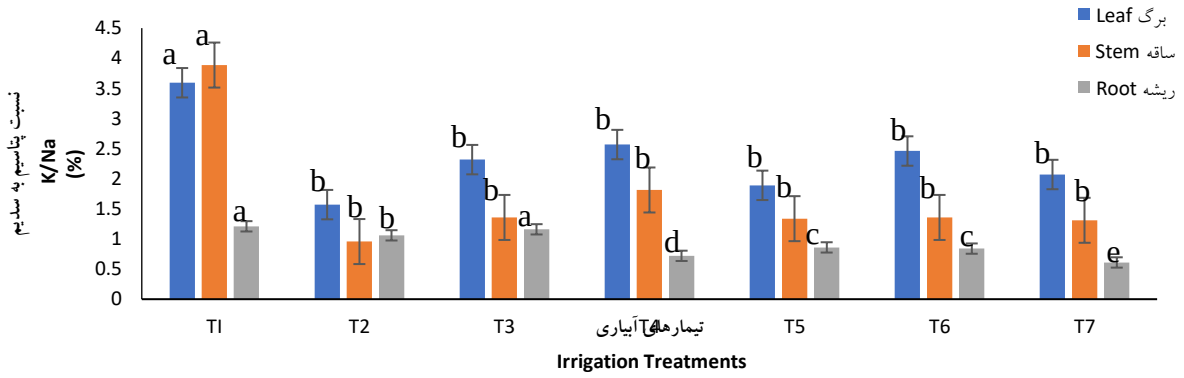


شکل ۳- مقایسه میانگین مقدار (درصد) پتاسیم برگ، ساقه و ریشه خریزه

Figure 3- Means comparison of K^+ (%) contents in leave, stem and root of melon

نسبت پتاسیم به سدیم در برگ، ساقه و ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها تیمارهای شوری آب آبیاری بر نسبت پتاسیم به سدیم در سه اندام برگ، ساقه و ریشه معنی‌دار بود. اما کشت در دو سال مختلف تأثیر معنی‌داری بر صفت مذکور نداشت (جدول ۴). یک رابطه مخالف بین غلظت یون سدیم و یون پتاسیم در ریشه و برگ بسیاری از گیاهان وجود دارد. جذب انتخابی پتاسیم (K^+) به عنوان مخالفت با سدیم (Na^+) ، به عنوان یکی از مکانیزم‌های مهم فیزیولوژیکی مؤثر در مقاومت به شوری در بسیاری از گونه‌های گیاهی می‌باشد (Ahmadi *et al.*, 2010). همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده است، افزایش شوری آب آبیاری، باعث بهم خوردن نسبت تعادل یونی در ریشه، ساقه و برگ خربزه می‌شود و اعمال تیمار شوری در مقایسه با شاهد، موجب کاهش نسبت پتاسیم به سدیم شد. اعمال شوری‌های مختلف آب آبیاری سبب تغییر در محتوای سدیم و پتاسیم برگ، ساقه و ریشه شد، به‌طوری‌که بیشترین کاهش نسبت پتاسیم به سدیم در ساقه (حدود ۶۰ درصد) نسبت به شاهد مشاهده شد این کاهش در اثر اعمال تیمار T۳ در برگ، ساقه و ریشه به ترتیب ۴۰/۲۸، ۶۵/۳۲ و ۲۷/۶۸ درصد نسبت به شاهد بود. اعمال تیمار شاهد سبب شد تا نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه بسیار کمتر از برگ و ساقه بود، در سایر تیمارها، این نسبت در برگ بیشتر از ساقه و ریشه بود. به عبارتی، بدون در نظر گرفتن مقدار هر کدام از عناصر سدیم و پتاسیم، نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه کمترین مقدار را داشت. گزارش شده است با افزایش شوری، مقادیر عناصر سدیم، کلر، و نسبت سدیم به پتاسیم در بافت‌های برگ و ریشه کلیه ارقام خربزه، افزایش ولی مقادیر پتاسیم، کلسیم و منیزیم در بافت‌ها کاهش یافت. مقدار عناصر کلر (به جز رقم تاشکندی)، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در برگ تمام ارقام بیشتر از ریشه ولی مقدار سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم موجود در برگ کمتر از ریشه بود (Javanmardi *et al.*, 2001) که نتیجه اخیر مانند یافته‌های پژوهش حاضر است.



شکل ۴- مقایسه میانگین نسبت پتاسیم/سدیم برگ، ساقه و ریشه خریزه

Figure 4- Means comparison of K/Na ratio in leave, stem and root of melon

ویژگی‌های کیفی و انبارمانی خربزه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای شوری آب آبیاری فقط بر پارامترهای نسبت وزن بذر به کل میوه و بریکس میوه خربزه معنی‌دار بود و بر سایر پارامترهای ذکرشده اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۵). تیمار اثر سال فقط بر صفت‌های نسبت وزن پوست به کل میوه و بریکس انتهای میوه و وزن بذر به کل میوه معنی‌دار بود. اثر متقابل تیمار آبیاری با آب شور و سال انجام آزمایش بر کلیه ویژگی‌های فیزیکی میوه خربزه به جز نسبت ضخامت و وزن پوست به گوشت و سفتی وسط خربزه، معنی‌داری بود (جدول ۵). میانگین بریکس اندازه‌گیری شده از سر، وسط، انتهای خربزه و همچنین بریکس متوسط کل خربزه در تیمارهای شماره T۲ و T۳ (تیمارهایی که از ابتدا تا انتهای دوره فقط با آب لب‌شور و شور آبیاری‌شده بودند) نیز از تیمارهای آبیاری که با دو نوع آب آبیاری‌شده بودند (تیمارهای T۴، T۵، T۶ و T۷)، کمتر بود (جدول ۶ و ۷). نتایج نشان داد هر چه آب شورتر شود، محیط ریشه شورتر و در نتیجه گیاه برای غلبه بر این شوری و جذب آب، مجبور به شکستن پلی‌ساکاریدها و تبدیل آن‌ها به منوساکاریدها شده که این امر موجب شیرین‌تر شدن محصول می‌شود (Medeiros *et al*., 2006; Naseer *et al*., 2001). در برخی گزارش‌ها عدم تأثیر یکسان شوری آب آبیاری بر درصد قند خربزه گزارش شده است (Baghani *et al*., 2014) برای مثال در خربزه‌های رقم درگزی، جعفرآبادی، بندی و آناناس درصد قند با افزایش شوری آب کاهش و در رقم‌های خاقانی، قصری، چاه پالیز، هانیدیو و عباس افزایش یافت (Mohammadzadeh, 2011).

جدول۵- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد ارزیابی خربزه در شوری‌های مختلف آب آبیاری

Table 5- The results of combined variance analysis of evaluated melon traits in different irrigation water salinities

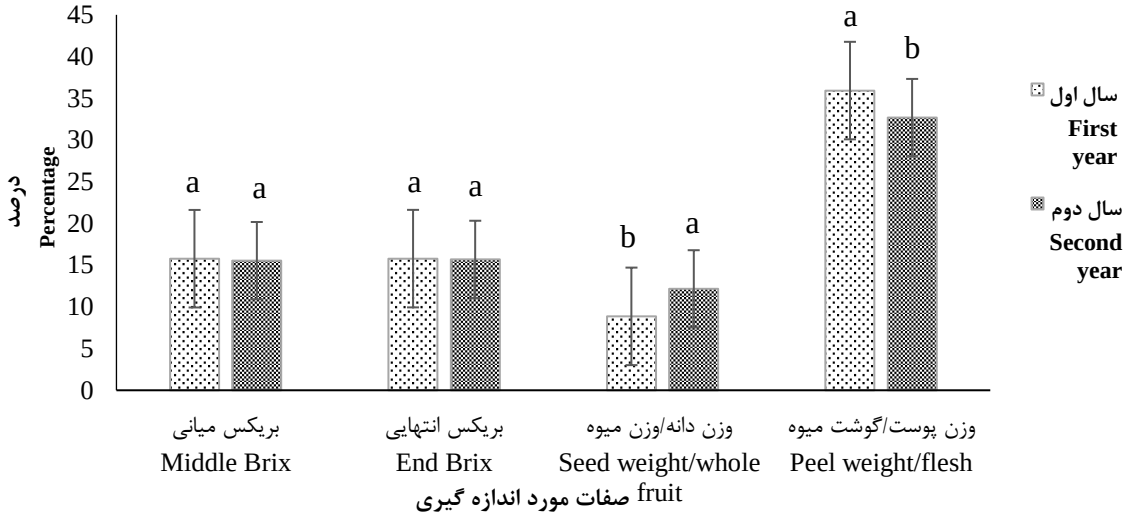
منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square													
		بریکس متوسط Ave brix	بریکس نوک Tip brix	بریکس وسط Mid brix	بریکس انتها End brix	سفتی نوک Tip hardness	سفتی وسط Mid hardness	سفتی انتها End hardness	عملکرد کل Total yield	تعداد خربزه در هکتار Melon No/ha	نسبت وزن بذر به کل میوه Seed weight/fruit	وزن گوشت به کل میوه Flesh weight/fruit	وزن پوست به کل میوه Skin weight/fruit	وزن پوست به گوشت Skin weight /flesh	ضخامت پوست به گوشت Skin thickness /flesh
تکرار Rep	2		2.75	0.94	1.97	0.04	0.03	0.04	17.2	75636	3.19	1.79	5.83	18.78	38.85
سال Year	1	0.34^{ns}	0.30^{ns}	0.86^{ns}	0.08*	0.27^{ns}	0.02^{ns}	0.01^{ns}	0.51^{ns}	91320^{ns}	113.83**	7.18^{ns}	61.86*	109.16^{ns}	14.36^{ns}
خطای سال Error year	4	1.68	3.55	1.08	3.11	0.11	0.08	0.121	3.75	87254	4.16	2.57	11.9	21.5	44.8
شوری Salinity × سال	6	6.18**	6.50**	5.70**	6.62**	0.07^{ns}	0.05^{ns}	0.06^{ns}	41.0**	91376**	4.48**	4.11^{ns}	2.49^{ns}	11.46^{ns}	25.55^{ns}
شوری Year* salinity	6	0.12^{ns}	0.08**	0.60**	0.06**	0.04**	0.01^{ns}	0.04**	0.42ns	73027^{ns}	2.37**	7.20**	4.64**	19.93^{ns}	27.76^{ns}
خطا کل Total error	24	0.89	1.52	0.83	0.84	0.05	0.04	0.04	2.03	27083	1.77	4.51	5.82	20.89	31.99
ضریب تغییرات CV		5.99	7.76	5.81	5.82	12.44	11.92	11.31	9.82	10.55	12.67	3.19	10.58	13.32	20.13

ns، ** و *: به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, ** and * are nonsignificant and significant in 1 and 5 % probability level

اثر سال بر صفات مورد ارزیابی خربزه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اکثر صفات کیفی طی دو سال انجام آزمایش اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۵). نسبت وزن دانه و پوست خربزه نسبت به کل میوه در سال دوم کاهش یافت لذا آبیاری با آب شور در دو سال پیاپی تأثیر بر کیفیت میوه نداشت (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های کیفی خربزه در دوسال انجام آزمون

Figure 5- Means comparison of some melon characteristics during 2 years of experiment

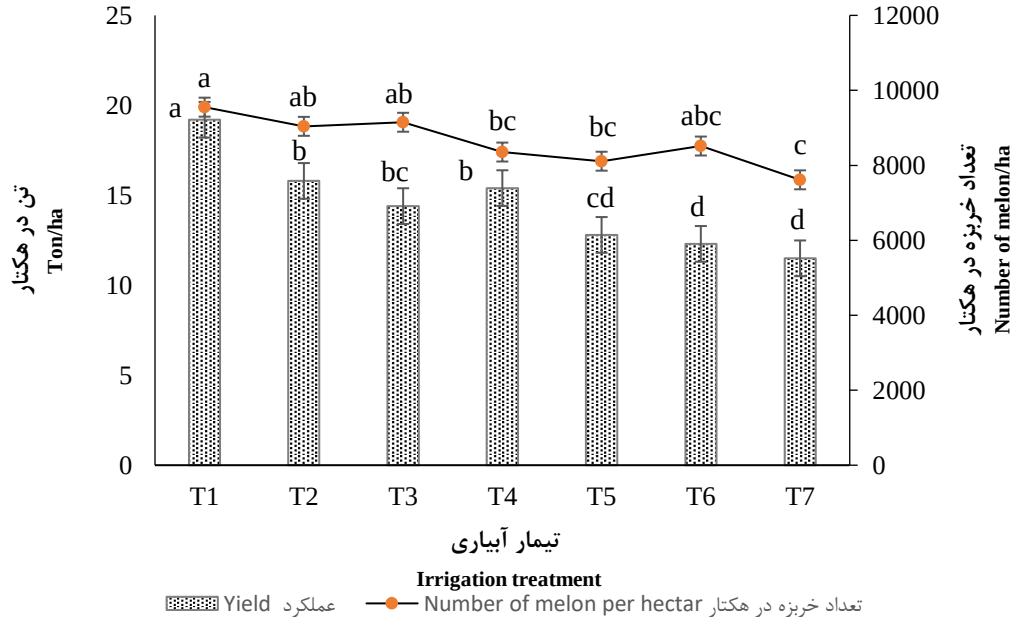
تعداد و عملکرد خربزه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تنها تیمارهای شوری آب آبیاری تأثیر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) بر تعداد و عملکرد خربزه داشت و این دو صفت تحت تأثیر سال و تأثیر متقابل سال در تیمارهای شوری آب آبیاری قرار نگرفت (جدول ۵). بیشترین تعداد خربزه بر هکتار (۹۵۵۲ عدد) از تیمار T۱ و کمترین آن از تیمار T۷ به تعداد ۷۶۱۳ عدد دست آمد (شکل ۶). نتایج نیز نشان داد که، تیمارهای آبیاری T۱، T۲ و T۳ (تیمارهایی که از ابتدا تا انتهای آزمایش با یک نوع آب آبیاری شده بودند و تلفیق آب شور با آب با شوری ۰/۶dS.m^{-1} نداشتند) تعداد خربزه بالایی را تولید کردند. از نظر آماری نیز بین تیمارهای مذکور تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی تفاوت آنها با سایر تیمارها معنی‌دار بود. در خصوص عملکرد کل خربزه نیز همین روند مشاهده شد. به‌طوری‌که تیمار T1 با ۱۹/۲۰ تن بر هکتار بیشترین مقدار را داشت. تیمار T7 با ۴۰ درصد کاهش نسبت به تیمار T1 کمترین عملکرد کل را داشت. همچنین نتایج نشان داد که آبیاری با آب شور پس از رشد با آب با شوری ۰/۶ dS.m^{-1} می‌تواند باعث ناسازگاری یا عدم تطابق با شرایط جدید را در گیاه فراهم کند و منجر به کاهش عملکرد گردد. محققین متعدد گزارش کردند که شوری باعث کاهش عملکرد ارقام مختلف خربزه شد. همچنین کاهش عملکرد را در شرایط شور به کوچک شدن و یا کم شدن تعداد خربزه دانستند (Naseer *et al.*, 2001) که نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های نامبردگان موافقت دارد.

ویژگی‌های فیزیکی میوه خربزه

اثر متقابل تیمار آبیاری با آب شور و سال انجام آزمایش تأثیر معنی‌داری بر کلیه ویژگی‌های فیزیکی میوه خربزه به جز نسبت ضخامت و وزن پوست به گوشت و سفتی وسط خربزه، داشت (جدول ۵). سفتی بافت نوک و انتهای خربزه در سال دوم نسبت به سال اول مقدار بیشتری را داشت و درصد بریکس در سال اول در تیمار T۵ به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد (T۱) بود (جدول ۶). شوری در خاک سه اثر دارد، اثر اول مربوط به کل املاح محلول در خاک است که کاهش پتانسیل اسمزی را به دنبال دارد که اصطلاحاً اثر اسمزی گویند، اثر دوم مربوط به وجود یون‌های خاص در محلول خاک می‌باشد. نمک‌هایی نظیر کلرید سدیم که به تنهایی می‌تواند موجب بروز سمیت در گیاه شده و در مکانیسم جذب گیاه اختلال ایجاد

نماید که به این اثر، اثر ویژه یونی گویند و اثر نوع سوم در حقیقت زاییده اثر نوع دوم می‌باشد که موجب بروز عدم تعادل تغذیه‌ای می‌شود (Munns and tester, 2008). در این تحقیق گیاه خربزه آبیاری شده با آب شور این عدم تعادل را با تجمع یون‌ها در ساقه و افزایش قند میوه، افزایش بریکس محلول مدیریت نمود و اثرات سمی تجمع یون‌ها در ریشه و برگ را کاهش داد لذا اثرات منفی بر کیفیت محصول تولیدی کاهش یافت.



شکل ۶- نتایج تأثیر تیمارهای مدیریت آبیاری بر تعداد خربزه و عملکرد کل در هکتار

Figure 6- Results of the effect of irrigation management treatment on the number of melons and total yield per hectare

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری‌های مختلف آب آبیاری و سال بر صفات فیزیکی مورد ارزیابی خربزه

Table 6- The comparison means of different water salinity and year on the melon physical characterizations

سال Year	آبیاری Irrigation	ویژگی ها Characteristics							
		بریکس متوسط Brix average	بریکس انتهایی head Brix	بریکس میانی middle Brix	بریکس انتهایی end Brix	سختی انتها Head hardness	وزن دانه/میوه seed weight/whole fruit (%)	وزن گوشت/میوه Flesh weight/whole fruit (%)	وزن پوست/وزن کل میوه Peel weight/whole fruit (%)
اول First year	T1	13.72^{c}	13.83^{b}	13.67^{d}	13.67^{b}	1.70^{ab}	8.65^{de}	66.86^{ab}	24.49^{ab}
	T2	15.75^{ab}	15.83^{ab}	15.57^{ab}	15.83^{a}	1.97^{ab}	8.36^{e}	67.53^{ab}	24.02^{ab}
	T3	15.42^{abc}	15.60^{ab}	15.40^{abc}	15.27^{ab}	1.70^{ab}	8.37^{e}	66.40^{ab}	25.23^{a}
	T4	16.48^{ab}	16.57^{a}	16.73^{ab}	16.13^{a}	1.87^{ab}	7.78^{e}	69.78^{a}	22.44^{ab}
	T5	17.13^{a}	17.23^{a}	17.17^{a}	17.00^{a}	2.07^{a}	8.34^{e}	68.28^{ab}	23.21^{ab}
	T6	16.32^{ab}	16.90^{a}	15.67^{ab}	16.40^{a}	2.07^{a}	10.87^{abcd}	65.73^{ab}	23.40^{ab}
	7 T	16.16^{ab}	16.07^{ab}	16.23^{ab}	16.17^{a}	1.70^{ab}	9.69^{cde}	65.01^{b}	25.30^{a}
دوم Second year	T1	13.81^{c}	13.92^{b}	13.83^{cd}	13.67^{b}	1.53^{b}	11.38^{abc}	68.07^{ab}	20.56^{ab}
	T2	15.65^{ab}	15.77^{ab}	15.67^{ab}	15.50^{a}	1.77^{ab}	10.25^{bcde}	66.94^{ab}	22.81^{ab}
	T3	15.26^{bc}	15.50^{ab}	15.10^{bcd}	15.20^{ab}	1.80^{ab}	12.60^{ab}	67.20^{ab}	20.20^{b}
	T4	16.11^{ab}	16.17^{ab}	15.83^{ab}	16.33^{a}	1.63^{ab}	12.65^{ab}	66.65^{ab}	20.70^{ab}
	T5	16.61^{ab}	16.67^{a}	16.50^{ab}	16.67^{a}	1.70^{ab}	13.01^{a}	64.12^{b}	22.87^{ab}
	T6	16.56^{ab}	16.83^{a}	16.33^{ab}	16.50^{a}	1.78^{ab}	13.37a	64.34^{b}	22.30^{ab}
	7 T	15.72^{ab}	16.00^{ab}	15.17^{bcd}	16.00^{a}	1.73^{ab}	11.86^{ab}	66.47^{ab}	21.66^{ab}

*حرف‌های همسان در هر ستون نشان دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

*Means within a column followed by the same letter are not significant at the level of 5%..

تغییرات ویژگی‌های کیفی خربزه آبیاری شده با آب شور، بعد از ۱۴ روز نگهداری در سردخانه

نتایج نشان داد در ابتدای انبارداری (زمان صفر) کمترین و بیشترین نسبت بذر به کل میوه به ترتیب از تیمارهای T۴ و T۶ بدست آمد به عبارتی تنش زیادتر باعث زیادتر شدن نسبت بذر به کل میوه شد. در سفتی میوه و نسبت ضخامت پوست به گوشت، وزن پوست به گوشت و وزن پوست به کل میوه تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت (جدول ۷ و ۸). پس از ۱۴ روز انبارداری نسبت وزن بذر به کل میوه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهایی که در تمام فصل فقط با یک نوع آب، آبیاری شده بودند (T۱، T۲ و T۳) مشاهده نشد. بریکس در همه قسمت‌های میوه‌ها در تیمار شاهد و تیمار T۵ به ترتیب کمتر و بیشتر از سایر تیمارها هم در ابتدا و هم در انتهای دوره انبار مانی بود (جدول ۷ و ۸). در تیمار T۵ در مقایسه با نمونه شاهد (T۱) مقدار بریکس ۲۰ درصد افزایش یافت. در مجموع بریکس میوه‌هایی که در تمام مدت دوره رشد با یک نوع آب آبیاری شده بودند (T۱، T۲ و T ۳) کمتر از سایر تیمارهایی بود که با دو نوع آب آبیاری (T۴، T۵ و T۶) شده بودند. همچنین اختلاف بین بریکس میوه‌های تولیدی در تیمارهایی که با دو نوع آب آبیاری‌شده بودند معنی‌دار نبود. متوسط بریکس نمونه خربزه کلیه تیمارها در دو سال معادل ۱۵/۸ درصد بود و این رقم نشانگر شیرینی بسیار بالای این خربزه می‌باشد. این عدد قبلا در سه رقم خربزه تاشکندی، قصری و خاقانی مرسوم به‌ترتیب ۱۰/۵، ۱۰ و ۱۴ گزارش شده بود (Sharayei, 2009).

پس از ۱۴ روز نگهداری در سردخانه بریکس میوه، مهمترین ویژه‌گی‌های کیفی خریزه، افزایش یافت و در همه قسمت‌های میوه در تیماری که از ابتدا تا انتها با آب ۰/۶ $dS.m^{-1}$ آبیاری‌شده بود، کمتر از سایر تیمارها بود (جدول ۶ و ۷)، در حالی‌که تفاوت این صفت در انتها و وسط میوه‌ها، در تیمار آبیاری با آب ۰/۶ $dS.m^{-1}$، با تیمارهای آب لب‌شور و شور معنی‌دار بود ($P<0.05$). در مجموع بریکس میوه تیمارهایی که در تمام مدت دوره رشد با یک نوع آب آبیاری شده بودند (تیمارهای T۱ ، T۲ و T۳) کمتر از سایر تیمارها (که با دو نوع آب آبیاری‌شده بودند) بود. نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد، در کلیه تیمارها متوسط بریکس میوه‌ها افزایش نشان داد که تیمار T۱ (تیماری که در تمام مدت با آب شوری ۰/۶ $dS.m^{-1}$ شیرین آبیاری‌شده بود) بیشترین افزایش را داشت. این روند در سه نقطه نوک، وسط و انتهای کل میوه نیز صادق بود. به‌طوری‌که در جدول ۸ نشان داده‌شده است، میانگین صفت بریکس کل تیمارها، بدون در نظر گرفتن مدیریت اعمال آب شور، پس از برداشتن از سردخانه اندکی نسبت به زمان برداشت، افزایش نشان داد. که این امر ناشی از کاهش وزن خربزه‌ها و از دست دادن مقداری آب از طریق تبخیر می‌باشد که منجر به افزایش غلظت شیره گیاه یا خربزه شده است.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی خربزه در مدیریت شوری‌های مختلف آب آبیاری (قبل از سردخانه)

Table 7- Comparison of the average traits evaluated in melon in the management of different salinities of irrigation water (before cold storage)

رژیم آبیاری (تیمار) Irrigation	بریکس متوسط Ave brix	بریکس نوک Tip brix	بریکس وسط Mid brix	بریکس انتها End brix	متوسط سفتی Average hard (N)	سفتی نوک Tip hard(N)	سفتی وسط Mid hard(N)	سفتی انتها End hard(N)	نسبت وزن بذر به کل میوه ٪ Seed weight/fruit	وزن گوشت به کل میوه ٪ Fresh weight/fruit	نسبت وزن پوست به کل میوه٪ Skin weight/fruit	نسبت وزن پوست به گوشت٪ Skin weight /flesh	نسبت ضخامت پوست به گوشت٪ Skin thickness /flesh
TI-	13.72 b	13.83 b	13.67 b	13.67 b	1.65 a	1.70 a	1.56 a	1.70 a	8.65 bc	66.86 ab	24.49 a	36.64 a	29.45 a
T2	15.75 ab	15.83 ab	15.57 ab	15.83 a	1.77 a	1.96 a	1.53 a	1.83 a	8.36 bc	67.53 ab	24.02 a	35.58 a	24.93 a
T3	15.42 ab	15.60 ab	15.40 ab	15.27 ab	1.70 a	1.70 a	1.70 a	1.70 a	8.36 bc	66.40 ab	25.23 a	38.02 a	23.86 a
T4	16.48 a	16.57 a	16.73 a	16.13 a	1.68 a	1.86 a	1.53 a	1.63 a	7.78 c	69.78 a	22.44 a	32.31 a	27.86 a
T5	17.13 a	17.23 a	17.17 a	17.00 a	1.90 a	2.06 a	1.73 a	1.90 a	8.34 bc	68.28 ab	23.21 a	34.01 a	29.11 a
T6	16.32 a	16.90 a	15.67 ab	16.40 a	1.84 a	2.06 a	1.60 a	1.83 a	10.87 a	65.73 ab	23.40 a	35.69 a	28.27 a
T7	16.16 a	16.07 ab	16.23 a	16.17 a	1.61 a	1.70 a	1.56 a	1.56 a	9.69 ab	65.01 b	25.30 a	39.19 a	29.06 a

جدول ۸- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی خربزه در مدیریت شوری‌های مختلف آب آبیاری (بعد از سردخانه)

Table 8- Comparison of the average traits evaluated in melon in the management of different salinities of irrigation water (after cold storage)

رژیم آبیاری (تیمار) Irrigation	بریکس متوسط Ave brix	بریکس نوک Tip brix	بریکس وسط Mid brix	بریکس انتها End brix	سفتی متوسط Ave hard	سفتی نوک Tip hard	سفتی وسط Mid hard	سفتی انتها End hard	درصد وزن بذر به کل میوه Seed weight/fruit	درصد وزن گوشت به کل میوه Fresh weight/friut	درصد وزن پوست به کل میوه Skin weight/fruit	درصد وزن پوست به گوشت Skin weight /flesh	درصد ضخامت پوست به گوشت Skin thickness /flesh
TI	14.71 b	14.77 b	14.82 d	14.55 B	1.33 a	1.41 a	1.08 a	1.48 a	8.65 bc	67.82 ab	23.52 a	34.68 a	24.79 a
T2	16.32 a	15.95 ab	16.42 bc	16.58 ab	1.34 a	1.38 a	1.18 a	1.44 a	8.45 bc	68.46 ab	23.08 a	33.72 a	20.39 a
T3	16.29 a	16.68 ab	16.00 dc	16.18 ab	1.28 a	1.33 a	1.10 a	1.41 a	8.37 bc	67.12 b	24.51 a	36.53 a	21.91 a
T4	16.69 a	17.17 a	16.57 bc	16.35 ab	1.33 a	1.45 a	1.28 a	1.25 a	7.79 c	69.59 a	22.63 a	32.52 a	23.45 a
T5	17.38 a	17.17 a	17.92 a	17.05 a	1.45 a	1.42 a	1.35 a	1.57 a	8.86 bc	68.31 ab	22.83 a	33.44 a	23.93 a
T6	17.00 a	16.67 a	17.50 ab	16.83 ab	1.47 a	1.58 a	1.30 a	1.52 a	10.87 a	66.46 b	22.66 a	34.18 a	21.52 a
T7-	16.38 a	16.08 a	16.65 abc	16.40 ab	1.29 a	1.40 a	1.07 a	1.40 a	9.69 ab	67.53 ab	22.78 a	33.80 a	23.67 a

به‌طورکلی نتایج صفات اندازه گرفته شده قبل و بعد از سردخانه نشان داد سفتی میوه‌ها پس از نگهداری در سردخانه لندکی کاهش و بریکس آنها افزایش یافت. به عبارتی این امکان وجود دارد که به هر دلیلی (مانند کاهش تقاضای خرید، نگهداری برای صادرات، مدیریت تنظیم بازار و ...)، این خربزه را می‌توان برای مدتی در سردخانه نگهداری نموده و سپس وارد بازار مصرف کرد و به دست مصرف‌کننده رساند. استفاده از این ویژگی، می‌تولند ضمن کاهش ضرر و زیان تولید کننده، در تعادل بخشی بازار مصرف نیز نقش داشته باشد.

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از آب آبیاری با شوری کمتر در مراحل ابتدایی گیاه، مانند زمان چهار برگی و زمان گلدهی، اگرچه باعث رشد بهتر گیاه شد، ولیکن با تغییر (افزایش) در مقدار شوری آب آبیاری، تنش زیادتری به گیاه وارد شد. نتایج نشان داد آبیاری با آب شور سبب افزایش تجمعی محتوای سدیم و پتاسیم در برگ، ساقه و ریشه شد. که بر تغییرات نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه و ساقه مؤثر بود. نتایج تأثیر شوری بر روی پارامترهای کیفی میوه نشان داد که افزایش شوری از ۰/۶$dS.m^{-1}$ به ۳$dS.m^{-1}$ سبب افزایش گوشت میوه به وزن کل و نیز بریکس میوه در هر سه قسمت نوک، وسط و انتهایی میوه شد. که بیانگر آن است که افزایش شوری از طریق افزایش قند در مقدار بریکس میوه تأثیرگذار بوده است. نتایج صفات اندازه گرفته شده قبل و بعد از دو ماه نگهداری در سردخانه نشان داد هر چند اعمال تیمارهای شوری تأثیر معنی‌داری بر مقدار سفتی میوه‌ها نداشت، تنها تا شوری ۳$dS.m^{-1}$ مقدار سفتی افزایش یافت، اما در حین انبار داری به دلیل تأثیر شرایط محیطی و واکنش‌های داخلی میوه، مقدار سفتی میوه لندکی کاهش و مقدار بریکس بخش‌های مختلف میوه به طور معنی‌داری افزایش یافت. به عبارتی این امکان وجود دارد که به هر دلیلی (مانند کاهش تقاضای خرید، نگهداری برای صادرات، مدیریت تنظیم بازار و ...)، این خربزه را می‌توان برای مدتی در سردخانه نگهداری نموده و سپس وارد بازار مصرف کرده و به دست مصرف‌کننده رساند تا ضمن کاهش ضرر و زیان تولید کننده، در تعادل بخشی بازار مصرف خربزه نیز نقش داشته باشد.

References

Baghani, J., Alizadeh, A., Ansari, H., Azizi, M. and Sadr Ghaen, S., 2013. The Effect of Water Salinity Variation on Some of the Agronomic Traits of Late Summer Melon. [In Persian].

Baghani, J., Azizi, M. and Karimi, M., 2015. Application and Management of Brackish and Saline Water in

Sabzevar Late Melon. *Water Management in Agriculture*, *1*(2), pp.11-18. [In Persian].

Botía, P., Navarro, J.M., Cerdá, A. and Martínez, V., 2005. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. *European Journal of Agronomy*, *23*(3), pp.243-253. **doi: 10.1016/j.eja.2004.11.003**

Dasgan, H.Y. and Koc, S., 2009. Evaluation of salt tolerance in common bean genotypes by ion regulation and searching for screening parameters. *Journal of Food, Agriculture Environment*, *7*(2), pp.363-372.

Feizy, M., 2008. Optimal application of saline water in cotton production. *Soil Researches (Soil and Water Sciences)*, *22*(2), pp.181-188. [In Persian].

Ghasemnejad, A.A., Bagheryfard, A. and Asghari, A., 2013. The **s**tudy of the effect of drying temperature on some phytochemical properties of artichoke leaves (*Cynara scolymus* L.). *Medicinal Plants Ecophytochemistry*, *3*(3), pp.10-21. [In Persian].

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), pp.31-40. [In Persian].

Kaya, C., Tuna, A.L., Ashraf, M. and Altunlu, H., 2007. Improved salt tolerance of melon (Cucumis melo L.) by the addition of proline and potassium nitrate. *Environmental and Experimental Botany*, *60*(3), pp.397-403. **doi: 10.1016/j.envexpbot.2006.12.008**

Keshavars, A. and Sadeghzadeh, K., 2001. Water management in agriculture part I. *Shekar Shekan*, *38*, pp.32-57. [In Persian].

Lante, A. and Tinello, F., 2015. Citrus hydrosols as useful by-products for tyrosinase inhibition. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *27*, pp.154-159. **doi**: **10.1016/j.ifset.2014.11.001**

Mangal, J.L., Hooda, P.S. and Lal, S., 1988. Salt tolerance of five muskmelon cultivars. *The Journal of Agricultural Science*, *110*(3), pp.641-643. **doi: 10.1017/s0021859600082241**

Medeiros, D.C.D., Medeiros, J.F.D., Pereira, F.A.D.L., Silva, S.C.D.M. and Amâncio, M.D.G., 2011. Production and quality of melon hybrid Mandacaru irrigated with different levels of salinity. *Horticultura Brasileira*, *29*, pp.600-604. **doi**: **10.1590/s0102-05362011000400026**

Mendlinger, S., 1994. Effect of increasing plant density and salinity on yield and fruit quality in muskmelon. *Scientia Horticulturae*, *57*(1-2), pp.41-49. **doi**: **10.1016/0304-4238(94)90033-7**

Mohammadzadeh, A., 2011. The effect of salinity and quantity of water on the commercial Genotype of melon. Irrigation and Drainage Committee of Iran. 320 pages. [In Persian].

Munns, R. and Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, *59*, pp.651-681. **doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911**

Nabati, J., Kafi, M., Nezami, A., Moghaddam, P.R., Masoumi, A. and Zare Mehrjerdi, M., 2011. Effect of salinity on biomass production and activities of some key enzymatic antioxidants in kochia (Kochia scoparia). *Pakistan Journal of Botany*, *43*(1), pp.539-548.

Naseer, S.H., Nisar, A. and Ashraf, M., 2001. Effect of salt stress on germination and seedling growth of Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Pakistan Journal of Biological Science*, *4*, pp.359-360.

doi: 10.3923/pjbs.2001.359.360

Nasrabadi, H.N., Nemati, H., Sobhani, A. and Sharifi, M., 2012. Study on morphologic variation of different Iranian melon cultivars (*Cucumis melo* L.). *African Journal of Agricultural Research*, *7*(18), pp.2764-2769. **doi: 10.5897/ajar11.2159**

Nazari, A., Mahdavi Mighan, A. and Ebrahimi, A., 2011. The correlation between salinity of water and soil with the content of soluble solids in the cultivated melon of Biarjamand region of Shahroud, *Irrigation and Drainage Committee of Iran*. 320 pages. [In Persian].

Othman, Y., Al-Karaki, G., Al-Tawaha, A.R. and Al-Horani, A., 2006. Variation in germination and ion uptake in barley genotypes under salinity conditions. *World Journal of Agricultural Sciences*, *2*(1), pp.11-15.

Porto Filho, F.D.Q., de Medeiros, J.F., Senhor, R.F., de Morais, P.L.D. and Menezes, J.B., 2009. Quality of melon grown under different salinity levels of irrigation water. *Caatinga*, *22*(1), pp.193-198.

Rostami, H., Dahmardeh, M., Galavi, M., Ramroudi, M. and Narouirad, M., 2022. The quantitative and qualitative characteristics of melon fruit under drought stress condition by using manure and bentonite. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *32*(3), pp.305-318. [In Persian].

Saltveit, M.E., 1997. A summary of CA and MA requirements and recommendations for harvested vegetables. *Acta Horticulturae*, *600*(600), pp.723-727. **doi**: **10.17660/actahortic.2003.600.110**

Shafie, H., Haghighi, M. and Farhadi, A., 2019. Evaluation of Responses of Iranian Melon Cultivars to Salinity Stress. *Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing*, *9*(1), pp.51-63. [In Persian].

Sharayei, P., 2009. Investigation of the effect of temperature and oil coating on the storage quality of melo. (Final report No. 88/735). Agricultural engineering research Institute. [In Persian].

Tedeschi, A., Lavini, A., Riccardi, M., Pulvento, C. and d'Andria, R., 2011. Melon crops (Cucumis melo L., cv. Tendral) grown in a mediterranean environment under saline-sodic conditions: Part I. Yield and quality. *Agricultural Water Management*, *98*(9), pp.1329-1338. **doi**: **10.1016/j.agwat.2011.04.007**

Vafadar, Z., Rahimmalek, M. and Nikbakht, A., 2018. Effect of salt stress and harvesting time on morphological and physiological characteristics of Myrtle (*Myrthus communis*). *Journal of Plant Process and Function*, *7*(23), pp.33-44. [In Persian].

Yamin Khan, M., Abdul Rauf, A.R., Iqbal Makhdoom, I.M., Altaf Ahmad, A.A. and Masood Shah, S., 1992. Effects of saline-sodic soils on mineral composition of eight wheats under field conditions. *Sarhad Journal of Agriculture, 8*, pp.477-487. **doi: 10.3923/jas.2002.631.636**

Yeo, A.R., Lee, Λ.S., Izard, P., Boursier, P.J. and Flowers, T.J., 1991. Short-and long-term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Experimental Botany*, *42*(7), pp.881-889. **doi: 10.1093/jxb/42.7.881**

Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 6, Issue 2, Summer 2024, P. 329-344

Evaluation of physicochemical responses and storage of late melon (*Cucumis melon* L.) in irrigation with saline water

Soodabeh Einafshar[1*], Seyyed Fazel Fazeli Kakhki[1], Javad Baghani[1], Shahram Riahinia[2]

[1] Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Mashhad, Iran
[2] Department of Agricultural Sciences and Engineering, Payame Noor University,Tehran, Iran
[*]Corresponding Author: soodabeheyn@yahoo.com

Received: 16 August 2023 Accepted: 15 February 2024 **DOI: 10.22034/CSRAR.2024.407488.1360**

Abstract

Introduction: The limitation of freshwater resources is an important limitation in the growth and development of the plant, which affects the quantity and quality of production. On the other hand, the increasing population, the development of industries, the increase in cultivated area, and finally the decrease in precipitation, especially in arid and semi-arid regions, make the use of saline water in agriculture inevitable. Melon is a plant that is semi-tolerant to salinity, and different cultivars differ from each other in this respect, and this difference becomes more obvious in high salinities. This research was carried out with the aim of investigating the management of saline and conventional water consumption in late melon cultivation and its effects on the amount of sodium and potassium in plant organs, the physical characteristics of the produced fruit and its storability.
Materials and Methods: In order to investigate the content of elements sodium, potassium and the ratio of potassium to sodium in leaves, stems and roots and the quality of fresh and stored green melons irrigated with salt water, an experiment was conducted in split plot arrangement base on randomized complete block design in three replications at Torgh Mashhad Agricultural Research Station in 2020-2021 and 2021-2022. The main plot was the year and sub-plots was included different irrigation treatments: T1: control treatment, irrigation with fresh water (0.6 $dS.m^{-1}$), T2: irrigation with 3 $dS.m^{-1}$ salinity, T3: irrigation with 6 $dS.m^{-1}$ 6 salinity, T4: irrigation with 3 $dS.m^{-1}$ salinity from 40 days after germination to harvest, T5: irrigation with 3 $dS.m^{-1}$ salinity from 20 days after germination to harvest, T6: irrigation with 6 $dS.m^{-1}$ salinity from 40 days after germination to harvest and T7: irrigation with 3 $dS.m^{-1}$ salinity from 20 days after germination to harvest.
Results and Discussion: The results of composite variation showed that the amount of sodium was increased by about 52%, 140% and 47% in the leaf, stem, and roots respectively, in comparison to control by application of T3 treatment. The stem had the greatest decrease in K/Na ratio in comparison to control by applied salinity irrigation, so the application of T3 treatment was decreased K/Na ratio in leaf, stem, and root about 40.2, 65.3, and 27.6 % in comparison to control respectively. The application of the T6 treatment had the lowest flesh weight to the whole fruit and the T5 treatment had the highest Brix of different parts of the fruit. The highest number of melons (9552 per ha^{-1}) and total yield (19.2 ton ha^{-1}) was obtained from the T1 treatment. Combining fresh water with high EC caused a further decrease in the number of melons and the total yield per hectare. Storing fruit for 14 days in cold storage did not have a significant effect on most of the measured traits, but the firmness of the fruit tissue showed a decrease of about 21% and the Brix of the fruit showed an increase of 4.3% in compare of first period in storage.
Conclusion: The use of irrigation water with less salinity in the early stages of the plant, such as the four-leaf stage and flowering time, although it caused better plant growth, but with the change (increase) in the salinity of the irrigation water, more stress was applied to the plant. The results showed that irrigation with saline water caused a cumulative increase in sodium and potassium content in leaves, stems and roots. Which was effective on changes in potassium to sodium ratio in root and stem plant. The results of the effect of salinity on the quality parameters of the fruit showed that the increase of salinity from 0.6 $dS.m^{-1}$ to 3 $dS.m^{-1}$ caused an increase in the flesh of the fruit to

the total weight and Brix of the fruit in all three parts of the tip, middle and the end of the fruit, which indicates that the increase in salinity through the increase in sugar has an effect on the Brix value of the fruit. The results of the traits measured before and after two months of storage in cold storage showed that although applying salinity treatments did not have a significant effect on the firmness of the fruits, the firmness increased only up to a salinity of 3 dS.m-1, but during storage due to the effect environmental conditions and internal reactions of the fruit, the amount of firmness of the fruit decreased slightly and the amount of brix of different parts of the fruit increased significantly.

Keywords: Brix, Firmness of fruit texture, Fruit storage, Potassium to sodium ratio