Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 49, No 3, Autumn 2018 (729-741)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.237864.1285

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۷ (ص ۷۴۱-۷۲۹)

ارزیابی برخی از جنبه‌های رشدی، فیزیولوژیکی، عملکرد و کیفیت هندوانه رقم چارلستون‌گری پیوندی و غیر پیوندی تحت شرایط تنش شوری

داریوش رمضان[۱]، فاطمه مرادی پور[۲*]، بهمن زاهدی[۳]، کبری سپهوند[٤] و محمد مهدی ضرابی[٥]
۱. استادیار علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۲. دانشجوی سابق دکتری علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
۳ و ٤. استادیار و کارشناس آزمایشگاه، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
۵. استادیار، گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره) قزوین، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۵/۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۷/۲۳)

چکیده

شوری، عامل بسیار مهمی در محدود نمودن تولید محصولات کشاورزی در بیشتر کشورهاست. امروزه با استفاده از تکنیک پیوند، توانسته‌اند بر مشکل شوری آب و خاک در تولید سبزی‌ها فائق آمده و محصولاتی با کیفیت بالاتر تولید کنند. در این تحقیق، گیاهان هندوانه رقم چارلستون‌گری روی پایه‌های هیبرید کدوی شینتوزا، کدوی مسمایی، کدوی قلیانی، هندوانه ابوجهل، هندوانه توده محلی کرمانشاه و توده محلی همدان به روش حفره‌ای پیوند شده و در گلخانه و مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، در سال ۱۳۹۵ پرورش داده شدند. گیاهان پیوندی و غیر پیوندی (شاهد) از نظر برخی صفات رویشی و بیوشیمیایی تحت سطوح شوری ۰، ۳۰ و ٦۰ میلی‌مولار کلرید سدیم با هم مقایسه شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که بین هر سه سطح تیمار شوری، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد از لحاظ مقادیر کاروتنویید برگ وجود داشت. در این پژوهش برخی از صفات رویشی همچون طول شاخه اصلی (۲۲۰ سانتی‌متر، وزن تر ساقه (٤۲۰ گرم) و وزن تر ریشه (۳۰ گرم) در گیاهان پیوندی با پایه شینتوزا در هر سه تیمار شوری بیشتر از گیاهان غیرپیوندی که به ترتیب ۱۰۲ سانتی‌متر، ۲۲۵ گرم و ۱۰ گرم بود. همچنین بیشترین (۲۸٤٦۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۰٤۹٦ کیلوگرم در هکتار) عملکرد کل میوه به ترتیب مربوط به هندوانه پیوندی روی پایه شینتوزا و گیاهان شاهد بود. همچنین پایه های شینتوزا، کدوی قلیانی، هندوانه همدان و کرمانشاه از لحاظ عملکرد کل در یک گروه آماری قرار داشتند. بنابراین پایه شینتوزا به عنوان پایه مناسبی جهت پیوند هندوانه رقم چارلستون‌گری تحت شرایط تنش شوری مشخص شد.

واژه‌های کلیدی: پیوندک، شوری، هیدروپونیک.

Evaluation some aspects of growth, physiological, yield and quality of watermelon Charleston Gray cultivar grafted and un-grafted under salt stress conditions

Dariush Ramezan[1], Fatemeh Moradipour[2*], Bahman Zahedi[3], Kobra Sepahvand[4] and Mohamad Mahdi Zarabi[5]
1. Assistant Professor of Horticulture Science, Department of Horticulture and landscaping, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran
2. Former Ph. D. Student, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Iran
3, 4. Assistant Professor and Laboratory Expert of Horticulture Science, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran
5. Assistant Professor of Horticultural Sciences Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
(Received: Jul. 24, 2017 - Accepted: Oct. 15, 2017)

ABSTRACT

Salinity is an important factor in limiting production in many countries. Today with using grafting method in vegetable production could overcome problem of soil and irrigation water salinity resulted in production of high quality crops. In this study, water melon (cv. Charleston Gray) was grafted onto rootstocks including; Shintozwa, Buttle gourd, pepo, Bitter cucumber, Indigenous masses of Kermanshah and Hamedan watermelon with using hole insertion grafting method and grown under greenhouse and farm conditions in Faculty of Agriculture, Lorestan University in 2016. Grafted and un-grafted (control) plants were studied for some vegetative and biochemical traits after exposing to 0, 30 and 60 mM Na Cl. Results showed that there was a significant difference between the three levels of salinity treatment at the 5% probability level for leaf carotenoids. In this research, some of the vegetative traits such as length of main branch (220 cm), fresh weight of shoot (420 g) and root fresh weight (30 g) in plants that grafted onto Shintozwa rootstock in all three saline treatments were higher than non-grafted plant that were 102 cm, 225 and 10 g respectively. The highest (28467 kg ha^{-1}) and lowest (10496 kg ha-1) total yield of fruit were related to the watermelon grafted onto Shintozwa rootstock and control plants respectively. Also, Shintozwa, Buttle gourd, Kermanshah and Hamedan watermelon rootstocks were a statistical group in terms of total yield. Thus, Shintozwa rootstock could be a suitable rootstock for water melon Charleston Gray cultivar under saline conditions.

Keywords: Hydroponic system, scion, saline.

* Corresponding author E-mail: moradipour21@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

محصولات کشاورزی همواره در معرض تهدید شوری آب و خاک قرار دارند. در ایران ۲۵/۵ میلیون هکتار در معرض شوری‌های ملایم تا متوسط و ۸/۵ میلیون هکتار تحت تأثیر شوری شدید هستند (FAO, 2015). هندوانه با سطح زیر کشت ۱۳۶ هزار هکتار جزء محصولات اقتصادی در نواحی خشک و نیمه‌خشک ایران محسوب می‌شود. طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی، تولید سالانه هندوانه در جهان ۹۵ میلیون تن و در کشور ایران چهار میلیون تن می‌باشد؛ به‌طوری‌که سهم ایران از تولید جهانی ۴/۳ درصد بوده و رتبه سوم در تولید این محصول را دارا است (FAO, 2015).

پژوهش‌های گوناگون نشان داده است که پیوند گیاهانی با عملکرد بالا روی پایه‌های مقاوم، می‌تواند به عنوان یک استراتژی آسان برای بهبود مقاومت به شوری مطرح باشد. پایه‌های مقاوم می‌توانند مقاومت به شوری را در سبزی‌های میوه‌ای پیوندی افزایش دهند (Rivero *et al*., 2003; Colla *et al*., 2014).

مشخص شده است که پایه‌های کدو از طریق محدودیت در انتقال سدیم به پیوندک، سبب مقاومت گیاهان پیوندی به شوری می‌شوند (Huang *et al*., 2015). افزایش تحمل به شوری در سبزی‌های میوه‌ای پیوندی، اغلب در رابطه با سیستم ریشه‌ای آنهاست. ریشه گیاه پیوندی بخش اصلی در مواجه با فاکتورهای تنش‌زایی خاکی مانند شوری می‌باشد؛ بنابراین خصوصیات ریشه، دلیل اصلی برای تسهیل یا کاهش اثرات مخرب تنش شوری روی رشد شاخساره و عملکرد گیاهان پیوندی می‌باشد. همچنین اغلب افزایش تحمل به شوری در سبزی‌های پیوندی در ارتباط با مقادیر پایین‌تر یون‌های Na^+ و Cl^- موجود در شاخساره آنهاست (Colla *et al*., 2012, 2014).

در پژوهشی، شوری سبب کاهش ۴۱ درصدی رشد اندام‌های هوایی هندوانه شد؛ همچنین متوسط عملکرد میوه در شرایط شور تفاوت معنی‌داری در مقایسه با شرایط غیرشور نشان داد (Yetisir & Uygur, 2010). مشخص شده است که پیوند هندوانه روی پایه‌های کدو مسمایی و کدو حلوایی، سبب افزایش عملکرد در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی شد. براساس نتایج این تحقیق، کدو مسمایی پایه مناسب‌تری برای هندوانه نسبت به کدو حلوایی بود (Ashouri *et al*., 2008). بررسی‌های مختلفی راجع‌به درجه تحمل پایه‌های هیبریدی و غیر هیبریدی خانواده کدوییان به تنش شوری انجام شده است (Davis *et al*., 2008). در تحقیقی اثر پیوند هندوانه رقم کریسپی روی پایه‌های کدو شینتوزا، کدو قلیانی، پایه TZ-148 و RS841، مشخص شد که پیوند اثر معنی‌داری بر رشد گیاه، طول ساقه اصلی، وزن تر و خشک ریشه و ساقه و عملکرد نشان داد (Ozlem *et al*., 2007). نتایج پژوهشی مشخص کرد که پیوند هندوانه رقم Fantasy روی پایه Strongtosa (دورگه کدوی تنبل و کدوی حلوایی) از کاهش وزن شاخساره و سطح برگ در شرایط تنش شوری در مقایسه با گیاهان شاهد، تا حدودی جلوگیری کرد (Goreta *et al*., 2008). همچنین گیاهان پیوندی هندوانه رقم Crimsn Tide روی کدوی تنبل و کدوی قلیانی رشد رویشی بیشتری در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی تحت شرایط تنش شوری داشتند (Yetisir *et al*., 2010). در یک پژوهش دیگری مشخص گردید که کیفیت میوه هندوانه‌های پیوندی روی پایه کدو که با آب شور آبیاری شده بودند، در مقایسه با گیاهان شاهد بهتر بود (Colla *et al*., 2006). همچنین در بررسی دیگری تحت شرایط مزرعه‌ای با پیوند هندوانه رقم Tri-x313 روی پایه TZ-148 (*Cucurbita maxima* × *Cucurbitamoschata*) که با آب شور (EC=4.5ds/m) آبیاری شده بود، مشخص گردید که رشد رویشی، عملکرد و اندازه میوه گیاهان پیوندی بیشتر از گیاهان غیر پیوندی بود (Edelstein *et al*., 2016).

از آنجایی‌که ذخایر آب شیرین در سراسر جهان در حال محدودشدن بوده و بسیاری از آب‌های آبیاری علی‌الخصوص آب چاه‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک (مناطق جالیزکاری ایران) دست‌خوش فرآیند شوری گردیده‌اند و بسیاری از مشکلات اساسی در امر کشاورزی به‌ویژه در مناطق خشک ایران، وجود منابع آب با کیفیت نامناسب می‌باشد (به‌دلیل بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی که یکی از تبعات شور شدن آب به‌حساب می‌آید). آبهای شور موجب

Archive of SID

www.SID.ir

محدودیت برای توسعه کشاورزی و استفاده پایدار از منابع آب و خاک است؛ لذا بهره‌برداری از منابع آب شور مدیریت ویژه‌ای (استفاده از تکنیک‌های پیشرفته باغبانی، پیوند سبزی‌های میوه‌ای) را می‌طلبد تا ضمن دستیابی به تولید بهینه، به کشاورزی پایدار دست یافت. لذا هدف از این تحقیق بررسی پایه‌های متحمل جهت کاهش اثرات زیان‌بار شوری آب آبیاری در هندوانه رقم چارلستون‌گری می‌باشد به‌طوری که بتوان با استفاده از تکنیک پیوند سبزی‌های میوه‌ای، تلاش برای بهره‌برداری از آب‌های نامتعارف (شوری) را افزایش داد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه و مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، در سال ۱۳۹۵ اجرا گردید. با توجه به کشت هندوانه رقم چارلستون‌گری (تهیه‌شده از شرکت زرین‌دان جنوب) در منطقه و نیز سازگاری آن با شرایط آب و هوایی استان لرستان، از این رقم به‌عنوان پیوندک استفاده شد.

در این پژوهش فاکتورهای آزمایشی شامل ۶ پایه پیوندی شامل کدوی هیبریدی شینتوزا (*Cucurbita maxima* × *moschata*) (تهیه‌شده از شرکت Nongwoo bio)، کدو قلیانی (*Lagenaria siceraria*) (توده بومی ایران، جمع‌آوری شده از استان گیلان)، کدو مسمایی (*Cucurbita pepo*)، (بذور هیبرید F_1، شرکت فلات) هندوانه ابوجهل (*Citrullus colocynthis*) (توده بومی استان کرمان)، هندوانه توده بومی کرمانشاه و هندوانه توده بومی همدان و گیاهان غیر پیوندی (شاهد) و همچنین تیمار شوری در ۳ سطح نمک (NaCl) (درجه خلوص ۹۹/۵ درصد و مرک) (۰، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار) بودند. بذور پیوندک (۲۲ فروردین) و پایه (۲۵ فروردین) در گلدان‌های پلاستیکی با ارتفاع ۱۲ و قطر دهانه ۸ سانتی‌متر حاوی کوکوپیت و پرلیت (۷۰:۳۰ درصد حجمی) و در شرایط گلخانه کشت گردید (با توجه به جوانه‌زنی کند و سرعت رشد پایین، بذور هندوانه ابوجهل در ۱۰ فروردین کشت شدند). در ۵ اردیبهشت ماه (ظهور اولین برگ حقیقی) پیوند به‌روش حفره‌ای (Lee, 1994) انجام شد. سپس بوته‌های پیوندشده، در گلخانه در دمای ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰ تا ۹۵ درصد قرار داده شدند (Lee *et al.*, 2003). دو هفته بعد از پیوند، بوته‌ها به زمین اصلی انتقال داده شدند (جهت اعمال تیمار شوری در شرایط مزرعه). گیاهان هر هفته یکبار توسط کود محلول کامل فوسامکو ۴ ساخت کشور انگلستان (با غلظت ۳ در هزار) تغذیه شدند.

در این پژوهش اعمال تنش شوری تحت شرایط گلخانه (جهت بررسی شاخص‌های رشدی) و مزرعه (جهت اندازه‌گیری صفات مربوط به میوه) انجام شد. با توجه به اینکه گیاهان پیوندی بعد از انتقال، به شوری بسیار حساس بوده و غالباً توان مقاومت نداشته و از بین می‌رفتند؛ لذا تا حدود ۱۵ روز بعد از انتقال نشاهای پیوندی و غیرپیوندی به بستر اصلی کشت، اقدام به اعمال تیمارهای شوری نشد تا گیاه در این مدت به‌خوبی در بستر کشت استقرار یابد. همچنین اعمال تیمار شوری در شرایط گلخانه و مزرعه به‌تدریج صورت گرفت؛ به این صورت که ابتدا پایین‌ترین سطح شوری داده شد و سپس بر غلظت آن افزوده شد.

شروع اعمال تیمار شوری بر گیاهان پیوندی و غیرپیوندی از تاریخ ۱۰ خرداد ماه در مرحله ۹ برگ حقیقی آغاز گردید (در شرایط گلخانه و مزرعه). جهت تغذیه نشاهای پیوندی و غیرپیوندی در گلخانه، طبق جدول ۱ استفاده شد. در این تحقیق سطوح شوری در کرت‌های اصلی و گیاهان پیوندی و غیرپیوندی در کرت‌های فرعی قرار داشتند. در مزرعه فاصله ردیف‌های کاشت از هم ۳ متر و فاصله بوته‌ها از یکدیگر ۷۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (Saberi *et al.*, 2006).

جهت آبیاری گیاهان در گلخانه از سیستم جریان عمیق محلول غذایی استفاده شد؛ بدین‌صورت که از دو مخزن ۵۰ لیتری که حاوی پمپ شناور جهت تزریق محلول غذایی به لوله‌ها بود استفاده شد. تیمار کلرید سدیم همراه با محلول غذایی اعمال گردید. همچنین نحوه آبیاری گیاهان در مزرعه بدین‌صورت بود که ابتدا واحدهای آزمایشی با آب ۰ میلی‌مولار و

Archive of SID

www.SID.ir

سپس ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم هر یک به‌مدت ۶ ساعت آبیاری شدند و برای جلوگیری از اختلاط آب‌ها ابتدا جوی آبیاری به‌مدت ده دقیقه شسته شدند. جهت تأمین آب مورد نیاز، دو مخزن ۱۰۰۰ لیتری (مجهز به پمپ و اتصالات مربوطه جهت انتقال آب) در مزرعه تعبیه شد. در این مخزن آب آبیاری با اضافه‌کردن نمک به سطح شوری مورد نظر رسید. برداشت اول در ۲۸ مرداد ماه و برداشت دوم در ۱۵ شهریور و برداشت سوم در ۸ مهر ماه انجام شد.

در این تحقیق اندازه‌گیری شاخص‌های کمی و کیفی میوه در شرایط مزرعه و سایر صفات در شرایط گلخانه ثبت شده است. صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل عملکرد (کیلوگرم در هکتار) و اجزای آن (وزن تک میوه بر حسب کیلوگرم در بوته و تعداد میوه در گیاه)، مواد جامد محلول با استفاده از رفراکتومتر دستی (مدل Kruss ساخت کشور آلمان) و اسیدیته قابل تیتراسیون میوه (Mostofi & Najafi, 2005) درصد ماده خشک گوشت میوه، ضخامت گوشت و پوست میوه (با استفاده از کولیس دیجیتال مدل ۱۲۰-۵۵۰ به‌ترتیب بر حسب سانتی‌متر و میلی‌متر)، طول میوه (سانتی‌متر)، طول ساقه اصلی (سانتی‌متر)، وزن تر شاخساره (گرم در گیاه)، وزن تر ریشه (گرم در گیاه)، وزن خشک شاخساره و ریشه (گرم در گیاه) با استفاده از آون و ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد (Hejazi *et al*., 2007).

برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ از دستگاه کلروفیل‌متر Chlorophyll meter SPAD-502 (Konica Minolota, Osaka, Japon) استفاده شد. همچنین اندازه‌گیری میزان کلروفیل کل، کاروتنوئید و پرولین برگ با دستگاه اسپکتروفتومتر صورت گرفت (Arnon, 1967). میزان محتوای نسبی آب برگ گیاهان پیوندی و غیرپیوندی نیز محاسبه شد (Gonzalea & Gonzalez-Vilar, 2003). برای اندازه‌گیری میزان یون‌های پتاسیم، سدیم و کلر از روش تهیه عصاره از نمونه خشک‌شده برگ و ریشه استفاده شد. برای اندازه‌گیری پتاسیم و سدیم از دستگاه فلیم‌فتومتر و برای اندازه‌گیری کلر از روش تیتراسیون با نیترات نقره استفاده شد (Staples & Toenniessen, 1984).

جدول ۱. فرمول غذایی مورد استفاده برای تغذیه تیمارها (۱۰۰۰ لیتر محلول غذایی برحسب گرم)

Table 1. Food formulas used for feeding treatments (1000L/g)

Fe	K_2SO_4	K_3PO_4	$MgSO_4$	KNO_3	$CaNO_3$
23	100	250	340	200	500
Cu	Si	Mo	Zn	Br	Mn
8	30	4	19	36	50

نتایج و بحث

محتوای سدیم، کلر و پتاسیم برگ و ریشه

طبق نتایج حاصل از جدول ۲ تیمار شوری به جز پتاسیم برگ، اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر غلظت سدیم، کلر و پتاسیم برگ و ریشه داشت. همچنین نوع پایه اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر غلظت یون‌های سدیم، کلر و پتاسیم نشان داد؛ به‌طوری‌که پایه‌های شینتوزا و کدو مسمایی، سدیم و کلر بیشتری را در ریشه خود تجمع داده و مقدار این عناصر، در برگ گیاهان پیوندی روی این پایه‌ها کمتر بود (جدول ۳). غلظت کاتیون‌های سدیم و پتاسیم و همچنین آنیون کلر در تیمار ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بیشتر از سایر تیمارها بود. بیشترین مقدار سدیم برگ در سطح شوری ۶۰ میلی مولار به گیاهان غیر پیوندی مربوط بود (۷/۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) که البته اختلاف معنی‌داری با گیاهان پیوندی روی پایه کدو قلیانی، هندوانه ابوجهل و هندوانه توده بومی کرمانشاه نداشت و کمترین مقدار سدیم برگ در سطح شوری ۶۰ میلی‌مولار به گیاهان پیوندی روی پایه شینتوزا مربوط بود (۳/۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) که اختلاف معنی‌داری با سایر پایه‌های پیوندی نداشت. همچنین گیاهان پیوندی روی شینتوزا و گیاهان شاهد از لحاظ میزان سدیم برگ در سطح احتمال ۵ درصد در دو گروه آماری جداگانه‌ای قرار دارند. همچنین در سطح شوری ۶۰ میلی مولار، بیشترین (۳۹/۰۲ میلی‌گرم در ماده خشک) مقادیر کلر برگ به گیاهان شاهد مربوط بود که البته با پایه‌های هندوانه‌های توده بومی کرمانشاه و همدان، کدو قلیانی و هندوانه ابوجهل اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین (۲۳/۲۴ میلی‌گرم در ماده خشک) مقادیر کلر برگ به گیاهان پیوندی روی پایه شینتوزا اختصاص داشت که اختلاف معنی‌داری با گیاهان پیوندی روی پایه کدو مسمایی نداشت (جدول ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. تجزیه واریانس محتوای عناصر سدیم، کلر و پتاسیم برگ و ریشه گیاهان پیوندی و غیر پیوندی هندوانه رقم چارلستون گری تحت سطوح مختلف شوری

Table 2. Analysis of variance of element contents of sodium, chlorine and potassium of leaf and root of watermelon of Charleston Gray cultivar grafted and non-grafted under different levels of salinity

Source changes	df	Na		Cl		K	
		Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root
Saline	2	2.35**	7.63**	8.59**	3.89**	3.29^{ns}	5.05**
Error (a)	4	1.98	1.25	0.03	0.07	0.01	0.92
M_p	8	8.33	9.23	8.62	0.96	2.30	4.07
Rootstock	5	3.65**	15.42**	2.12**	3.67**	6.21**	2.69**
Rootstock × Saline	10	4.3**	102.3**	0.84**	7.49**	12.89*	6.047**
Error (b)	30	0.38	3.25	1.26	1.98	2.39	1.05
S_p	45	3.33	65.2	4.22	3.14	4.49	1.787
CV M_p%	-	5.9	10.6	13.5	8.5	8.2	12.9
CV S_p%	-	2.4	6.5	9.5	4.5	4.3	6.5

**، ns: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

M_p: کرت اصلی، S_p: کرت فرعی.

**, ns: Significantly differences at 1% of probability level, and non-significant, respectively.
M_p: Main-plot, S_p: Sub-plot

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل پایه‌ها و سطوح مختلف شوری بر محتوای عناصر سدیم، کلر و پتاسیم برگ و ریشه گیاه هندوانه رقم چارلستون‌گری پیوندی و غیرپیوندی

Table 3. Means comparison of interaction effects of rootstocks and different levels of salinity on elements content of sodium, chlorine and potassium of leaf and roots of watermelon Charleston Gray cultivar grafted and non-grafted

Salinity levels (mM)	Graft Combnation	Na ($mg \cdot kg^{-1}$ dry mass)		CL ($mg \cdot kg^{-1}$ dry mass)		K ($mg \cdot kg^{-1}$ dry mass)	
		Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root
0	ch onto sh	0.33d	9.21d	12.25e	20.5b	10de	9.5ab
	ch onto bg	1.80d	7.04de	17.29d	18.5b	10.5de	8.5b
	ch onto p	0.28d	9.84d	13.49de	19.85b	11de	7bc
	ch onto bc	1.23d	8.78de	16.53d	16c	12cd	6.5bc
	ch onto kerm	1.25d	7.21de	16.63d	16c	10.5de	7bc
	ch onto ham	1.25d	7.32de	16.29d	15c	11.5de	8b
	ng	1.3d	6.88e	20.48cd	15c	15.5ab	11.5a
30	ch onto sh	1.38d	16.99bc	19.56c	24.5a	14b	4d
	ch onto bg	3.33c	15.15c	23.02ab	22.5ab	13c	4.8d
	ch onto p	2.33c	16.74bc	20.26c	24a	13c	4d
	ch onto bc	3.25b	14.80c	23.16c	19.5b	13.63c	4.5d
	ch onto kerm	3.55b	13.82cd	22.45c	21ab	14.5b	4.5d
	ch onto ham	3.27b	13.78cd	21.68c	22ab	14b	5d
	ng	5.27a	13.80cd	26.55bc	21ab	13.5c	8b
60	ch onto sh	3.20b	18.95a	23.24bc	26.87a	17.5a	2.8e
	ch onto bg	4.35ab	16.62b	36.68ab	24.3a	16a	3.2de
	ch onto p	3.33b	18.68a	26.15bc	25.89a	16.5a	3.75de
	ch onto bc	5.35ab	17.65ab	37.65ab	25.73a	15ab	3.5de
	ch onto kerm	5.27ab	17.82ab	35.78ab	24a	15.5ab	3de
	ch onto ham	5.90b	18.74a	33.22ab	25.5a	15.5ab	3de
	ng	7.32a	17.55ab	39.02a	24.5a	12cd	9.5ab

در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

چارلستون گری پیوندی روی شینتوزا، چارلستون گری پیوندی روی کدوی قلیانی، چارلستون گری پیوندی روی کدوی مسمائی، چارلستون گری پیوندی روی هندوانه ابوجهل، چارلستون گری پیوندی روی هندوانه کرمانشاه، چارلستون گری پیوندی روی هندوانه همدان و چارلستون گری غیر پیوندی.

Means in each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% probability level.
Charleston Gray grafted onto Shintozwa: ch onto sh, Charleston Gray grafted onto Buttle gourd: ch onto bg, Charleston Gray grafted onto pepo: ch onto p, Charleston Gray grafted onto Bitter cucumber:ch onto bc, Charleston Gray grafted onto Kermansha water melon: ch onto kerm, Charleston Gray grafted onto hamedan water melon: ch onto ham, non grafted: ng.

تجمع عنصر پتاسیم در برگ گیاهان، در هنگام تنش شوری افزایش می‌یابد که علت این امر را می‌توان به مکانیسم جذب فعال این یون ربط داد. در هنگام تنش شوری گیاه جهت افزایش مقاومت به شرایط شوری خود بر خلاف پدیده انتشار، با مصرف انرژی غلظت یون پتاسیم را در اندام هوایی بالا می‌برد که افزایش جذب پتاسیم باعث تأثیر مثبت در فتوسنتز (کنترل روزنه‌ای و تنظیم فشار اسمزی) و افزایش رشد به‌وسیله گیاه می‌گردد؛ بنابراین رشد بیشتر پایه شینتوزا و سایر پایه‌های پیوندی نسبت به

Archive of SID

www.SID.ir

گیاهان غیرپیوندی را می‌توان به جذب بیشتر این عنصر در این پایه‌ها مربوط دانست. نتایج این تحقیق با نتایج Gonzales & Salas (1995) و Kato & Sasaya (1986) مبنی بر این که پیوند بر جذب پتاسیم تأثیر معنی‌داری دارد، مطابقت داشت. گیاهان پیوندی چندین مکانیسم را برای جلوگیری از خسارت فیزیولوژیکی ایجادشده توسط تجمع زیاد Na^+ و Cl^- در رگبرگ‌هایشان انجام می‌دهند که شامل خروج و یا کاهش جذب Cl^- توسط ریشه‌ها و جایگزینی Na^+ با K^+ در برگ می‌باشد. در واقع می‌توان بیان نمود که پایه‌های پیوندی می‌توانند تجمع یون‌های کلر و سدیم را در برگ‌ها کاهش دهند. دلیل احتمالی آن می‌تواند مانع‌شدن یا کاهش جذب یون کلر توسط ریشه‌ها و جایگزین‌شدن یون پتاسیم به‌جای یون سدیم در برگ‌های این گیاهان باشد. در این تحقیق نیز گیاهان پیوندی روی پایه شینتوزا و سایر پایه‌های پیوندی سدیم و کلر کمتری را نسبت به گیاهان غیر پیوندی در برگ‌های خود تجمع داده بودند. نتایج این تحقیق با نتایج Romero *et al.* (1997) که گزارش کردند گیاهان پیوندی، کلر و سدیم کمتری در برگ‌هایشان تجمع می‌دهند همخوانی داشت. همچنین می‌توان گفت که پایه‌های کدو از طریق محدودیت در انتقال سدیم به پیوندک، سبب مقاومت گیاهان پیوندی به شوری می‌شوند که این نتایج توسط Huang *et al.* (2015) نیز گزارش شده است.

به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که افزایش تحمل به شوری در سبزی‌های پیوندی، اغلب در رابطه با سیستم ریشه‌ای آنهاست. در حقیقت سیستم‌های ریشه‌ای، بخش‌های اصلی در گیاهانی که با فاکتورهای تنش‌زایی خاکی مانند شوری مواجه‌اند، می‌باشد بنابراین خصوصیات ریشه، دلیل اصلی برای تسهیل یا کاهش اثرات مخرب تنش شوری روی رشد شاخساره و عملکرد گیاهان پیوندی می‌باشد؛ بنابراین عملکرد بیشتر در گیاهان پیوندی در این تحقیق را می‌توان به‌دلیل سیستم ریشه‌ای قویتر در این گیاهان ربط داد نتایج این تحقیق با نتایج Colla *et al.* (2012) که عملکرد بیشتر گیاهان پیوندی را به سیستم ریشه قویتر این گیاهان مربوط دادند همخوانی داشت. نتایج این تحقیق نشان داد گیاهان پیوندی قادرند تا از بارگذاری نمک در سلول‌های ساقه و برگ، از طریق تخلیه یون‌های نمک یا تجمع آنها در سیستم ریشه‌ای جلوگیری کرده و از این طریق انتقال نمک به شاخساره را کاهش دهند. نتایج این تحقیق با نتایج Edelstein *et al.* (2016) مبنی بر این‌که گیاهان پیوندی از تجمع نمک در ریشه‌هایشان جلوگیری می‌کنند همخوانی داشت. بر اساس نتایج این تحقیق، با توجه به مقاومت پایه‌های هیبریدی به آب‌های شور و لب‌شور، می‌توان از این نوع منابع آبی برای تولید گیاهان در مناطقی که دچار کمبود آب هستند، بهره جست. نتایج این تحقیق با نتایج Cohen *et al.* (2007) همخوانی داشت.

صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

محتوای آب نسبی برگ

نتایج این آزمایش نشان داد که حداکثر (۷۸/۵) میزان محتوای نسبی آب برگ به گیاهان پیوندشده روی پایه شینتوزا مربوط بود که اختلاف معنی‌داری با سایر گیاهان پیوندی روی پایه‌های مختلف نداشت و حداقل (۶۵/۵) میزان محتوای نسبی آب برگ به گیاهان غیرپیوندی اختصاص داشت. همچنین تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، از نظر محتوای نسبی آب برگ بین سطوح مختلف شوری وجود داشت (جدول ۵).

تفاوت در مقادیر آب برگ گیاهان، می‌تواند به توانایی روزنه‌ها برای کاهش و ازدست‌رفتن آب باشد. بنابراین یکی از دلایل احتمالی افزایش محتوای نسبی آب برگ در پایه‌های کدو در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی را می‌توان به رشد بیشتر ریشه و جذب بیشتر آب در این پایه‌ها نسبت داد (همچنین به‌نظر می‌رسد با توجه به تعداد دستجات آوندی در پایه کدو، مقاومت کمتری برای انتقال آب به بخش هوایی گیاه در مقایسه با گیاهان شاهد وجود دارد). کدوها به‌دلیل سیستم ریشه‌ای توسعه‌یافته و وسیعی که دارند از توانایی جذب آب و مواد غذایی مناسبی برخوردارند این نتایج با نتایج Darryl (2007) همخوانی داشت.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص کلروفیل برگ

حداکثر شاخص کلروفیل برگ (۴۸) مربوط به سطح شوری ۰ میلی‌مولار می‌باشد. همچنین با افزایش سطح شوری مقدار شاخص کلروفیل به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۵). گزارش شده است که تحت شرایط تنش شوری، کاهش مقادیر عددی شاخص کلروفیل می‌تواند ناشی از کاهش میزان کلروفیل کل برگ به‌علت افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن باشد، که این رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگیزه می‌گردد. نتایج این تحقیق با نتایج Castrillo & Calcargo (1998) که گزارش کردند با افزایش سطح شوری شاخص کلروفیل برگ کاهش می‌یابد همخوانی داشت.

پایه‌های کدو از طریق فعال‌نمودن بیان یکسری از ژن‌های خاصی که در تولید آنزیم‌هایی که در ارتباط با فعالیت آنزیم روبیسکو می‌باشند (Yanjuan *et al.*, 2015)، بر بهبود شرایط فیتوشیمیایی و فتوسنتزی هندوانه‌های پیوندی تحت شرایط شوری، مؤثر هستند.

کلروفیل کل برگ

نتایج مربوط به جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثرات سطوح مختلف شوری و پایه‌های مورد استفاده بر محتوای کلروفیل کل برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۴). همان طوری که جدول مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌های کلروفیل کل برگ بین گیاهان پیوندی و شاهد وجود داشت. بیشترین (۱/۶۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) میزان کلروفیل برگ به برگ گیاهان پیوندی روی پایه شینتوزا اختصاص داشت و کمترین (۱/۰۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) میزان کلروفیل برگ به برگ گیاهان شاهد مربوط بود که البته اختلاف معنی‌داری با پایه‌های هندوانه ابوجهل، کدو مسمایی و توده‌های بومی کرمانشاه و همدان نداشت. (جدول ۵).

کلروفیل یکی از اجزای اصلی کلروپلاست برای فتوسنتز است و محتوای کلروفیل با میزان فتوسنتز رابطه مثبت دارد. کاهش اثرات ناشی از تنش شوری بر هندوانه‌های پیوندی روی پایه کدو را می‌توان مربوط به فعالیت بهتر آنزیم‌های موجود در چرخه کالوین همانند آنزیم رابیسکو (Yang *et al.*, 2012) دانست. عواملی نظیر کاهش مقاومت روزنه‌ای، افزایش فعالیت فیتوشیمیایی و متابولیسمی فتوسنتز در هندوانه‌های پیوندی روی پایه کدو در سطح شوری ۶۰ میلی‌مولار، بیشتر از هندوانه‌های غیرپیوندی در همان سطح از تنش شوری بود.

کاروتنویید برگ

نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطوح شوری میزان کاروتنویید کل برگ به‌طور جزیی افزایش یافت. پایه‌های پیوندی بجز پایه شینتوزا از نظر آماری تفاوت معنی‌داری از نظر میزان کاروتنویید برگ با شاهد نداشت (جدول ۵). کاروتنوییدها دارای نقش افزایشی بوده و به‌طور جزیی به پایداری گیاهان در مقابل تنش‌ها کمک می‌نمایند. نتایج این تحقیق با نتایج Yang *et al.* (2012) مبنی بر افزایش میزان کاروتنوییدها با افزایش سطوح شوری مطابقت داشت.

پرولین برگ

همان‌طوری که جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد، اثر تیمار شوری و پایه بر صفت پرولین برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تنش شوری، میزان پرولین برگ افزایش یافت. به‌طوری‌که بیشترین (۲۸ میکرومول بر گرم وزن تر برگ در دقیقه) مقادیر پرولین برگ در سطح تیمار شوری ۶۰ میلی‌مولار حاصل شد. همچنین تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد از نظر میزان پرولین برگ بین پایه‌ها وجود داشت؛ به‌طوری‌که پایه شینتوزا (۲۸/۸۷ میکرومول بر گرم وزن تر برگ در دقیقه) بیشترین میزان پرولین برگ را دارا بود که البته اختلاف معنی‌داری با گیاهان پیوندی روی پایه کدو قلیانی نداشت. کمترین میزان پرولین برگ مربوط به گیاهان شاهد (۹ میکرومول بر گرم وزن تر برگ در دقیقه) بود.

افزایش غلظت پرولین، فراوان‌ترین و عمومی‌ترین واکنشی است که به محض مواجه‌شدن گیاهان با

Archive of SID

www.SID.ir

شرایط نامناسب محیطی از جمله تنش شوری مشاهده می‌شود. در طی تنش شوری، پرولین در همه اندام‌های گیاهی تجمع پیدا می‌کند و به‌عنوان یک مکانیسم دفاعی برای گیاهان عمل می‌کند.

صفات رویشی و مورفولوژیکی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶)، تیمار شوری اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر برخی از صفات از جمله طول شاخه اصلی، وزن تر شاخساره، وزن تر ریشه و وزن خشک شاخساره داشت؛ به‌طوری که در تیمار شوری ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم، کمترین ارتفاع بوته (طول شاخه اصلی) (۱۰۹ سانتی‌متر)، وزن تر ریشه (۵ گرم) و شاخساره (۱۲۲ گرم) ثبت شد (جدول ۷).

با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود؛ در نتیجه مقدار انرژی که گیاه باید صرف جذب آب از خاک نماید افزایش می‌یابد که این عمل باعث کاهش جذب آب، افزایش تنفس و کاهش ارتفاع و عملکرد گیاه می‌شود (Proietti *et al*., 2008). بنابراین کاهش رشد رویشی و عملکرد در این تحقیق، در سطوح شوری بالاتر را می‌توان به افزایش فشار اسمزی محلول خاک دانست. نوع پایه نیز اثر معنی‌داری بر این صفات نشان داد. بیشترین (۲۲۵ سانتی‌متر) طول شاخه اصلی به گیاهان پیوندی روی کدوی قلیانی اختصاص داشت که البته اختلاف معنی‌داری با کدو شینتوزا، کدو مسمایی و هندوانه‌های توده بومی همدان و کرمانشاه نداشت و کمترین (۱۰۲ سانتی‌متر) مقدار طول شاخه اصلی گیاه به گیاهان شاهد اختصاص داشت.

جدول ۴. تجزیه واریانس برخی از صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه پیوندی و غیرپیوندی هندوانه رقم چارلستون‌گری تحت سطوح مختلف شوری

Table 4. Analysis of variance of some physiological and biochemical characteristics of watermelon (Charleston Gray cultivar) grafted and non-grafted under different levels of salinity

Source changes	df	Relative water content	Chlorophyll index (SPAD)	Total chlorophyll	leaf Carotenoid	Proline
Saline	2	1615.6**	89.88**	0.75**	0.03**	569.9**
Error (a)	4	274.95	16.55	0.01	0.05	2.28
M_p	8	1237.55	98.32	2.21	0.11	604.18
Rootstock	5	867.8**	223.65**	0.35**	0.009**	78.4**
Rootstock × Saline	10	17.8^{ns}	5.86^{ns}	0.05^{ns}	0.004^{ns}	32.8^{ns}
Error(b)	30	14.23	7.3	0.09	0.0005	2.35
S_p	45	205.83	13.26	2.49	1.020	87.55
CV M_p%	-	18.5	10.2	14.5	10.4	9.4
CV S_p%	-	12.8	6.3	8.6	5.2	5.7

**، ns: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

M_p: کرت اصلی، S_p: کرت فرعی.

**, ns: Significantly differences at 1% of probability level, and non-significant, respectively.

M_p: Main-plot, S_p: Sub-plot

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های اثرات ساده پایه‌ها و سطوح مختلف شوری بر برخی از صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی هندوانه رقم چارلستون‌گری پیوندی و غیرپیوندی

Table 5. Means comparison of simple effects of rootstocks and different levels of salinity on some physiological and biochemical characteristics of watermelon (Charleston Gray cultivar) grafted and non-grafted

Graft Combnation / Salinity levels	Relative water content	Chlorophyll index (SPAD)	Total chlorophyll (mg/gFW)	Leaf Carotenoid (mg/gFW)	Proline (uM/g FW min^{-1})
ch onto sh	78.5a	49.5a	1.65a	0.33a	28.87a
ch onto bg	75.5a	45.16ab	1.35b	0.30b	25.3ab
ch onto p	76.5a	42.3ab	1.24bc	0.28c	15.5d
ch onto bc	75.5a	39b	1.28bc	0.23c	22.73b
ch onto kerm	76.5a	35.8b	1.15c	0.25c	19c
ch onto ham	77.5a	35.91b	1.08c	0.25c	21.5bc
ng	65.5b	33b	1.02c	0.26c	9e
0	78.5a	48a	1.09c	0.22c	6.5c
30	63.5b	36b	1.28b	0.33b	15.5b
60	53.5c	22c	1.88a	0.40a	28a

در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

چارلستون گری پیوندی روی شینتوزا، چارلستون گری پیوندی روی کدوی قلیانی، چارلستون گری پیوندی روی کدوی مسمائی، چارلستون گری پیوندی روی هندوانه ابوجهل، چارلستون گری پیوندی روی هندوانه کرمانشاه، چارلستون گری پیوندی روی هندوانه همدان و چارلستون گری غیر پیوندی.

Means in each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% probability level.

Charleston Gray grafted onto Shintozwa: ch onto sh, Charleston Gray grafted onto Buttle gourd: ch onto bg, Charleston Gray grafted onto pepo: ch onto p, Charleston Gray grafted onto Bitter cucumber:ch onto bc, Charleston Gray grafted onto Kermansha water melon: ch onto kerm, Charleston Gray grafted onto hamedan water melon: ch onto ham, non grafted: ng.

Archive of SID

www.SID.ir

بیشترین (۹۱/۸۵ گرم در گیاه) ماده خشک شاخساره به گیاهان پیوندی روی پایه شینتوزا اختصاص داشت که البته اختلاف معنی‌داری با سایر پایه‌ای پیوندی نداشت و کمترین (۲۵/۴۸ گرم در گیاه) ماده خشک شاخساره به گیاهان غیرپیوندی مربوط بود. همان‌طوری که جدول مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد با افزایش سطوح شوری، مقادیر ماده خشک شاخساره در گیاهان پیوندی و غیرپیوندی کاهش یافت. همچنین بیشترین (۴۲۰ گرم در گیاه) وزن تر شاخساره به گیاهان پیوندی روی کدوی شینتوزا اختصاص داشت که البته اختلاف معنی‌داری با گیاهان پیوندی روی پایه کدو قلیانی نداشت و کمترین (۱۲۲ گرم در گیاه) مقادیر وزن تر شاخساره به گیاهان غیرپیوندی مربوط بود (جدول ۷) که احتمالا به‌دلیل مقاومت بیشتر گیاهان پیوندی نسبت به شرایط شوری و قدرت بیشتر ریشه این گیاهان در جذب عناصر غذایی و نهایتاً رشد رویشی بیشتر در این گیاهان باشد. نتایج این تحقیق با نتایج Khad (2004) همخوانی داشت.

کاهش رشد ایجادشده در این تحقیق در سطوح شوری بالا را می‌توان اغلب در ارتباط با کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاهان دانست؛ این نتایج توسط Madhava *et al.* (2006) نیز گزارش شده است. گزارشات مختلف نشان داده‌اند که کاهش میزان فتوسنتز خالص گیاهانی که در معرض تنش شوری قرار گرفته‌اند به دلایل زیر می‌باشد: ۱) محدودیت روزنه‌ای، که به تبع هدایت روزنه‌ای کاهش یافته و غلظت دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد، ۲) صدمه به اجزای دستگاه فتوسنتزی گیاه، ۳) ایجاد موانع در فرآیندهای ویژه متابولیسمی همانند آسیمیلاسیون کربن که به‌طور عمده توسط آنزیم روبیسکو انجام می‌گیرد (Flexas *et al*., 2004; Raines, 2006). به طوری که مجموعه عوامل فوق‌الذکر سبب کاهش رشد رویشی گیاهان شده است.

جدول۶. تجزیه واریانس برخی از صفات مورفولوژیکی گیاه پیوندی و غیرپیوندی هندوانه رقم چارلستون‌گری تحت سطوح مختلف شوری

Table 6. Analysis of variance of some morphological characteristics of watermelon (Charleston Gray cultivar) grafted and non-grafted under different levels of salinity

Source of Variances	df	Length of main stem	Fresh weight		Dry weight	
			Shoot	Root	Shoot	Root
Saline	2	222.89**	32.352**	2.22**	99.9**	13.3^{ns}
Error (a)	4	30.08	3.01	9.9	4.28	1.9
M_p	8	256.2	128.057	8.06	104.18	3.16
Rootstock	5	308.8**	298.56**	8.19**	78.4**	15.19**
Rootstock × Saline	10	68800.6^{ns}	108188.03^{ns}	181.28^{ns}	7832.1 ^{ns}	202.02^{ns}
Error(b)	30	52.01	20.03	7.5	6.35	2.5
S_p	45	197.368	108.42	6.69	87.55	5.69
CV M_p%	-	14.8	9.5	8.5	12.5	10.8
CV S_p%	-	8.5	6.5	4.6	6.5	5.6

**، ns: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

M_p: کرت اصلی، S_p: کرت فرعی.

**, ns: Significantly differences at 1% of probability level, and non-significant, respectively.
M_p: Main-plot, S_p: Sub-plot

جدول ۷. مقایسه میانگین‌های اثرات پایه‌ها و سطوح مختلف شوری بر برخی از صفات مورفولوژیکی هندوانه رقم چارلستون‌گری پیوندی و غیرپیوندی

Table 7. Means comparison of simple effects of rootstocks and different levels of salinity on some morphological characteristics of watermelon (Charleston Gray cultivar) grafted and non-grafted

Graft Combnation / Salinity levels	Length of main stem (cm)	Shoot fresh weight (g/plant)	Root fresh weight (g/plant)	Shoot dry weight (g/plant)	Root dry weight (g/plant)
ch onto sh	220a	420a	30a	91.85a	15.98a
ch onto bg	225a	400ab	22ab	88.26ab	14.85a
ch onto p	185ab	310bc	18bc	85.26ab	13.59a
ch onto bc	138c	265d	19bc	75.26b	10.85b
ch onto kerm	175ab	275d	15bcd	83.86ab	10.25b.
ch onto ham	168abc	288cd	16bcd	85.64ab	11.12b
ng	102d	225e	10d	25.84d	5.42c
0	219a	410a	29a	89.95a	15.56a
30	168b	362b	10b	58.55b	12.45b
60	109c	122c	5d	12.95c	5.09c

در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

چارلستون گری پیوندی روی شینتوزا، چارلستون گری پیوندی روی کدوی قلیانی، چارلستون گری پیوندی روی کدوی مسمائی، چارلستون گری پیوندی روی هندوانه ابوجهل، چارلستون گری پیوندی روی هندوانه کرمانشاه، چارلستون گری پیوندی روی هندوانه همدان و چارلستون گری غیر پیوندی.

Means in each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% probability level.
Charleston Gray grafted onto Shintozwa: ch onto sh, Charleston Gray grafted onto Buttle gourd: ch onto bg, Charleston Gray grafted onto pepo: ch onto p, Charleston Gray grafted onto Bitter cucumber:ch onto bc, Charleston Gray grafted onto Kermansha water melon: ch onto kerm, Charleston Gray grafted onto hamedan water melon: ch onto ham, non grafted: ng.

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد و کیفیت میوه

طبق نتایج تجزیه واریانس جدول ۸، تیمارهای شوری اثر معنی‌داری بر صفات کمی میوه یعنی تعداد میوه، طول میوه و عملکرد نشان دادند. به‌طوری که شوری آب آبیاری در تیمار ۶۰ میلی‌مولار باعث کاهش معنی‌دار عملکرد میوه، طول میوه و تعداد میوه در هر بوته نسبت به سایر تیمارها گردید (جدول ۹). نوع پایه اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد کل گیاه نشان داد (جدول ۸). هندوانه پیوندی روی پایه کدو شینتوزا دارای بالاترین عملکرد (۲۸۴۶۷ کیلوگرم در هکتار) بود که البته اختلاف معنی‌داری با پایه کدو قلیانی (۲۳۵۵۴ کیلوگرم در هکتار) و توده بومی همدان و کرمانشاه (۲۵۹۷۹ کیلوگرم در هکتار) نداشت؛ کمترین (۱۰۴۹۶ کیلوگرم در هکتار) میزان عملکرد میوه به گیاهان شاهد مربوط بود.

طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۸)، شوری و پایه اثر معنی‌داری روی مقادیر اسیدیته کل میوه نداشت. بیشترین (۱۳/۶۵) و کمترین (۸/۸۹) مقدار مواد جامد محلول گوشت میوه به‌ترتیب به سطح شوری ۶۰ میلی-مولار و ۰ میلی‌مولار اختصاص داشت. بیشترین (۱۲/۴۰ درصد) و کمترین (۹/۸۹ درصد) میزان درصد ماده خشک گوشت میوه به‌ترتیب به سطح شوری ۰ و ۶۰ میلی‌مولار مربوط بود (جدول ۹).

با توجه به داده‌های حاصل از جدول تجزیه واریانس، اثر شوری و پایه بر صفت ضخامت پوست میوه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۸). همچنین جدول مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین (۳/۵۰ سانتی‌متر) میزان ضخامت گوشت میوه به میوه‌های برداشت‌شده از پایه شینتوزا اختصاص داشت که البته اختلاف معنی‌داری با میوه‌های برداشت‌شده از پایه کدو قلیانی و هندوانه توده بومی کرمانشاه نداشت. کمترین (۱/۵۰ سانتی‌متر) میزان ضخامت گوشت میوه به میوه‌های برداشت‌شده از گیاهان شاهد اختصاص داشت که اختلاف معنی‌داری با سایر پایه‌های پیوندی به‌جز پایه کدو شینتوزا نداشت (جدول ۹).

افزایش شوری آب آبیاری اثر قابل‌توجهی بر روی پتانسیل اسمزی آب گیاه و به تبع آن جذب آب توسط گیاه دارد (Huang *et al.*, 2015) بنابراین می‌توان گفت با افزایش شوری محیط ریشه، پتانسیل آب در کل گیاه کاهش می‌یابد و مقدار آب کمتری توسط گیاه جذب می‌شود و به تبع آن، عملکرد کاهش می‌یابد. کاهش رشد و عملکرد در سطوح بالای شوری در این تحقیق را می‌توان در ارتباط با کاهش ظرفیت فتوسنتزی (مقادیر کلروفیل و شاخص کلروفیل برگ، جدول ۵) و همچنین کاهش میزان فتوسنتز خالص ربط داد. در واقع با تنش شوری اعمال‌شده به گیاه، اثرات منفی بر سیستم فتوسنتزی وارد می شود که سبب کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه شده است که به تبع آن از کربوهیدرات کل آن کاسته شده است. در نتیجه تمامی این عوامل (کاهش محتوای آب نسبی برگ، جدول ۵، کلروفیل برگ، جدول ۵)، سبب کاهش عملکرد کل گیاه شده است. در این آزمایش میزان کلروفیل برگ (جدول ۵) تحت تنش شوری کاهش یافت، به‌طوری‌که محتوای نسبی کلروفیل (SPAD) عدد کوچک‌تری را نشان داده که حاکی از کاهش مقدار کلروفیل موجود در برگ است. در واقع کاهش مقادیر محتوای آب نسبی برگ در اثر تنش شوری، از یک طرف به‌دلیل کاهش جذب آب توسط ریشه‌ها و از طرف دیگر افزایش تعرق آب از طریق برگ‌ها می‌باشد که در نهایت منجر به بسته‌شدن روزنه‌های برگ می‌شود، که به تبع آن سبب کاهش فتوسنتز در گیاه می‌شود.

بنابراین کاهش عملکرد گیاهان غیرپیوندی (شاهد) در مقایسه با گیاهان پیوندی روی پایه هیبریدی کدوی شینتوزا را در این آزمایش می‌توان به‌طور خلاصه اینطور بیان کرد که با توجه به این نکته که میزان کلروفیل در گیاهان زنده یکی از عوامل مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است (Jiang & Huang, 2001)؛ بنابراین از جمله عواملی که می‌تواند فتوسنتز را کاهش دهد میزان کاهش کلروفیل است؛ به‌طوری که محتوای نسبی کلروفیل با میزان فتوسنتز رابطه مثبت دارد (Dettori, 1985). از سوی دیگر با افزایش تنش شوری، محتوای نسبی آب برگ کاهش پیدا می‌کند که علت کاهش محتوای نسبی آب، کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش جذب آب از ریشه‌ها در شرایط شور می‌باشد. با کاهش محتوای نسبی آب برگ، فتوسنتز و فرآوری دی‌اکسیدکربن کاهش پیدا می‌کند (Lawlor & Cornic, 2002). بنابراین می‌توان

Archive of SID

www.SID.ir

گفت که کاهش در رشد رویشی و به‌تبع آن کاهش ظرفیت فتوسنتزی، سبب کاهش عملکرد محصول می‌گردد.

می‌توان نتیجه گرفت که افزایش محتوای نسبی کلروفیل برگ، سبب افزایش فتوسنتز شده است، لذا افزایش عملکرد بالای گیاهان پیوندی روی پایه کدوی هیبریدی شینتوزا را می‌توان به فتوسنتز بالا و تولید ترکیبات کربوهیدراته بیشتر این گیاهان در مقایسه با گیاهان شاهد غیرپیوندی نسبت داد).

نتیجه‌گیری کلی

به‌کارگیری تکنیک پیوند با استفاده از پایه‌های هیبریدی و بومی مورد بررسی، اثرات مثبتی بر صفات رویشی و عملکرد گیاه هندوانه رقم چارلستون‌گری داشت. همچنین در بین پایه‌های مورد استفاده، پایه کدوی دورگه شینتوزا به‌دلیل کاهش غلظت عناصر سدیم و کلر در برگ و نیز به‌دلیل داشتن عملکرد و صفات رویشی مناسب نسبت به سایر پایه‌ها و گیاهان غیرپیوندی، ضمن مطالعات تکمیلی می‌تواند به‌عنوان یک پایه مناسب برای هندوانه رقم چارلستون‌گری در مناطقی با منابع آبی لب شور و شور معرفی شود. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق برای مناطق با آب شور، استفاده از پایه شینتوزا برای هندوانه رقم چارلستون‌گری برای کاهش اثرات زیان‌بار شوری توصیه می‌شود.

جدول ۸. تجزیه واریانس برخی صفات کمی و کیفی میوه هندوانه رقم چارلستون‌گری پیوندی و غیرپیوندی تحت سطوح مختلف شوری

Table 8. Analysis of variance of some quantitative and qualitative characteristics of watermelon fruit (Charleston Gray cultivar) grafted and non-grafted under different levels of salinity

Source of Variances	df	Total yield	Number of fruit	Fruit weight	Fruit flesh thickness	Fruit skin thickness	Total soluble solids	Titratable acidity (%)	Fruit flesh dry matter	Fruit length
Saline	2	1296.13**	5.56**	65.13**	6.56**	0.03^{ns}	19.9*	1.7 ^{ns}	10.2 **	12*
Error(a)	4	8.29	0.25	4.32	0.56	0.03	0.21	0.1	0.65	0.21
Mp	8	1304.42	1.81	103.42	2.28	0.05	20.11	0.8	0.9	12.21
Rootstock	5	112.16**	4.96**	21.23**	6.96**	0.45^{ns}	1.3^{ns}	1.2 ^{ns}	13.2 ^{ns}	26.9^{ns}
Rootstock × Saline	10	145373.9^{ns}	27.58^{ns}	124.9^{ns}	32.58^{ns}	0.02^{ns}	25.87^{ns}	3.04 ^{ns}	130. 4 ^{ns}	322.8^{ns}
Error (b)	30	11.02	8.3	6.02	5.3	0.01	0.91	0.9	1.25	1.09
Sp	45	168.81	2050.20	38.81	215.8	0.04	11.71	2.4	62.4	48.49
%CV Mp	-	14.5	8.8	5.2	7.8	6.82	10.5	3.2	3.5	6.4
CV Sp%	-	12.8	5.2	2.8	3.2	4.21	6.7	1.5	1.5	3.3

**، ns: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

M_p: کرت اصلی، S_p: کرت فرعی.

**, ns: Significantly differences at 1% of probability level, and non-significant, respectively.

M_p: Main-plot, S_p: Sub-plot

جدول ۹. مقایسه میانگین‌های اثرات پایه‌ها و سطوح مختلف شوری بر برخی صفات کمی و کیفی میوه هندوانه رقم چارلستون‌گری پیوندی و غیرپیوندی

Table 9. Comparison of means of effects of rootstocks and salinity different levels on some quantitative and qualitative characteristics of watermelon fruit (Charleston Gray cultivar) grafted and non-grafted

Graft Combnation / Salinity levels	Total yield (kg/ha)	Number of fruit plant	Fruit weight (kg)	Fruit flesh thickness (cm)	Total soluble solids (Brix)	Titratable acidity (%)	Fruit flesh dry matter (%)	Fruit length (cm)
ch onto sh	28467a	3.5a	2.65a	3.5a	9.5d	0.08a	9.45c	39.5a
ch onto bg	23554ab	2.5ab	2.32b	2.5ab	8.5d	0.07a	9.33c	38.2a
ch onto p	17535b	2b	2.1bc	2b	8.5d	0.07a	9.10c	36a
ch onto bc	15979b	2bc	2c	2bc	8d	0.09a	9.05c	37a
ch onto kerm	24979ab	2.5ab	2.5ab	2.5ab	9.5d	0.07a	9.20c	39.2a
ch onto ham	25979ab	2b	2.5ab	2b	11.6b	0.09a	9.25c	38.5a
ng	10496c	1.5b	1.45d	1.5b	10.52bc	0.09a	9.35c	39.6a
0	27687a	3a	2.7a	3a	8.89c	0.07a	12.40a	39.5a
30	17624b	2.5ab	2.1b	2.5ab	12.5b	0.08a	10.78b	28.2b
60	8250c	2b	1.65c	2b	13.65a	0.07a	9.89c	20.5c

در هر ستون، میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار هستند.

چارلستون گری پیوندی روی شینتوزا، چارلستون گری پیوندی روی کدوی قلیانی، چارلستون گری پیوندی روی کدوی مسمائی، چارلستون گری پیوندی روی هندوانه ابوجهل، چارلستون گری پیوندی روی هندوانه کرمانشاه، چارلستون گری پیوندی روی هندوانه همدان و چارلستون گری غیر پیوندی.

Means in each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% probability level.

Charleston Gray grafted onto Shintozwa: ch onto sh, Charleston Gray grafted onto Buttle gourd: ch onto bg, Charleston Gray grafted onto pepo: ch onto p, Charleston Gray grafted onto Bitter cucumber:ch onto bc, Charleston Gray grafted onto Kermansha water melon: ch onto kerm, Charleston Gray grafted onto hamedan water melon: ch onto ham, non grafted: ng.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Journal Agronomy*, 23, 112-121.
2. Ashouri, M., Hassanpour, A. & Zakerian, A. (2008). Investigating the effect of graft type on growth and yield of watermelon on cucurbit rootstock. *Journal of Horticulture Science*, 32, 31-40. (in Farsi)
3. Castrillo, M. & Calcargo, A. M. (1998). Effects of water stress and rewatering on ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase activity, chlorophyll and protein contents in two cultivars of tomato. *Journal of Horticultural Science*, 64, 717-724.
4. Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., Koren, A. & Edelstein, M. (2007). Introducing grafted cucurbits to modern agriculture.The Israeli Experience. *Plant Disease*, 91(3), 916-923.
5. Colla, G., Rouphael, Y., Cardarelli, M., Massa, D., Salerno, A. & Rea, E. (2006).Yield, fruit quality and mineral composition of grafted melon plants grown under saline conditions. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(1), 146-152.
6. Colla, G., Cardarelli, M., Fiorillo, A., Rouphael, Y. & Rea, E. (2012). Enhancing nitrogen use efficiency in cucurbitaceae crops by grafting. Proc.1S on GreenSys 2011.
7. Colla, G. (2014).Vegetable grafting for abiotic stress tolerance: current status and advances through the cost action fa1204. In: Proceedings of *the First International Symposium on Vegetables Grafting*, Wuhan, China, 17-21 March 2014.
8. Darryl, D. (2007). *Nutrient management for cucurbits: melons, pumpkin, cucumber and squash*. Department of crop and soil sciences. Michigan State University.
9. Davis, A. R., Perkins-Veazie, P., Sakata, Y., Lopez-Galarza, S., Maroto, J. V., Lee, S. G., Huh, Y. C., Sun, Z., Miguel, A., King, S. R., Cohen, R. & Lee, J. M. (2008). Cucurbit grafting. *Critical Review in Plant Sciences*, 27, 50-74.
10. Dettori, S. (1985). Leaf water potential, stomatal resistance and transpiration response to different watering in almond, peach and pixy plum. II International symposium on irrigation of horticultural crops. *Acta Horticulturae*, 171, 253-258.
11. Edelstein, M. & Ben-Hur, M. (2014). Grafting: a useful tool to increase tolerance to toxic elements in vegetables under arid and semiarid condition. In: Proceedings of *the First International Symposium on Vegetables Grafting*, Wuhan, China, 17-21 March 2014.
12. Edelstein, M., Ben-Hur, M., Ju-Young, Y., Bernstein, N., Nasser, A., Baumkoler, F. & Gerstl, Z. (2015). Preventing entry of pharmaceuticals (carbamazepine) into the food chain by using grafting plants. In: *V International Symposium on Cucurbits*. Cartagena, Murcia, Spain.
13. Edelstein M., Cohen R., Baumkoler F., Ben-Hur M. (2016). Using grafted vegetables to increase tolerance to salt and toxic elements. *Israel Journal of Plant Sciences*, 1-18.
14. FAOSTAT. (2015). 23 June 2015. http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx.
15. Gonzales, P. R. & Salas, M. L. (1995). Improvement of the growth, grain yield, and nitrogen, phosphorus and potassium nutrition of grain corn through weed control.*Plant Nutrition*, 18, 3313-3324.
16. Gonzalea, L. & Gonzalez-Vilar, M. (2003). *Determination of Relative Water Content.In Handbook of plant ecophysiology techniques*, 207-212. (Eds J. Manuel and R. Goger). London: Kluwer Academic Publishers.
17. Goreta, S., Bucevic-Popovic, V., Selak, G. V., Pavela-Vrancic, M. & Perica, S. (2008).Vegetative growth, superoxide dismutase activity and ion concentration of saltstressed watermelon as influenced by rootstock. *Journal of Horticultural Science*, 146, 695-704.
18. Hejazi, A., Shahrudi, M. & Ardforush, M. (2007). *Index method of plant analiyes*. (7th ed.). (pp.197-234). (in Persian)
19. Huang, Y., Zhu, J., Zhen, A., Liu, Z., Lei, B., Niu, M., Xie, J., Sun, J., Cao, H. & Bie, Z. (2015). Effectiveness and mechanism of rootstock grafting to increase cucumber salt tolerance. In: *V International Symposium on Cucurbits*. Cartagena, Murcia, Spain.
20. Jiang, Y. & Huang, N. (2001). Drought and heat stress injury to two cool-season turf grasses in relation to antioxidation metabolism and lipid peroxidation. *Crop Science*, 41, 436-442.
21. Kato, T. & Sasaya, S. (1986). Effect of rootstockon the yield mineral nutrition in cucumber. *Robotics and Mechatronics*, 11, 213-219.
22. Khad, N (2004). Effects of irrigation, mulch, nitrogen and potassium on fruit yield and economics of watermelon.*Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 20 (1), 40-43.
23. Lawlor, D. W. & Cornic, G. (2002). Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant, Cell and Environment*, 25, 275-294.
24. Lee, J. M. (1994). Cultivation of grafted vegetables 1. Current status, grafting methods, and benefits, *HortScience*, 29, 235-239.
25. Lee, J. M. & Oda, M. (2003) .Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Horticultural Reviews*, 28, 61-124.

Archive of SID

www.SID.ir

26. Madhava Roa, K. V., Raghavendra, A. S. & Janardhan Reddy, K. (2006). *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants* (Eds.),15-39. Springer, printed in Netherland.
27. Martins, A. L. C., Batagha, O. C., Camargo, O. A. & Contarella, H. (2003). Corn yield and uptake of Cu, Fe, Mn and Zn from sewage sludge-amend soil with and without liming. *Revista-Basilica Deciencia*, 27, 563-574.
28. Mostofi, Y. & Najafi, F. (2005). *Laboratory manual of analytical techniques in horticulture*. (Translation). Tehran University Press. Page 85. (in Farsi)
29. Ozlem, A., Ozdemir, N. & Gunen, Y. (2007). Effect of grafting on watermelon plant growth, yield and quallity.*Journal of Agronomy*, 6, 362-365.
30. Proietti, S., Rouphael, Y., Colla, G. & Battistelli, A. (2008). Fruit yield of mini- watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 88(6), 1107-1114.
31. Rivero, R. M., Ruiz, J.M. &Romero, L. (2003). Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Food, Agriculture and Environment*, 1, 70-74.
32. Romero, L., Belakbir, A., Ragala, L. & Ruiz, M. J. (1997). Response of plantyield and leaf pigments to saline conditions: effectiveness of different rootstocks in melon plant (*Cucumis melo* L.). *Soil Science and Plant Nutrition*, 43, 855-862.
33. Saberi, M. H., Zolfagharan, A., Nasrabad, A. A. & Atarodi, B. (2006). Effect of salinity on yield and yield componenets of watermelon cultivars. *Seed and Plant Production*, 22, 103-111.
34. Saied, A. S., Keutgen, N. & Noga, G., (2003). Effects of NaCl stress on leaf growth, photosynthesis and ionic contents of strawberry cvs ‘Elsanta’ and ‘Korona’. In: Pardossi, A., Serra, G., Tognoni, F. (Eds.), *International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Saline Environment*. *International Society of Horticultural Science*, Pisa, pp. 67-73.
35. Staples, R. C. & Toenniessen, G. H. (1984). *Salinity tolerance in plants*. John Wiley and Sons. Pp: 443.
36. Yang, Y., Wang, L., Tian, J., Li, J., Sun, J. & He, L. (2012). Proteomic studyparticipating the enhancement of growth and salt tolerance of bottle gourd rootstock grafted watermelon seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*, 58, 54-65.
37. Yanjuan, Y., Li, Y., Wanga, L. & Guoa, S. (2015). Bottle gourd rootstock-grafting promotes photosynthesis by regulating the stomata and non-stomata performances in leaves of watermelon seedlings under NaCl stress. *Journal of Plant Physiology*, 186-187, 50-58.
38. Yetisir, H. & Uygur, V. (2010). Responses of grafted water melon on to different gourd species to salinity stress. *Plant Nutrition*, 33, 315-327.

Archive of SID

www.SID.ir