

به کارگیری روش پیوند در هندوانه شوگر بی بی (*Citrullus lanatus* cv. Sugar Baby) در شرایط شوری

داریوش رمضان^۱، فاطمه مرادی پور^{۲*}، بهمن زاهدی^۳، کبری سپهوند^۳ و رضا باقری^۱

^۱گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران، ^۲گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
^۳گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۱۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۰۹/۲۱)

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که موجب خسارت شدید به محصولات باغی و زراعی و همچنین کاهش تنوع زیستی گیاهی می‌گردد. امروزه استفاده از روش پیوند موجب افزایش تحمل به شوری شده و در نهایت محصولات با کیفیت تری تولید شده است. در این پژوهش هندوانه رقم شوگر بی بی روی پایه‌های رقم‌های کدوی شیتوزا (*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*)، خورشی (*Cucurbita pepo*)، قلیانی توده بومی گیلان (*Lagenaria siceraria* var *gilan*)، هندوانه ابوچهل توده بومی کرمان (*Citrullus colocynthis*) var *kerman* و رقم‌های هندوانه توده محلی کرمانشاه (*Citrullus lanatus* var *Kermanshah*) و همدان (*Citrullus lanatus* var *hamedan*) به روش حفره‌ای در شرایط گلخانه پیوند شدند. گیاهان پیوندی و غیر پیوندی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در شرایط گلخانه و مزرعه قرار گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد که محتوای عناصر سدیم و کلر در برگ گیاهان پیوندی روی پایه شیتوزا و کدوی خورشی در هر دو تیمار شوری کمتر از گیاهان غیر پیوندی بود. تغییرات نسبی (درصد افزایش) محتوای نسبی آب برگ گیاهان پیوندی روی پایه شیتوزا در مقایسه با گیاهان غیر پیوندی ۲۱/۱۶ درصد بود. همچنین بیشترین (۴۳۰ گرم) و کمترین (۲۸۵ گرم) وزن تر اندام هوایی به ترتیب به هندوانه شوگر بی بی پیوندی روی کدوی شیتوزا و هندوانه شوگر بی بی غیر پیوندی مربوط بود. بیشترین (۸/۷۶) و کمترین (۵/۸۴) مقدار مواد جامد محلول گوشت میوه به ترتیب به سطح شوری ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و تیمار شاهد (صفر میلی‌مولار کلرید سدیم) مربوط بود. اختلافی بین پایه‌های پیوندی از نظر مواد جامد محلول میوه وجود نداشت لذا پایه‌های مورد بررسی تأثیر منفی بر کیفیت میوه هندوانه رقم شوگر بی بی نداشتند. گیاهان پیوندی روی پایه شیتوزا و کدوی خورشی به ترتیب بیشترین (۱۸۷۸۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۰۱۵۴ کیلوگرم در هکتار) عملکرد را نشان دادند. با توجه به نتایج این پژوهش، پایه شیتوزا می‌تواند به عنوان پایه‌ای مناسب و متحمل جهت پیوند هندوانه رقم شوگر بی بی تحت شرایط تنش شوری معرفی شود.

کلمات کلیدی: پایه‌های پیوندی، پیوندک، عملکرد، کدوی شیتوزا

است که خسارات فراوانی به تولید محصولات کشاورزی وارد می‌سازد. به منظور کاهش یا توقف تنش شوری در گیاهان راهکارهای متعددی توسط محققان مختلف ارائه شده که در

مقدمه

تنش شوری از عوامل محدود کننده در تولیدات کشاورزی

رویشی، عملکرد و اندازه میوه هندوانه‌های پیوندی رقم 3x313 بر روی پایه TZ-148 تحت شرایط آبیاری با آب لب شور، بیشتر از گیاهان غیرپیوندی بود (Edelstein *et al.*, 2016). کیفیت میوه هندوانه‌های پیوندی تحت شرایط تنش شوری ملایم، بهتر از گیاهان غیرپیوندی گزارش شده است (Proietti *et al.*, 2008).

با توجه به تحمل پایه‌های هیبریدی به آب‌های شور و لب شور و همچنین منابع آبی ناشی از فاضلاب که دارای عناصر سنگین و سمی می‌باشند، می‌توان از این نوع منابع آبی برای تولید گیاهان جالیزی در مناطقی که دچار کمبود آب هستند، بهره جست (Cohen *et al.*, 2007). بنابراین از آنجایی که به دلیل مصرف بی‌رویه از کودهای شیمیایی و استفاده از آب شور در آبیاری محصولات، سالانه با افزایش شوری در اراضی زراعی رو به رو هستیم هدف از این تحقیق یافتن پایه‌های متحمل به شوری برای جلوگیری از کاهش صفات کمی و کیفی در هندوانه بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بصورت دو آزمایش جداگانه‌ای که در گلخانه به صورت کرت‌های خرد شده و در مزرعه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مجموعه تحقیقاتی وابسته به دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در سال ۱۳۹۵ اجرا گردید. در این آزمایش از رقم هندوانه شوگر بی‌بی استفاده شد. در این پژوهش عوامل آزمایشی شامل شش پایه پیوندی شامل رقم‌های کدوی هیبریدی شیتوزا، کدو قلیانی (توده بومی ایران، جمع آوری شده از استان گیلان)، کدو خورشیدی (کدوی مسمانی)، هندوانه ابوجهل (توده بومی استان کرمان)، هندوانه توده بومی کرمانشاه و هندوانه توده بومی همدان و گیاهان غیرپیوندی (شاهد) و همچنین تیمار شوری در دو سطح NaCl (۳۰ و ۶۰ میلی مولار) بودند. بذور پایه و پیوندک در گلدان‌های پلاستیکی با ارتفاع ۱۲ و قطر دهانه هشت سانتی‌متر حاوی کوکوپیت و پرلیت (۳۰:۷۰ درصد حجمی) در ۲۰ فروردین و در شرایط

این بین به کارگیری روش پیوند سبزی‌های میوه‌ای می‌تواند به عنوان یک رویکرد مناسب برای افزایش تحمل به شوری در گیاهان استفاده شود (Huang *et al.*, 2015). افزایش تحمل به شوری در سبزی‌های پیوندی اغلب در رابطه با سیستم ریشه‌ای آنها است. بنابراین خصوصیات ریشه، عامل مهمی جهت تسهیل یا کاهش اثرات مخرب تنش شوری بر رشد شاخساره و عملکرد گیاهان پیوندی است. همچنین اغلب افزایش تحمل به شوری در سبزی‌های پیوندی در ارتباط با مقادیر پائین‌تر یون‌های Na^+ و Cl^- موجود در شاخساره آنهاست (Colla *et al.*, 2012, 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).

بر اساس آزمایش انجام شده، شوری اثر معنی‌داری بر عملکرد، کیفیت میوه و نیز پاره‌ای از صفات رویشی هندوانه های ارقام تجاری چارلستون گری، کریسمون سویت و شوگر بی‌بی نداشت (Ruize *et al.*, 1997). مشخص شده است که گیاه هندوانه تحمل متوسطی به شوری آب آبیاری دارد همچنین غلظت کل مواد جامد محلول میوه با افزایش سطوح شوری آب افزایش می‌یابد در صورتی که عملکرد و اندازه میوه‌ها تحت تأثیر منفی شوری آب و خاک قرار می‌گیرند (Colla *et al.*, 2012, 2014). همچنین در پژوهشی، شوری سبب کاهش ۴۱ درصدی در رشد اندام‌های هوایی گیاه هندوانه شد و همچنین تفاوت معنی‌داری در عملکرد میوه بین شرایط شور و نرمال وجود نداشت (Yetisir and uygur, 2010). در بررسی‌های صورت گرفته، مشخص شد که عملکرد و برخی از صفات رویشی هندوانه‌های پیوندی بر روی کدو خورشیدی و کدو حلواپی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی، بهبود یافت. بر اساس نتایج این تحقیق کدو خورشیدی پایه مناسب‌تری برای این گیاه گزارش شد (Ashouri *et al.*, 2008).

در پژوهش دیگری مشخص شد که کاهش وزن شاخساره و سطح برگ هندوانه‌های پیوندی رقم فانتسی روی پایه شیتوزا تحت شرایط تنش شوری در مقایسه با گیاهان شاهد، کمتر است (Goreta *et al.*, 2008). همچنین در آزمایشی، رشد

جدول ۱- فرمول غذایی مورد استفاده برای تغذیه تیمارها (گرم در ۱۰۰۰ لیتر محلول غذایی)

Fe	K ₂ SO ₄	K ₃ PO ₄	MgSO ₄	KNO ₃	CaNO ₃
۲۵	۱۰۰	۲۵۰	۳۵۰	۲۰۰	۵۰۰
Cu	Si	Mo	Zn	Br	Mn
۸	۳۰	۴	۱۸	۴۰	۵۰

اضافه کردن نمک به سطح شوری مورد نظر رسید. برداشت میوه‌ها ۹۷ روز پس از انتقال نشاء انجام شد. در این تحقیق اندازه‌گیری شاخص های 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، مواد جامد محلول (مستوفی و نجفی، ۱۳۸۴) با استفاده از رفراکتومتر دستی (مدل Kruss ساخت کشور آلمان) ، درصد ماده خشک گوشت میوه، ضخامت پوست (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) اندازه‌گیری شد (حجازی زاده و همکاران، ۱۳۸۳). برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ از دستگاه کلروفیل متر (Chlorophyll meter SPAD-502Konica (Minolota, Osaka, Japon) استفاده شد. همچنین اندازه‌گیری میزان کلروفیل کل و پرولین برگ با دستگاه اسپکتروفتومتر صورت گرفت (Arnon, 1967; Bates *et al.*, 1973). فعالیت آنزیم کاتالاز به روش چانس و مهلی (Chance and Maehly, 1955) با اندکی تغییرات مورد سنجش قرار گرفت. سنجش فعالیت آنزیم از طریق اندازه‌گیری تجزیه آب اکسیژنه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد. سرعت واکنش آنزیمی به صورت تغییرات جذب بر زمان (OD/min) در طول موج nm ۲۴۰ برای یک دقیقه ثبت گردید. فعالیت آنزیمی با ضریب خاموشی $40 \mu\text{Mcm}^{-1}$ محاسبه شد و فعالیت آنزیم در نهایت بر حسب واحد در میلی‌گرم پروتئین محاسبه شد. برای سنجش فعالیت سیتیکی آنزیم پراکسیداز از روش سزار و همکاران (Cesar *et al.*, 2010) استفاده گردید. بدین طریق که منحنی جذب عصاره آنزیمی در طول موج ۴۷۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Jenway ساخت کشور انگلستان)

گلخانه کشت گردید. در ۱۰ اردیبهشت ماه (ظهور اولین برگ حقیقی) پیوند به روش حفره‌ای انجام شد. در حدود دو هفته بعد از پیوند بوته‌ها به زمین اصلی انتقال داده شدند. در این پژوهش اعمال تنش شوری در شرایط گلخانه (به منظور بررسی شاخص‌های رشدی، صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه به جز میوه) و مزرعه (اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی مربوط به میوه) انجام شد. با توجه به این که گیاهان پیوندی بعد از انتقال بسیار حساس به شوری بوده لذا تیمارهای شوری تا حدود ۱۵ روز بعد از انتقال نشاءهای پیوندی و غیرپیوندی به بستر اصلی کشت، اعمال نگردید. جهت تغذیه نشاءهای پیوندی و غیرپیوندی در گلخانه طبق جدول یک از محلول غذایی استفاده شد. آبیاری تیمارها در گلخانه با محلول غذایی مربوطه سه نوبت در روز انجام شد و در هر هفته روزی یک بار آبیاری سنگین بستر کشت صورت پذیرفت. اعمال تیمار شوری در شرایط گلخانه و مزرعه به تدریج صورت گرفت به این صورت که ابتدا پایین‌ترین سطح شوری داده شد و سپس بر غلظت آن افزوده شد (Howrd, 2012). جهت آبیاری گیاهان در گلخانه از سیستم جریان عمیق محلول غذایی استفاده شد بدین صورت 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 بدین صورت بود که ابتدا واحدهای آزمایشی با آب صفر میلی‌مولار و سپس ۳۰ و ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم هر یک به مدت ۶ ساعت آبیاری شدند و برای جلوگیری از اختلاط آب‌ها ابتدا جوی آبیاری به مدت 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

نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بین پایه‌های پیوندی از نظر مقادیر پتاسیم میوه وجود ندارد. بیشترین (۱۷/۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) و کمترین (۱۲/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) میزان پتاسیم برگ به ترتیب به گیاهان غیرپیوندی و گیاهان پیوندی روی هندوانه توده بومی همدان اختصاص داشت. همچنین از لحاظ میزان پتاسیم ریشه تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف شوری وجود داشت و با افزایش سطوح شوری از صفر میلی‌مولار که میزان پتاسیم ریشه (۱۱/۲۴ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) بود به ۶۰ میلی‌مولار که میزان پتاسیم ریشه (۲/۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) بود یک روند کاهشی در میزان پتاسیم ریشه مشاهده شد.

کلر میوه، برگ و ریشه: با توجه به جدول دو، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بین پایه‌های پیوندی از لحاظ میزان کلر میوه وجود نداشت. همچنین بیشترین و کمترین میزان کلر برگ به ترتیب به گیاهان غیرپیوندی و پیوندی روی کدوی شینتوزا مربوط است به طوری که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بین این دو پایه مشاهده می‌شود. با افزایش سطوح شوری مقادیر کلر برگ افزایش یافت و نیز تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بین هر سه سطح شوری از نظر میزان کلر برگ وجود دارد. نتایج مربوط به کلر ریشه نشان داد که بیشترین (۳۶/۹۸ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) میزان مربوط به ریشه گیاه هندوانه ابوجهل بود همچنین کمترین (۲۹/۶۲ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) مقدار کلر ریشه به هندوانه توده بومی همدان مربوط است به طوری که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد از این نظر وجود داشت و نیز بین هر سه تیمار شوری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد از نظر میزان کلر برگ وجود دارد.

گیاهان پیوندی چندین مکانیسم را برای جلوگیری از خسارت فیزیولوژیکی ایجاد شده 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 می

قرائت شد. فعالیت آنزیمی با استفاده از ضریب خاموشی گایاکول پراکسیداز $26.76 \mu M cm^{-1}$ محاسبه شد و فعالیت آنزیم در نهایت بر حسب واحد در میلی‌گرم پروتئین محاسبه شد. همچنین میزان محتوای آب نسبی برگ نیز محاسبه شد (Gonzalez and Gonzalez-Vilar, 2003). برای اندازه‌گیری میزان یون‌های پتاسیم، سدیم و کلر از روش تهیه عصاره از نمونه خشک شده برگ و ریشه استفاده شد. برای اندازه‌گیری پتاسیم و سدیم از دستگاه فلیم فتومتر و برای اندازه‌گیری کلر از روش تیتراسیون با نیترات نقره استفاده شد (Staples and Toenniessen, 1984).

داده‌های این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS و به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی (گلخانه) و به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی (مزرعه) با سه تکرار تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی طبقه‌بندی شدند.

نتایج

سدیم میوه، برگ و ریشه: با توجه به نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) بیشترین و کمترین مقدار سدیم میوه به ترتیب به گیاهان غیر پیوندی و گیاهان پیوندی روی پایه کدوی شینتوزا مربوط بود. همچنین تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بین این دو پایه از نظر مقادیر سدیم میوه وجود داشت. همچنین تفاوت معنی‌داری از نظر سدیم میوه بین سطوح مختلف شوری وجود داشت. بیشترین و کمترین مقدار سدیم برگ به ترتیب به گیاهان غیر پیوندی و گیاهان پیوندی روی پایه هندوانه ابوجهل اختصاص داشت. با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) بیشترین مقدار سدیم ریشه در گیاهان غیر پیوندی (۱۹/۶۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) و کمترین مقدار سدیم ریشه در گیاهان پیوند شده روی پایه کدوی شینتوزا (۶/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) مشاهده شد. تغییرات نسبی (درصد) تأثیر پیوند بر مقادیر سدیم برگ در جدول هفت نشان داده شده است.

پتاسیم میوه، برگ و ریشه: نتایج ارائه شده در جدول دو

جدول ۲-مقایسه میانگین‌های اثرات پایه‌ها و سطوح مختلف شوری بر سدیم، پتاسیم و کلر میوه، برگ و ریشه هندوانه رقم شوگر بی بی پیوندی و غیر پیوندی.

صفات	میوه (mg·kg ⁻¹ DM)			برگ (mg·kg ⁻¹ DM)			ریشه (mg·kg ⁻¹ DM)		
	سدیم	پتاسیم	کلر	سدیم	پتاسیم	کلر	سدیم	پتاسیم	کلر
کدو شیتوزا	۰/۴ ^c	۱۲/۶۷ ^a	۱۸/۲۰ ^a	۰/۴ ^c	۱۶/۳۵ ^a	۱۸/۱۷ ^c	۶/۲۵ ^c	۲/۲۵ ^d	۳۲/۷۴ ^{cd}
کدو قلیانی	۰/۶ ^c	۱۲/۵۲ ^a	۱۷/۱ ^a	۰/۳۵ ^c	۱۵/۱۴ ^b	۱۶/۹۹ ^{cd}	۷/۸۵ ^c	۳/۸۵ ^c	۳۰/۶۵ ^d
کدو خورشی	۰/۸ ^c	۱۲/۲۹ ^a	۱۷/۹ ^a	۳/۱۴ ^b	۱۴/۰۸ ^c	۱۹/۳۹ ^c	۷/۵۵ ^c	۳/۵۵ ^c	۳۲/۵۵ ^{cd}
پایه‌ها هندوانه ابوجهل	۱/۳۱ ^b	۱۳/۳۱ ^a	۱۷/۲ ^a	۰/۰۸ ^c	۱۴/۰۴ ^c	۱۶/۶۳ ^{cd}	۱۷/۶۹ ^b	۸/۶۹ ^b	۳۶/۹۸ ^c
هندوانه توده بومی کرمانشاه	۱/۲۲ ^b	۱۴/۲۲ ^a	۱۹/۹ ^a	۳/۰۴ ^b	۱۴/۲۴ ^c	۲۲/۶۵ ^b	۱۶/۶۵ ^{bc}	۹/۶۵ ^b	۳۰/۶۹ ^{cd}
هندوانه توده بومی همدان	۱/۵۷ ^b	۱۳/۲۷ ^a	۱۸/۹ ^a	۳/۲۴ ^b	۱۲/۱۴ ^d	۲۳/۲۹ ^b	۱۷/۲۵ ^b	۸/۲۵ ^b	۲۹/۶۲ ^d
هندوانه غیر پیوندی (شاهد)	۳/۸۸ ^a	۱۳/۸۸ ^a	۱۹/۴۲ ^a	۷/۱۴ ^a	۱۷/۸۸ ^a	۲۶/۵۴ ^a	۱۹/۶۵ ^a	۱۱/۶۵ ^a	۳۲/۵۵ ^{cd}
سطوح	۰	۱۲/۸۷ ^a	۱۸/۲۰ ^a	۰/۳ ^c	۱۶/۲۴ ^a	۱۶/۹۷ ^c	۶/۲۴ ^c	۱۱/۲۴ ^c	۱۶/۶۸ ^c
شوری (میلی مولار)	۳۰	۱/۵۵ ^b	۱۷/۶۰ ^a	۳/۲۴ ^b	۱۶/۹۶ ^a	۲۲/۵۹ ^b	۱۱/۹۹ ^b	۴/۹۹ ^b	۳۳/۱۹ ^b
۶۰	۳/۹۹ ^a	۱۳/۶۹ ^a	۱۸ ^a	۸/۹۶ ^a	۱۶/۹۶ ^a	۲۶/۸۵ ^a	۱۹/۷۶ ^a	۲/۷۶ ^a	۳۸/۸۸ ^a

*اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی می‌باشند.

نشان می‌دهد که تجمع عنصر پتاسیم در برگ گیاهان در هنگام تنش شوری افزایش می‌یابد آنها علت این امر را مکانیسم جذب فعال این یون دانسته‌اند. 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 بوسيله گیاه می‌گردد نتایج این تحقیق با پژوهش ادلستین و بن هور (Edelstein and Ben-Hur, 2014) مطابقت داشت.

محتوای نسبی آب برگ: به طور کلی محتوای نسبی آب گیاهان مورد آزمایش با افزایش سطح شوری کاهش نشان داد که این کاهش می‌تواند ناشی از کاهش سرعت طویل شدن سلول‌ها و در نتیجه کاهش تورژسانس سلول‌ها و همچنین سخت و ضخیم شدن دیواره سلول‌ها باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که حداکثر (۷۸/۹۰) و حداقل (۶۵/۱۲) میزان محتوای نسبی آب برگ به ترتیب به گیاهان پیوند شده روی پایه شیتوزا و گیاهان غیر پیوندی اختصاص داشت (جدول ۳). با

باشد. در واقع می‌توان بیان نمود که پایه‌های پیوندی می‌توانند تجمع یون‌های کلر و سدیم را در برگ‌ها کاهش دهند. دلیل احتمالی آن می‌تواند مانع شدن یا کاهش جذب یون کلر توسط ریشه‌ها و جایگزین شدن یون پتاسیم بجای یون سدیم در برگ های این گیاهان باشد در این تحقیق نیز گیاهان پیوندی روی پایه شیتوزا 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 هونگ و همکاران (Huang et al., 2015) 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 هونگ و همکاران (Huang et al., 2015) نیز گزارش شده است.

افزایش تحمل به شوری در سبزی‌های پیوندی در ارتباط با مقادیر پائین‌تر یون های Na⁺ و Cl⁻ در شاخساره آنهاست (Colla et al., 2012). همچنین بررسی‌های محققان مختلف

جدول ۳- مقایسه میانگین های اثرات پایه ها و سطوح مختلف شوری بر برخی از صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی برگ هندوانه رقم شوگر بی بی پیوندی و غیر پیوندی.

پراکسیداز (uMg Protein)	شاخص کلروفیل	کلروفیل کل (mg/g FW)	محتوای نسبی آب	صفات	
				تیمار	تیمار
۳/۱۷ ^a	۴۵/۲۲ ^a	۱/۶۵ ^a	۷۸/۹ ^a	کدو شینتوزا	
۲/۹۹ ^{ab}	۴۳/۰۵ ^a	۱/۳۵ ^b	۷۵/۵ ^{ab}	کدو قلبانی	
۲/۳۹ ^c	۳۴/۷۳ ^c	۱/۱۴ ^c	۷۶/۹ ^{ab}	کدو خورشیدی	
۲/۶۳ ^{bc}	۳۶/۳۱ ^b	۱/۰۸ ^c	۷۳/۹۱ ^b	هندوانه ابوجهل	پایه ها
۲/۶۵ ^b	۴۲/۱۲ ^a	۱/۰۴ ^c	۷۰/۱۲ ^c	هندوانه توده بومی کرمانشاه	
۲/۲۹ ^c	۳۷/۰۵ ^c	۱/۲۴ ^c	۷۰/۳۲ ^c	هندوانه توده بومی همدان	
۲/۵۴ ^{bc}	۳۴/۷۳ ^c	۱/۱۴ ^c	۶۵/۱۲ ^d	هندوانه غیر پیوندی (شاهد)	
۲/۹۷ ^c	۴۲/۶۵ ^a	۱/۸۸ ^a	۷۹/۰۵ ^a	۰	
۳/۲۹ ^{ab}	۴۰/۷۰ ^a	۱/۲۴ ^b	۷۰/۹ ^b	۳۰	سطوح شوری (میلی مولار)
۳/۸۵ ^a	۳۶/۸۸ ^b	۰/۹۶ ^c	۶۵ ^c	۶۰	

* اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی می باشند.

برگ مربوط به گیاهان پیوندی روی پایه کدو شینتوزا بود. همچنین بین هر سه سطح شوری تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد از نظر مقادیر کلروفیل کل برگ وجود داشت (جدول ۳). 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 هندوانه های پیوندی روی پایه کدو را می توان مربوط به فعالیت بهتر آنزیم های موجود در چرخه کالوین همانند آنزیم رایبیسکو دانست نتایج این تحقیق با نتایج یانگ و همکاران (Yang et al., 2012) همخوانی داشت.

شاخص کلروفیل برگ: حداکثر (۴۵/۲۲) شاخص کلروفیل برگ مربوط به ترکیب پیوندی هندوانه شوگر بی بی روی پایه شینتوزا بود همچنین با افزایش سطح شوری مقدار شاخص کلروفیل به طور معنی داری کاهش یافت. همچنین بین سطح شوری ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم و شاهد تفاوت معنی داری از لحاظ مقادیر شاخص کلروفیل برگ وجود نداشت و هر دو در یک کلاس آماری قرار دارند (جدول ۳). پیشنهاد شده است که پایه های کدو از طریق فعال نمودن بیان یکسری از ژن های

توجه به جدول ۷، محتوای نسبی آب برگ هندوانه های پیوندی روی پایه شینتوزا در مقایسه با گیاهان غیر پیوندی ۲۱/۱۶ درصد افزایش داشته است. به طور کلی تفاوت در مقادیر آب برگ گیاهان می تواند به توانایی روزه ها برای کاهش و از دست رفتن آب باشد. بنابراین یکی از دلایل احتمالی افزایش محتوای نسبی آب برگ در پایه های کدو در مقایسه با گیاهان غیر پیوندی را می توان به رشد بیشتر ریشه و جذب بیشتر آب در این پایه ها نسبت داد (همچنین به نظر می رسد 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 بدلیل سیستم ریشه ای توسعه یافته و وسیعی که دارند از توانایی جذب آب و مواد غذایی مناسبی برخوردارند این نتایج با پژوهش سایر محققین داریل (Darryl, 2007) همخوانی داشت.

کلروفیل کل برگ: همان طوری که جدول مقایسه میانگین ها نشان می دهد اختلاف معنی داری بین میانگین های کلروفیل کل برگ بین گیاهان پیوندی و شاهد وجود داشت. بیشترین (۱/۶۵) میلی گرم بر گرم وزن تر) میزان کلروفیل کل

جدول ۴- مقایسه میانگین های اثرات متقابل پایه ها و سطوح مختلف شوری بر فعالیت آنزیم کاتالاز برگ، پرولین برگ و طول گیاه هندوانه رقم شوگر بی بی پیوندی و غیر پیوندی.

طول بوته (cm)	پرولین برگ (uM g FW)	فعالیت آنزیم کاتالاز (uMg Protein)	پایه ها	سطوح شوری (میلی مولار)
۲۳۵ ^a	۶/۵ ^f	۰/۹۵ ^d	کدوی شیتوزا	
۲۲۰ ^a	۵/۹ ^g	۰/۶۵ ^e	کدوی قلیانی	
۱۸۴ ^b	۵/۳ ^g	۰/۵۵ ^f	کدوی خورشی	۰
۹۲ ^e	۵/۹ ^g	۰/۷۸ ^{de}	هندوانه ابوجهل	
۱۸۵ ^b	۵/۹ ^g	۰/۶۹ ^e	هندوانه توده بومی کرمانشاه	
۱۶۸ ^c	۵/۴۲ ^g	۰/۶۲ ^e	هندوانه توده بومی همدان	
۱۵۴ ^{cd}	۵/۲۰ ^g	۰/۵۵ ^f	هندوانه شوگر بی بی غیر پیوندی (شاهد)	
۲۰۰ ^{ab}	۱۰/۵۵ ^e	۱/۹۵ ^b	کدوی شیتوزا	
۱۹۸ ^b	۹/۵ ^e	۱/۳۵ ^{cd}	کدوی قلیانی	
۱۷۴ ^b	۹/۹ ^e	۱/۵۵ ^c	کدوی خورشی	
۸۲ ^{eg}	۸/۵ ^e	۱/۲۲ ^{cd}	هندوانه ابوجهل	۳۰
۱۶۵ ^c	۷/۹ ^{ef}	۱/۲۹ ^{cd}	هندوانه توده بومی کرمانشاه	
۱۵۲ ^{cd}	۹/۹ ^e	۱/۶۲ ^{bc}	هندوانه توده بومی همدان	
۱۴۴ ^d	۶/۴۲ ^f	۰/۹۵ ^d	هندوانه شوگر بی بی غیر پیوندی (شاهد)	
۱۸۵ ^b	۲۸/۲۰ ^a	۲/۲۵ ^a	کدوی شیتوزا	
۱۶۸ ^c	۲۶/۱ ^a	۱/۹۵ ^b	کدوی قلیانی	
۱۴۶ ^d	۲۲/۹ ^b	۱/۸۹ ^b	کدوی خورشی	
۵۳ ^f	۲۰ ^c	۲/۱۸ ^a	هندوانه ابوجهل	۶۰
۱۳۸ ^{de}	۲۳/۹ ^b	۲/۰۹ ^{ab}	هندوانه توده بومی کرمانشاه	
۱۲۰ ^{de}	۲۱/۹ ^c	۲/۱۲ ^{ab}	هندوانه توده بومی همدان	
۱۱۵ ^{de}	۱۸/۴۲ ^d	۱/۸۵ ^b	هندوانه شوگر بی بی غیر پیوندی (شاهد)	

*اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی می باشند.

سطوح شوری مقادیر فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ افزایش یافت همچنین از لحاظ آماری تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد از نظر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز بین هر سه سطح تیمار شوری وجود داشت. نتایج مربوط به فعالیت آنزیم کاتالاز برگ (جدول ۴) نشان می دهد که در سطح شوری ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم تفاوت معنی داری از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بین گیاهان پیوندی روی پایه شیتوزا و گیاهان غیر پیوندی وجود دارد به طوری که در دو

خاصی که در تولید آنزیم هائی که در ارتباط با فعالیت آنزیم رویسکو می باشند، بر بهبود شرایط فتوشیمیائی و فتوسنتزی هندوانه های پیوندی تحت شرایط شوری، مؤثر است نتایج این تحقیق با نتایج یانجونت و همکاران (Yanjuan et al., 2015) که فعالیت آنزیم رویسکو را در بهبود شرایط هندوانه تحت تنش شوری مؤثر دانستند همخوانی داشت.

فعالیت آنزیم های پراکسیداز و کاتالاز برگ: نتایج جدول مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد (جدول ۳) که با افزایش

آزاد تولید شده، از دو سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی استفاده می‌کنند (Gechev et al., 2002). بدین صورت که مقدار گونه‌های فعال اکسیژن در سلول‌های گیاهی به وسیله آنتی‌اکسیدان‌ها تنظیم می‌شود. افزایش فعالیت این دو آنزیم تحت تنش شوری در پایه‌های پیوندی را می‌توان به این صورت توجیه نمود که با توجه به نقش ساختاری عناصر ریز مغذی از جمله آهن در ساختار بسیاری از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله آنزیم پراکسیداز و همچنین نقش این عناصر (آهن و روی به عنوان کوفاکتور در ساختار بسیاری از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت وجود دارند) در سنتز پروتئین‌ها از جمله دلیل فعالیت بالای این آنزیم در برگ گیاهان پیوندی تحت تنش شوری باشد. همچنین بر اساس گزارشات پریدا و داس (Parida and Das, 2005) عنصر آهن در فعالیت آنزیم‌های مشخصی از جمله پراکسیداز و کاتالاز نقش دارد بطوری که این آنزیم‌ها دارای آهن پورفیرین هستند و به عنوان گروه‌های پروستتیک، نقش ویژه‌ای را در متابولیسم گیاهی ایفا می‌کنند.

پرویلین برگ: با توجه به جدول ۴، با افزایش سطح شوری مقادیر پرویلین برگ گیاهان پیوندی و غیرپیوندی افزایش یافت. همچنین در سطح شوری ۶۰ میلی مولار بیشترین (۲۸/۲۰ میکرو مول بر گرم وزن تر برگ) و کمترین (۱۸/۴۲ میکرو مول بر گرم وزن تر برگ) مقادیر پرویلین برگ به ترتیب به گیاهان پیوندی روی کدوی شیتتوزا و گیاهان شاهد مربوط بود. پرویلین جزء متابولیت‌های محافظ با وزن مولکولی پایین است که سبب افزایش مقاومت و جلوگیری از خسارات ناشی از تنش شوری می‌شود. تجمع پرویلین تحت تنش شوری در گیاه برای تنظیم و تعدیل فشار اسمزی در گیاهان بسیار مهم است (Madhava et al., 2006).

صفات رویشی و مورفولوژیکی: با توجه به داده‌های حاصل از جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) بیشترین (۴۳۰ گرم) و کمترین (۲۳۰ گرم) مقادیر وزن تر اندام هوایی به ترتیب به ترکیب‌های پیوندی هندوانه شوگر بی‌بی روی پایه شیتتوزا و هندوانه شوگر بی‌بی روی پایه هندوانه ابوجهل اختصاص داشت. همچنین از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری

کلاس جداگانه‌ای قرار دارند. تنش شوری با القای تنش آبی موجب بسته شدن روزنه، کاهش غلظت CO_2 در سلول‌های مزوفیل برگ گیاهان تحت تنش می‌شود و موجب تجمع NADPH در کلروپلاست می‌گردد. در این شرایط مقدار NADP^+ در دسترس برای انجام واکنش‌های نوری فتوسنتز کاهش یافته بنابراین O_2 به عنوان پذیرنده الکترون عمل کرده و منجر به تولید رادیکال سوپراکسید و به دنبال آن سایر گونه‌های فعال اکسیژن و در نهایت تنش اکسیداتیو می‌گردد (Sudhakar et al., 2001; Abdul Jaleel et al., 2009). گیاهان برای مقابله با این اکسیدان‌ها دارای مکانیسم‌های حفاظتی خاصی هستند که شامل ملکول‌ها و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان از جمله آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز می‌باشد. کاتالاز، یکی از انواع آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌باشد که شکستن H_2O_2 را کاتالیز می‌نماید. کاتالاز که ظاهراً در کلروپلاست وجود ندارد H_2O_2 را به آب و ملکول O_2 می‌شکند در حالی که پراکسیدازها H_2O_2 را با اکسید نمودن یک سوبسترای همراه نظیر ترکیبات فنلی و یا سایر آنتی‌اکسیدان‌ها نظیر آسکوربات تجزیه می‌کنند (Parida and Das, 2005). افزایش فعالیت کاتالاز یک پاسخ سازشی برای غلبه بر آسیب‌های ناشی از سطوح سمی و احیاکننده‌ی H_2O_2 می‌باشد که طی متابولیسم سلول تولید می‌گردد. پراکسیدازهای گیاهی که آنزیم‌هایی گسترده در بین گیاهان عالی می‌باشند دارای نقش مهمی در سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی سلول بوده و گونه‌های اکسیژن فعال را سم‌زدایی می‌کنند. آنزیم پراکسیداز (گایاکل پراکسیداز) یکی از آنزیم‌های اکسید کننده‌ی ترکیبات فنلی بوده و نقش مهمی در افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی دارد (Agarwal and Pandey, 2004). یکی از تغییرات بیوشیمیایی تحت تأثیر شرایط تنش‌های محیطی از جمله خشکی و شوری افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌باشد (Wang et al., 2003). رادیکال‌های آزاد اکسیژن در غلظت‌های بالا موجب تخریب مولکول‌های حیاتی سلول مانند DNA، پروتئین، غشای لپیدی، نوکلئیک اسید و غیره می‌گردند (Parida and Das, 2005). گیاه برای خنثی نمودن اثرات مخرب این رادیکال‌های

جدول ۵-مقایسه میانگین های اثرات پایه ها و سطوح مختلف شوری بر برخی از صفات رویشی و مورفولوژیکی هندوانه رقم شوگر بی بی پیوندی و غیر پیوندی.

تیمار	صفات	وزن تر اندام هوایی (g)	درصد ماده خشک اندام هوایی	سطح برگ (cm ²)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)
	کدو شیتتوزا	۴۳۰ ^a	۱۰/۵۶ ^{bc}	۱۳۷/۵۳ ^a	۳۳ ^a	۱۵/۲۰ ^a
	کدو قلیانی	۴۲۵ ^{ab}	۹/۳۱ ^c	۱۱۷/۲۲ ^b	۲۸ ^{ab}	۱۴/۱ ^a
پایه ها	کدو خورشیدی	۴۱۵ ^b	۹/۸۲ ^a	۱۳۵/۸۳ ^a	۲۲ ^b	۱۲/۹ ^b
	هندوانه ابوجهل	۲۳۰ ^f	۶/۳۲ ^{ab}	۱۱۰/۴ ^c	۹ ^e	۱۰ ^c
	هندوانه توده بومی کرمانشاه	۳۲۵ ^{cd}	۹/۸۹ ^{bc}	۱۱۸/۵ ^b	۲۰ ^{bc}	۱۳/۹ ^b
	هندوانه توده بومی همدان	۳۵۹ ^c	۹/۶۶ ^{bc}	۱۲۳/۵ ^b	۱۸ ^c	۱۱/۹ ^b
	هندوانه غیر پیوندی (شاهد)	۲۸۵ ^{de}	۸/۰۶ ^d	۱۰۵/۵ ^d	۱۶ ^d	۵/۴۲ ^e
	سطوح شوری (میلی مولار)					
	۰	۴۴۲ ^a	۱۱/۱۴ ^a	۱۳۸/۳۴ ^a	۳۰ ^a	۱۶/۲۰ ^a
	۳۰	۴۳۰ ^a	۹/۷۸ ^b	۱۲۵/۸۳ ^a	۲۲ ^b	۱۳/۲۰ ^b
	۶۰	۴۲۲ ^{ab}	۷/۰۹ ^d	۱۱۱/۶۶ ^b	۱۲ ^c	۸ ^c

* اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی می باشند.

در سطح احتمال پنج درصد از نظر وزن تر بوته بین این دو پایه وجود داشت و هر دو در کلاس جداگانه ای قرار دارند. از نظر درصد ماده خشک اندام هوایی بیشترین (۱۰/۵۶) مقدار اختصاص به ترکیب پیوندی هندوانه شوگر بی بی روی پایه شیتتوزا دارد همچنین تفاوت معنی داری بین پایه شیتتوزا، کدو قلیانی، هندوانه ابوجهل، هندوانه توده بومی کرمانشاه و همدان از لحاظ درصد ماده خشک اندام هوایی وجود ندارد و هر پنج پایه در یک کلاس آماری قرار دارند.

داده های حاصل از جدول ۵ نشان می دهد که تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد از نظر سطح برگ بین سطح شوری ۳۰ میلی مولار کلرید سدیم و سطح شاهد وجود ندارد. همچنین با افزایش سطح شوری از سطح برگ کاسته شده است.

نتایج مربوط به وزن تر ریشه نشان می دهد که بیشترین (۳۲) گرم) و کمترین (۹ گرم) مقدار وزن تر ریشه به ترتیب به ترکیب های پیوندی هندوانه شوگر بی بی پیوندی روی شیتتوزا و هندوانه شوگر بی بی پیوندی روی پایه هندوانه ابوجهل مربوط است. همچنین بیشترین و کمترین وزن خشک ریشه به ترتیب به هندوانه شوگر بی بی روی پایه شیتتوزا و هندوانه

شوگر بی بی غیر پیوندی مربوط بود (جدول ۵). اولین واکنش گیاه به شوری کاهش گسترش سطح برگ است که منجر به کاهش رشد می شود نتایج این تحقیق با نتایج مارتینز و همکاران (Martines et al., 2003) که کاهش رشد در تحت شرایط تنش شوری در هندوانه پیوندی را گزارش دادند همخوانی داشت. همچنین خسارت نمک به برگ های گونه های حساس را می توان نتیجه غلظت های بیش از حد یون ها در آپولاست یا اثرات سمی یون روی فرایندهای متابولیک در سیمپلاست دانست. با افزایش غلظت املاح فشار اسمزی محلول خاک زیاد می شود در نتیجه مقدار انرژی که گیاه باید صرف جذب آب از خاک نماید افزایش می یابد که این عمل باعث کاهش جذب آب، افزایش تنفس و کاهش ارتفاع و عملکرد گیاه می شود که احتمالاً به دلیل مقاومت بیشتر گیاهان پیوندی (پایه های متحمل به شوری) 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 پزیرهوی (Psirohi, 2008) همخوانی داشت. کاهش رشد ایجاد شده در اثر تنش شوری اغلب در

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های اثرات پایه‌ها و سطوح مختلف شوری بر کیفیت میوه، عملکرد و اجزای عملکرد هندوانه رقم شوگر بی بی پیوندی و غیر پیوندی.

صفت	زمان تشکیل اولین گل ماده (day)	ضخامت پوست (cm)	درصد ماده خشک	مواد جامد محلول (Brix)	متوسط وزن (kg)	تعداد در بوته	عملکرد (kg/hect)	پایه‌ها	
								هندوانه توده بومی کرمانشاه	هندوانه توده بومی همدان هندوانه غیر پیوندی (شاهد)
کدو شیتتوزا	۲۳/۶۶ ^c	۱/۳۳ ^a	۱/۶۵ ^a	۸/۶۲ ^a	۱/۷۷ ^a	۱/۷۵ ^a	۱۸۷۸۰/۷۴ ^a		
کدو قلیانی	۲۳/۲۲ ^c	۱/۱۷ ^b	۱/۳۵ ^b	۸/۷۵ ^a	۱/۶۹ ^{ab}	۱/۶۵ ^a	۱۸۱۲۰/۶۵ ^a		
کدو خورشیدی	۲۸/۱۱ ^{bc}	۱/۳۵ ^a	۱/۱۴ ^c	۸/۸۲ ^a	۱/۵۲ ^b	۱/۳۶ ^b	۱۷۷۲۸/۵۵ ^b		
هندوانه ابو جهل	۳۵/۱۱ ^a	۱/۱۵ ^b	۱/۰۸ ^c	۸/۸۵ ^a	۱/۲۳ ^c	۱/۱۵ ^d	۱۱۱۸۰/۹۸ ^d		
هندوانه توده بومی کرمانشاه	۲۵/۶۰ ^b	۱/۰۶ ^c	۱/۰۴ ^c	۸/۱۷ ^a	۱/۱۹ ^{bc}	۱/۵۵ ^b	۱۵۹۶۰/۶۹ ^c		
هندوانه توده بومی همدان	۲۵/۶۰ ^b	۱/۱۰ ^b	۱/۲۴ ^c	۸/۷۷ ^a	۱/۲۹ ^c	۱/۲۵ ^c	۱۵۷۸۹/۶۲ ^c		
هندوانه غیر پیوندی (شاهد)	۲۵/۶۰ ^b	۱/۲۳ ^{ab}	۱/۱۴ ^c	۸/۶۵ ^a	۱/۰۴ ^d	۱/۱۲ ^d	۱۰۱۵۴/۵۵ ^d		
سطوح شوری	۰	۱/۳۵ ^a	۱/۸۸ ^a	۵/۸۴ ^c	۱/۹۷ ^a	۱/۸۵ ^a	۱۸۹۸۶/۷۴ ^a		
(میلی مولار)	۳۰	۱/۳۲ ^a	۱/۲۴ ^b	۷/۹۹ ^b	۱/۰۵ ^b	۱/۴۰ ^b	۱۴۸۹۰/۸۴ ^b		
	۶۰	۱/۲۹ ^a	۰/۹۶ ^c	۸/۷۶ ^a	۰/۸۵ ^c	۱/۲۶ ^c	۱۰۵۵۴/۸۸ ^c		

* اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی می‌باشند.

پایه هندوانه ابو جهل با احتساب ۳۵ روز برای تشکیل اولین گل ماده دیررس‌تر از سایر پایه‌ها بود و همچنین پایه کدو شیتتوزا و کدو قلیانی با ۲۳ روز زمان تا تشکیل اولین گل ماده زودرس‌تر از سایر پایه‌ها بودند (جدول ۶).

بین هر سه سطح تیمار شوری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد از نظر ضخامت پوست میوه وجود نداشت. نتایج مربوط به درصد ماده خشک میوه نشان داد که بیشترین (۱/۶۵) و کمترین (۱/۰۴) مقدار ماده خشک گوشت میوه به ترتیب به گیاهان پیوندی روی کدوی شیتتوزا و و گیاهان پیوندی روی هندوانه توده بومی کرمانشاه مربوط است. در سطح شوری ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، بیشترین (۸/۷۶) میزان مواد جامد محلول ثبت شد (جدول ۶). میزان مواد جامد محلول میوه در بوته‌های پیوندی و غیر پیوندی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد بنابراین نوع پایه اثر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول میوه نداشت (جدول ۶).

بیشترین (۱/۷۷ کیلوگرم) و کمترین (۱/۰۴ کیلوگرم) مقدار متوسط وزن میوه به ترتیب به ترکیب پیوندی هندوانه شوگر

ارتباط با کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاهان می‌باشد که مدهوا و همکاران (Madhava et al., 2006) نیز کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاهان را دلیل کاهش رشد در اثر تنش شوری دانستند. 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 دی اکسید کربن کاهش می‌یابد. (۲) صدمه به اجزای دستگاه فتوسنتزی گیاه (۳) ایجاد موانع در فرآیندهای ویژه متابولیسمی همانند همانند سازی کربن که به طور عمده توسط آنزیم روبیسکو انجام می‌گیرد به طوری که مجموعه عوامل فوق‌الذکر سبب کاهش رشد رویشی گیاهان شده است نتایج این تحقیق با نتایج فلکسس و همکاران و راینز (Flexas et al., 2004; Raines, 2006) همخوانی داشت.

تشکیل گل ماده، کیفیت میوه، عملکرد و اجزای عملکرد: براساس نتایج (جدول ۶) سطوح شوری تأثیر معنی‌داری بر تشکیل اولین گل ماده نداشت. در خصوص پایه‌ها نیز

بی بی روی پایه شیتوزا و گیاهان غیرپیوندی مربوط است. همچنین از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری از نظر متوسط وزن میوه بین این دو تیمار وجود دارد و در کلاس‌های آماری جداگانه‌ای قرار دارند. همچنین بین هر سه سطح تیمار شوری تفاوت معنی داری از نظر متوسط وزن میوه وجود داشت. از نظر تعداد میوه بین گیاهان پیوندی روی پایه شیتوزا و گیاهان شاهد تفاوت معنی داری وجود داشت و هر دو در دو گروه متفاوتی از لحاظ آماری قرار داشتند. همان طوری که داده‌های جدول ۶ نشان می‌دهد بیشترین (۱۸۷۸۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۰۱۵۴ کیلوگرم در هکتار) عملکرد محصول به ترتیب مربوط به هندوانه شوگر بی بی پیوندی روی پایه شیتوزا و هندوانه شوگر بی بی غیرپیوندی مربوط است. همچنین از لحاظ آماری این دو ترکیب پیوندی در دو کلاس جداگانه‌ای قرار دارند. همچنین در هر دو سطح شوری ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، پایه شیتوزا بیشترین و گیاهان شاهد کمترین عملکرد را داشتند (جدول ۶). جدول ۷، تغییرات نسبی (درصد) تأثیر پیوند بر مقادیر متوسط وزن میوه و عملکرد کل هندوانه شوگر بی بی پیوندی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی را نشان می‌دهد. استفاده از پایه‌های هیبرید کدو سبب برداشت زودتر میوه در مقایسه با شاهد شد این یافته‌ها با نتایج مارتینز و همکاران (Martines et al., 2003) مبنی بر اثرات پایه‌های پیوندی بر کوتاه شده مدت زمان بین انتقال نشاء تا برداشت میوه در گیاهان پیوندی، همخوانی داشت. همچنین پژوهشگران نشان دادند افزایش شدت تنش شوری و خشکی سبب بالا رفتن غلظت آبسزیک اسید و اتیلن و در نهایت سبب زودرسی میوه در این گیاه می‌شود در حالی که مجموع کربوهیدرات آزاد در این شرایط به شدت کاهش می‌یابد و وزن تک میوه (متوسط وزن یک میوه در بوته) پایین می‌آید. همانطوری که بیان شد با افزایش شوری میزان مواد جامد محلول گوشت افزایش یافت، بنابراین می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که آبیاری با آب با شوری متوسط باعث افزایش شیرینی میوه هندوانه می‌شود که این نتایج با نتایج مارتینز و همکاران (Martines et al., 2003)

مطابقت داشت. افزایش شوری آب آبیاری اثر قابل توجهی بر روی پتانسیل اسمزی آب گیاه و به تبع آن جذب آب توسط گیاه دارد. افزایش شوری محیط ریشه باعث کاهش پتانسیل آب در کل گیاه می‌گردد. بنابراین مقدار آب کمتری توسط گیاه جذب شده و نهایتاً آب کمتری به سمت میوه‌ها جریان پیدا می‌کند این نتایج با نتایج هونگ و همکاران، (Huang et al., 2015) همخوانی داشت. از آنجایی که حدود ۹۵ درصد وزن میوه هندوانه را آب تشکیل می‌دهد لذا وزن میوه‌های هندوانه تابعی از مقدار آب موجود در آن است بنابراین با کاهش جریان آب به سمت میوه‌ها، اندازه و وزن آن کاهش می‌یابد. گزارش شده است که اختلاف موجود بین پایه‌های پیوندی از نظر میزان عملکرد ناشی از حساسیت پایه‌های مختلف نسبت به شوری می‌باشد این نتایج با نتایج مارتینز و همکاران (Martines et al., 2003) همخوانی داشت.

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 ۳) و همچنین کاهش میزان فتوسنتز خالص ربط داد. در واقع با تنش شوری اعمال شده به گیاه، اثرات منفی بر سیستم فتوسنتزی وارد می‌شود 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 ۳، کلروفیل برگ، جدول ۳) سبب کاهش عملکرد کل گیاه شده است. در این آزمایش میزان کلروفیل برگ (جدول ۳) تحت تنش شوری کاهش یافت به طوری که محتوای نسبی کلروفیل (SPAD) عدد کوچکتری را نشان داده که حاکی از کاهش مقدار کلروفیل موجود در برگ است. در واقع کاهش مقادیر محتوای نسبی آب برگ در اثر تنش شوری از یک طرف به دلیل کاهش جذب آب توسط ریشه‌ها و از طرف دیگر افزایش تعرق آب از طریق برگ‌ها می‌باشد که در نهایت منجر به بسته شدن روزنه‌های برگ می‌شود که سبب کاهش فتوسنتز در گیاه می‌شود. بنابراین کاهش عملکرد گیاهان غیرپیوندی (شاهد) در مقایسه با گیاهان پیوندی روی پایه هیبریدی کدوی

جدول ۷- تغییرات نسبی (درصد) تأثیر پیوند بر مقادیر سدیم برگ، محتوای آب نسبی برگ، وزن تر اندام هوایی، متوسط وزن میوه و عملکرد کل هندوانه شوگر بی‌بی پیوندی روی پایه‌های مختلف در مقایسه با تیمار شاهد.

صفات مورد بررسی					
پایه‌ها	سدیم برگ	محتوای نسبی آب برگ	وزن تر اندام هوایی	متوسط وزن میوه	عملکرد کل
غیر پیوندی (شاهد)	۰	۰	۰	۰	۰
کدوی شیتوزا	-۹۴/۳۹	۲۱/۱۶	۵۰/۸۷	۷۰/۱۹	۸۴/۹۴
کدوی قلیانی	-۹۵	۱۵/۹۳	۴۹/۱۲	۶۲/۵۰	۷۸/۴۴
کدوی خورشیدی	-۵۶/۰۲	۱۸/۰۸	۴۵/۶۱	۴۶/۱۵	۷۴/۵۸
هندوانه ابوجهل	-۹۸/۸۷	۱۳/۴۹	-۱۹/۲۹	۱۸/۲۶	۱۰/۱۰
هندوانه توده بومی کرمانشاه	-۵۷/۴۲	۷/۶۷	۱۴/۰۳	۱۴/۴۲	۵۷/۱۷
هندوانه توده بومی همدان	-۵۴/۶۲	۷/۹۸	۲۵/۹۶	۲۴/۰۳	۵۵/۴۹

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

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از پیوند با استفاده از پایه‌های متحمل به شوری اثرات مثبتی بر صفات رویشی گیاه داشت و باعث افزایش فعالیت‌های فتوشیمیایی در گیاهان پیوندی شد. در بین پایه‌های مورد استفاده در این تحقیق ترکیب پیوندی هندوانه شوگر بی‌بی و کدوی هیبریدی شیتوزا به دلیل داشتن صفات رویشی و بیوشیمیایی مناسب ضمن مطالعات تکمیلی می‌تواند به عنوان یک ترکیب پیوندی مناسب تحت شرایط آبیاری با آب‌های لب شور معرفی شود تا اثرات زیان‌بار شوری کاهش یابد.

شیتوزا را در این آزمایش می‌توان به طور خلاصه اینطور بیان کرد که با توجه به این نکته که میزان کلروفیل در گیاهان زنده یکی از عوامل مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است جاینگ و هونگ (Jiang and Huang, 2001). بنابراین از جمله عواملی که می‌تواند فتوسنتز را کاهش دهد میزان کاهش کلروفیل است به طوری که محتوای نسبی کلروفیل با میزان فتوسنتز رابطه مثبت دارد مارتینز و همکاران (Martines *et al.*, 2003). 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 دی‌اکسید کربن کاهش پیدا می‌کند (Lawlor and Cornic, 2002) بنابراین می‌توان گفت کاهش در رشد رویشی و به تبع آن کاهش ظرفیت فتوسنتزی سبب کاهش عملکرد محصول می‌گردد. می‌توان نتیجه گرفت که افزایش محتوای

منابع

- حجازی، ا.، شاهرودی، م. و آرد فروش، م. (۱۳۸۳) روش‌های شاخص در تجزیه گیاهی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.
- مستوفی، ی. و نجفی، ف. (۱۳۸۴) روش‌های آزمایشگاهی تجزیه ای در علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه تهران.
- Abdul Jaleel, C., Riadh, K., Gopi, R., Manivannan, P., Ines, J., Al-Juburi, H.J., Chang-Xing, Z., Hong-Bo, S. and Panneerselvam, R. (2009) Antioxidant defense responses: physiological plasticity in higher plants under abiotic constrains. *Acta Physiologia Plantarum* 31: 427-436.
- Agarwal, S. and Pandey, V. (2004) Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in *Cassia angustifolia*. *Biologia*

- Plantarum 48: 555-560.
- Arnon, A. N. (1967) Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Journal Agronomy* 23: 112-121.
- Ashouri, M., Hassanpour, A. and 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.
- Bates, L. S., Waldern, R. P. and Tear, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil* 39: 205-207.
- Cesar Ferreira, L., Catarina Cataneo, A., Ramazzini Remaeh, M., Corniani, N., deFumis, T. and reodeSouza, Y., Scavroni, J., Jose, B. and Soares, A., (2010) Nitric oxide reduces oxidative stress generated by lacto feninsoy bean plants. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 97: 47-54.
- Chance, B. and Maehly, A. C. (1955) Assay of catalase and peroxidase. *Methods in Enzymology* 2:764-775.
- Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., Koren, A. and Edelstein, M. (2007) Introducing grafted cucurbits to modern agriculture. The Israeli Experience. *Journal of Plant Disease* 91: 916-923.
- Colla, G., Cardarelli, M., Fiorillo, A., Roupheal, Y. and Rea, E. (2012) Enhancing nitrogen use efficiency in cucurbitaceae crops by grafting. *International Symposium on New Technologies and Management for Greenhouses Greensys 2011*.
- Colla, G. (2014) Vegetable grafting for abiotic stress tolerance: current status and advances through the cost action fa1204. In: *Proceedings of the 1st International Symposium on Vegetables Grafting, Wuhan, China*.
- Darryl, D. (2007) *Nutrient management for cucurbits: melons, pumpkin, cucumber and squash*. Department of crop and soil sciences Michigan State University.
- Edelstein, M. and 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 1st International Symposium on Vegetables Grafting, Wuhan, China*.
- Edelstein, M., Ben-Hur, M., Ju-Young, Y., Bernstein, N., Nasser, A., Baumkoler, F. and Gerstl, Z. (2015) Preventing entry of pharmaceuticals (carbamazepine) into the food chain by using grafting plants. In: *Proceedings of the 7th International Symposium on Cucurbits*. Cartagena, Murcia, Spain.
- Flexas, J., Bota, J., Loreto, F., Cornic, G and Sharkey, T. (2004) Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. *Journal of Plant Biology* 6: 269-279.
- Gechev, T., Gadjev, I., Van Breusegem, F., Inze, D., Dukiandjiev, S., Toneva, V. and Minkova, I. (2002) Hydrogen peroxide protects tobacco from oxidative stress by inducing a set of antioxidant enzymes. *Cell Molecular Life Science* 59: 708-714.
- Gonzales, P. R. and 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.
- Goreta, S., Bucevic-Popovic, V., Selak, G. V., Pavela-Vrancic, M. and 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.
- Howard, M. R. (2012) *Hydroponic Food Production*. CRC Press.
- Huang, Y., Zhu, J., Zhen, A., Liu, Z., Lei, B., Niu, M., Xie, J., Sun, J., Cao, H. and Bie, Z. (2015) Effectiveness and mechanism of rootstock grafting to increase cucumber salt tolerance. In: *Proceedings of the 5th International Symposium on Cucurbits*. Cartagena Murcia, Spain.
- Jiang, Y. and 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.
- Khad, N. (2004) Effects of irrigation, mulch, nitrogen and potassium on fruit yield and economics of watermelon. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities* 20: 40-43.
- Lawlor, D. W. and Cornic, G. (2002) Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant, Cell and Environment* 25: 275-294.
- Madhava Roa, K. V., Raghavendra, A. S. and Janardhan Reddy, K. (2006) *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants* (ed. Sasaya, S.) Pp. 15-39. Springer printed, Netherland.
- Martinez, A. L. C., Batagha, O. C., Camargo, O. A. and Contarella, H. (2003) Corn yield and uptake of Cu, Fe, Mn and Zn from sewage sludge-amend soil with and without liming. *Revista Basílica Decencia* 27: 563-574.
- Parida, A. K. and Das, A. B. (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60: 324-349.
- Proietti, S., Roupheal, Y., Colla, G. and Battistelli, A. (2008) Fruit yield of mini- watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. *Journal of Science of Food and Agriculture* 88: 1107-1114.
- Raines, C. A. (2006) Transgenic approaches to manipulate the environmental responses of the C3 carbon fixation cycle. *Plant Cell Environment* 29: 331-339.
- Ruiz, J. M., Belakbir, A. and Romero, L. (1997) Leaf- macronutrient content and yield in grafting melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Scientia Horticulturae* 71: 227-234.

- Sudhakar, C., Lakshmi, A., and Giridarakumar, S. (2001) Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) under NaCl salinity. *Plant Science* 141: 613-619.
- Staples, R. C. and Toenniessen, G. H. (1984) Salinity tolerance in plants. (ed. John, W.) Pp. 443-446. Springer printed, Netherland.
- Wang, W. X., Vinocur, B. and Altman, A. (2003) A plant response to drought, salinity and extreme temperatures towards genetic engineering for stress tolerance. *Journal of Science of Food and Agriculture* 218: 1-14.
- Yang, Y., Wang, L., Tian, J., Li, J., Sun, J. and He, L. (2012) Proteomic study participating the enhancement of growth and salt tolerance of bottle gourd rootstock-grafted watermelon seedlings. *Journal of Plant Physiology* 58: 54-65.
- Yanjuan, Y., Li, Y., Wanga, L. and 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: 50-58.
- Yetisir, H. and uygur, V. (2010) Responses of grafted water melon on to different gourd species to salinity stress. *Journal of Plant Nutrition* 33:315-327.

Application of grafting technique in watermelon cv. sugar baby (*Citrullus lanatus* cv. Sugar Baby) under Salinity conditions

¹Dariush Ramezan, ¹Fatemeh moradipour, ²Bahman Zahedi, ²Kobra Sepahvand and ¹Reza Bagheri

¹Department of Horticulture and landscape, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran.

²Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Lorestan, Iran.

(Received: 02/09/2017, Accepted: 12/12/2017)

Abstract

Salinity is a major environmental stress that causes severe damage to crop and horticultural products and also reduces plant biodiversity. Nowadays with using grafting method man has overcome problem of soil salinity and ultimately, with the aim of reaching higher-quality products. In this study, water melon (cv. Sugar baby) was grafted on to the hybrid rootstocks of shintozwa (*Cucurbita maxima*×*Cucurbita moschata*), pepo (*Cucurbita pepo*), Buttle gourd (*Lagenaria siceraria* var *gilan*), Bitter cucumber (*Citrullus colocynthis* var *kerman*), *Kermansha* and *Hamedan water melon* (*Citrullus lanatus* var *Kermanshah* and *hamedan*), and using the hole insertion grafting method to the greenhouse. Grafted and un-grafted plants were exposed to 0, 30 and 60 mM NaCl, in greenhouse and field conditions were studied. The results of this study showed that the content of sodium and chlorine elements in the leave of grafted plants onto shintozwa and pepo rootstocks in both salinity treatments was lower than of un-grafted plants. Relative variations (percentage increase) of relative water content of leave of grafted plants onto shintozwa rootstock as compared to those of un-grafted plants were 21.16%. Also, the highest (430 g) and lowest (285 g) fresh weight of the shoot were related to sugar baby grafted onto shintozwa and un-grafted sugar baby respectively. The highest (8.76) and lowest (5.84%) of the TSS were related to the salinity level of 60 mM sodium chloride and control treatment (0 mM sodium chloride), respectively. There was no difference between the rootstocks in regarding to TSS, therefore, the studied rootstocks did not have a negative effect on the fruit quality of the watermelon of sugar baby cultivar. Grafted plants onto shintozwa and pepo rootstock showed the highest (18781 kg / ha) and the lowest yield (10154 kg / ha) respectively. Therefore, according to the results of this study, the shintozwa rootstock could be considered as a suitable rootstock for the watermelon transplant of watermelon of sugar baby cultivar. under conditions of salinity stress.

Keywords: Grafting rootstocks, Saline, Scion, Shintozwa cucurbit, Yield.

*Corresponding author, Email: moradipour21@gmail.com