نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و پنجم، شماره سوم، ۱۳۹۷
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2018.14194.2270

بررسی اثرات مقادیر مختلف آب آبیاری بر برخی از ویژگی‌های رویشی و زایشی خربزه توده بومی سوسکی سبز پیوندی و غیرپیوندی تحت سامانه آبیاری قطره‌ای

داریوش رمضان[1]* و سیداکبر موسوی[2]

[1]استادیار علوم باغبانی (فیزیولوژی و اصلاح سبزی)، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل،
[2]تکنسین پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۱

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به کمبود منابع آبی در کشور، اتخاذ روش‌های کم‌آبیاری و استفاده بهینه از منابع محدود آب، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. یکی از راهکارهای مناسب جهت مقابله با کم‌آبی، به‌کارگیری از تکنیک پیوند می‌باشد. پایه‌های هیبریدی ساختار ریشه‌ای قوی و گسترده‌ای جهت جذب آب و مواد غذایی و انتقال آن به بخش هوائی (پیوندک) گیاه پیوندی دارند. بنابراین استفاده از فن پیوند سبزی‌های میوه‌ای، می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد برای افزایش مقاومت گیاهان جالیزی به کم‌آبی مطرح باشد. مطالعات زیادی در دنیا، در مورد ویژگی‌های پایه‌های خاص گیاهان جالیزی از جمله مقاومت به عوامل بیماری‌زا، دماهای پایین خاک و تنش شوری انجام گرفته است. همچنین توده‌های گوناگون گیاهان جالیزی، واکنش‌های متفاوتی در برابر شرایط کم‌آبی بروز می‌دهند. اما اطلاعاتی راجع به ترکیب پایه و پیوندک‌های گوناگون (توده‌های بومی) در پاسخ به شرایط کم‌آبیاری به ندرت گزارش شده است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثرات مقادیر مختلف آب آبیاری بر برخی از ویژگی های رویشی و زایشی خربزه توده بومی سوسکی سبز پیوندی و غیرپیوندی تحت سامانه آبیاری قطره‌ای می‌باشد.

مواد و روش‌ها: جهت بررسی اثرات کم‌آبیاری بر برخی از پارامترهای کمی و کیفی گیاه خربزه توده بومی سوسکی سبز پیوندی و غیرپیوندی آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه پژوهشی مؤسسه آموزش عالی امام خمینی (ره) وابسته به وزارت جهاد کشاورزی واقع در شهرک مهندس زراعی در کرج در سال ۱۳۹۳ اجرا گردید. در این پژوهش از سه سطح آبیاری ٦٠ (٥٤١٧/٦٣ مترمکعب در هکتار)، ٨٠ (٦٨٥٣/٦٤ مترمکعب در هکتار) و ١٠٠ (٨٢٨٩/٦٥ مترمکعب در هکتار) درصد بر اساس تخلیه رطوبتی سهل‌الوصول، به‌عنوان عامل اصلی و سه ترکیب پیوندی شامل گیاهان پیوندی روی کدوی هیبریدی شینتوزا، گیاهان پیوندی روی کدوی هیبریدی فرو و گیاهان پیوندی روی خربزه توده بومی سوسکی سبز و همچنین گیاهان غیرپیوندی (شاهد) در سه تکرار به‌عنوان عامل فرعی تحت شرایط سامانه آبیاری قطره‌ای اجرا شد. نیاز آبی خربزه سوسکی سبز در مراحل مختلف رشد و نمو با استفاده از دستگاه پروفیل پروپ (PR_2) اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که گیاهان پیوندی روی پایه‌های کدو به‌طور معنی‌داری رشد رویشی، عملکرد و کارائی مصرف آب بیش‌تری در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی داشتند. بیش‌ترین (٤/٤٥ کیلوگرم در مترمکعب) کارائی مصرف آب زیست‌توده

* مسئول مکاتبه: dar2653@gmail.com

(WUE_b) مربوط به سطح کم‌آبیاری ٦٠ درصد بود. همچنین اختلاف معنی‌داری بین سطوح کم‌آبیاری ٦٠ و ٨٠ درصد وجود نداشت. کم‌ترین (۵/۵۹ کیلوگرم بر مترمکعب) و بیش‌ترین (۷/۰٦ کیلوگرم بر مترمکعب) کارائی مصرف آب میوه (WUE_y) به‌ترتیب به گیاهان پیوندی روی پایه شینتوزا و گیاهان پیوندی روی خربزه سوسکی سبز اختصاص داشت. همچنین حداقل (۱۹٤/۱۲ میلی‌لیتر در ٢٤ ساعت) و حداکثر (۹۲/۰۱ میلی‌لیتر در ٢٤ ساعت) حجم شیره خام آوند چوبی به‌ترتیب به پایه‌های شینتوزا و خربزه سوسکی سبز (گیاهان خود پیوندی) مربوط بود. بیش‌ترین (۳۹/۲۳ تن در هکتار) و کم‌ترین (۲۷/۱٦ تن در هکتار) عملکرد بازارپسند میوه به‌ترتیب در سطح آبیاری شاهد و ٦٠ درصد ثبت شد. مقادیر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ گیاهان پیوندی روی پایه‌های کدو در مقایسه با گیاهان خود پیوندی به‌طور معنی‌داری بیش‌تری بود. بیش‌ترین (۱۲/۵٦ درجه بریکس) مواد جامد محلول گوشت میوه مربوط به سطح کم‌آبیاری ۸۰ درصد بود. همچنین اسیدیته کل میوه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر سطوح آبیاری و پیوند قرار نگرفت.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این آزمایش نشان داد که ترکیب‌های پیوندی خربزه توده بومی سوسکی سبز بر روی پایه شینتوزا و فرو، در بیش‌تر صفات کمی و کیفی بدون اثرات منفی بر کیفیت میوه، برتر از گیاهان غیرپیوندی و خودپیوندی بودند.

واژه‌های کلیدی: پیوندک، خربزه، کارائی مصرف آب، مواد جامد محلول، مواد معدنی

مقدمه

ایران سومین کشور تولیدکننده ملون در جهان می‌باشد (١٦). کشت و کار خربزه در بیش‌تر موارد تحت شرایط مزرعه و خارج از گلخانه و نیز تا حدودی با استفاده از تونل‌های پلاستیکی کوچک (جهت پیش‌رس کردن محصول) در مناطق شرقی و مرکزی ایران انجام می‌گیرد (٤٩). مهم‌ترین عامل محیطی محدودکننده رشد و تولید در شمار زیادی از محصولات زراعی و باغی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کمبود منابع آبی مناسب (منابع آبی متعارف) می‌باشد (٣). رشد و نمو محصولات در مناطق خشک و نیمه‌خشک به آبیاری وابسته است اما روش‌های نادرست آبیاری سبب بروز تنش آبی می‌گردد (٤٥). روش کم‌آبیاری، پتانسیل بالایی جهت تولید بهینه محصولات در باغبانی را دارد. بررسی محصولات مختلف در رابطه با واکنش آن‌ها نسبت به کم‌آبیاری سبب کاربرد مناسب این تکنیک در باغبانی خواهد شد (٣٨).

یکی از روش‌هایی که ضمن جلوگیری از کاهش عملکرد سبب بهبود کارایی مصرف آب تحت شرایط خشکی و کم‌آبی می‌شود، پیوند ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا روی پایه‌های پیوندی می‌باشد (٦، ٨، ٩، ١٧، ٣٧، ٤٠، ٤٨، ٥١ و ٥٢). در پژوهشی مشخص شد که به‌کارگیری پایه‌های قوی با ساختمان ریشه‌ای گسترده، سبب افزایش جذب آب و مواد غذائی می‌شود همچنین ریشه‌های این گیاهان منبعی از هورمون‌های مؤثر در افزایش رشد و نمو پیوندک می‌باشند (٥٢). بنابراین پیوند گیاهان روی این پایه‌های قوی علاوه بر افزایش تحمل به بعضی از بیماری‌های خاکزاد، افزایش عملکرد را در پی دارد (٣٣). همچنین پیوند هندوانه‌های مینی (mini-watermelons) روی پایه تجاری PS 1313 (دورگه کدو تنبل و کدوی حلوائی)، عملکرد بازارپسند بیش‌تری (٦٠ درصد) در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی تحت شرایط کم‌آبیاری تولید کرد (٤٥).

هدف اصلی این پژوهش بررسی نقش پیوند در شرایط کم‌آبیاری در گیاه توده بومی خربزه سوسکی سبز می‌باشد به‌طوری‌که پایه چه تأثیری بر رشد پیوندک در سطوح زراعی و فیزیولوژیکی دارد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی، تیمارها و شرایط رشد: این آزمایش در بهار و تابستان سال ۱۳۹۳ در مزرعه پژوهشی امام خمینی (ره) وابسته به مرکز آموزش عالی جهاد کشاورزی (35°41´ N, 51°25´ E) در کرج انجام شد. مشخصات آب و هوائی منطقه مورد آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. بذور خربزه سوسکی سبز و کدوهای هیبریدی **و** شینتوزا و فرو (*Cucurbita moschata* Duchesne × *Cucurbita maxima* Duchesne) در سینی‌های پلاستیکی ۷۲ حفره‌ای (قطر حفره ۳/٦ و عمق آن ٤/٥ سانتی‌متر) که با مخلوطی از کوکوپیت (۷۵ درصد) و پرلیت (۲۵ درصد) به نسبت حجمی پر شده بودند، در تاریخ ۲۳ اردیبهشت کشت شدند (جدول ۲). دانهال‌ها در گلخانه‌ای با شرایط کنترل‌شده در شهرستان هشت‌گرد کرج (منطقه سهیلیه) تحت دمای شبانه/روز ۲۰/۲۵ درجه سانتی‌گراد در مرحله ظهور برگ لپه‌ای (stage cotyledon) در تاریخ ۲ خرداد با روش نیمانیم (splice grafting) پیوند شدند (۳٤). گیاهان پیوندی درون اتاقک پیوند با رطوبت نسبی بیش از ۹۰ درصد قرار گرفتند. پس از گذشت ۹ روز به‌تدریج میزان رطوبت اتاقک پیوند کاهش یافت به‌طوری‌که گیاهان پیوندی در تاریخ ١٦ خردادماه به محیط گلخانه منتقل شدند. گیاهان پیوندی و غیرپیوندی در مزرعه پژوهشی ذکر شده با فواصل بین ردیف ۲ متر و درون ردیف ٦۰ سانتی‌متر نشاءکاری شدند. همچنین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۳ آورده شده است. تیمارهای آزمایش بر اساس طرح کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار با سه سطح آبیاری بر اساس تخلیه کل رطوبت قابل‌دسترس خاک (I_1=۱۰۰، I_2=۸۰ و I_3=٦۰ درصد) و سه ترکیب پیوندی (خربزه سوسکی سبز پیوندی روی کدوی و شینتوزا و فرو و گیاهان خودپیوندی) و یک گیاه شاهد غیرپیوندی مورد بررسی قرار گرفتند.

تیمارهای آبیاری: به‌منظور اعمال تیمارهای آبیاری (جدول ۱۰) از قطره‌چکان‌های نتافیم (جهت حداکثر یکنواختی در توزیع آب) با دبی ٤ لیتر در ساعت استفاده شد.

الف) تعیین زمان آبیاری: اگر رطوبت حجمی (θ_{NEW}) تعیین شده توسط دستگاه پروفیل پروپ (PR2) مساوی یا کم‌تر از رطوبت نسبی قابل‌دسترس (θ_{CE}) در ناحیه ریشه باشد، آبیاری انجام می‌شود (۱).

$$TAW=FC-PWP \quad (۱)$$

$$RAW=(FC-PWP)\times MAD \quad (۲)$$

$$\theta_{CE}=FC-RAW \quad (۳)$$

که در آن‌ها، TAW کل رطوبت قابل‌دسترس، RAW رطوبت سهل‌الوصول، MAD ضریب تخلیه مجاز رطوبتی (۳۵ درصد)، θ_{NEW} رطوبت حجمی اندازه‌گیری‌شده در ناحیه ریشه گیاه توسط دستگاه پروفیل پروپ، θ_{CE} رطوبت مجاز.

ب) تعیین حجم آبیاری: جهت تعیین مقدار آب مصرفی در ابتدا حجم آب تیمار شاهد (۱۰۰ درصد) با توجه به رطوبت موجود در ناحیه ریشه گیاه محاسبه شد. سپس دو سطح دیگر آبیاری بر حسب درصدی از تیمار شاهد محاسبه شد (۱).

$$I=(FC-\theta_{NEW})/100 \times Drz \quad (٤)$$

$$V=I\times S\times PW \quad (٥)$$

که در آن‌ها، I عمق آب آبیاری (میلی‌متر)، Drz عمق مؤثر ریشه گیاه (میلی‌متر)، V حجم آب (لیتر)، S مساحت واحد آزمایش (مترمربع)، PW سطح خیس‌شده (۰/٦).

تیمارهای کم‌آبیاری (جدول ۱۰) در شروع رشد شاخه‌های فرعی یا دستک‌ها (حالت کبوتری شدن گیاه) در تاریخ ۱۲ تیرماه انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات اقلیمی منطقه مورد آزمایش طی فصل رشد.*

Table 1. Climatic characteristics of the study region during the growing season.*

ماه month	متوسط درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد) Average temperature (°C)	مجموع بارش Total rainfall (mm)	میانگین تبخیر Average evaporation (mm)	میانگین رطوبت نسبی (درصد) Average relative humidity (percent)	میانگین ساعات آفتابی در روز Average hours of sunshine per day	متوسط سرعت باد Average wind speed (m/s)
**خرداد June	26.80	1.40	12.08	26.30	10.18	8.33
تیر July	28.80	8	14.46	32	10.37	8
مرداد August	28.60	0	13.81	27	11.16	8
شهریور September	26.25	0	27.26	30.10	11.51	7

* ایستگاه هواشناسی هم‌دیدی کرج و ** داده‌های مربوط به ماه خرداد از روز هفدهم محاسبه شده است.

* Karaj Synoptic weather station, ** Data for the month of June from the seventeenth day is calculated.

جدول ۲- مشخصات پایه و پیوندک مورد استفاده در آزمایش (۲٦ و ٤۹).

Table 2. Characteristics of scion and rootstock used in experiments (26, 49).

رقم Cultivar	شرکت تولیدکننده Manufacturer	ویژگی‌های پایه rootstock characteristics
شینتوزا Shintozwa	نان وو بیو – کره جنوبی NongWoo Bio, Republic of Korea	مقاومت خوب به فوزاریوم، سیستم ریشه‌ای قوی، مناسب برای خربزه‌های شرقی Resistant to Fusarium, vigorous growth, strong root system, Suitable for oriental melon
فرو Ferro-RZ	رکزوان- هلند Rijk Zwaan,Holland	مقاوم به فوزاریوم، قدرت رشد زیاد، سیستم ریشه‌ای قوی Resistant to Fusarium, vigorous growth, strong root system
سوسکی سبز Souski-e-Sabz	فلات- ایران Falat-Iran	مقاوم به ضربه، برداشت، حمل و نقل، ماندگاری بالا، شیرینی یکنواخت و توده بومی ایران Resistant to shock and pressure harvest and transportation, Long-lasting, Sweets uniform, Iranian native

جدول ۳- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

Table 3. Chemical and physical parameters of soil.

عمق خاک (سانتی‌متر) Soil depth (cm)	ظرفیت زراعی (درصد حجمی) FC (v/v%)	نقطه پژمردگی دائم (درصد حجمی) PWP (v/v%)	بافت خاک Soil texture	رطوبت خاک قبل انتقال نشاء (درصد وزنی) Weight moisture before transplanting (w%)	فسفر (میلی‌گرم/ کیلوگرم) Phosphorus (mg /kg)	پتاسیم (میلی‌گرم/ کیلوگرم) Potassium (mg/kg)	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس/ متر) Electrical conductivity (dS /m)
0-50	31.2	15	لومی رسی Loamy clay	15.72	21.38	268.11	0.18	1.09	8.11	1.34
50-100	32.5	15.7	لومی رسی Loamy clay	18.60	7.55	178.26	0.08	0.43	7.65	1.16

عملکرد و زیست‌توده: میوه‌های رسیده ۸۹ روز بعد از انتقال نشاء برداشت شدند. میوه‌های برداشت‌شده به دو گروه بازارپسند و غیربازارپسند (کم‌تر از ۲ کیلوگرم) تقسیم شدند. همچنین متوسط وزن میوه بر حسب کیلوگرم ثبت شد. عملکرد کل و عملکرد بازارپسند بر حسب تن در هکتار گزارش گردید. در پایان آزمایش گیاهان هر مشاهده به بخش‌های جداگانه‌ای که شامل ساقه و برگ بود تقسیم شده و وزن بیوماس تر (به‌جز میوه) با استفاده از ترازوی دیجیتالی مدل AND HT با دقت ۰/۱ گرم، بر حسب کیلوگرم محاسبه شدند. جهت تعیین درصد خشک میوه و اندام‌های هوائی، نمونه‌های مورد آزمایش به‌مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و ماده خشک به‌صورت درصد ثبت شد.

کارائی مصرف آب: جهت تعیین کارائی مصرف آب بیوماس (WUE_b)، وزن تر اندام هوائی (ساقه و برگ) بر حسب کیلوگرم به‌ازای حجم آب مصرفی بر حسب مترمکعب ثبت شد. همچنین وزن تر میوه بر حسب کیلوگرم به‌ازای حجم آب مصرفی جهت تعیین کارائی مصرف آب عملکرد (WUE_y) محاسبه شد (۲۲).

کیفیت میوه: برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول گوشت میوه از دستگاه رفراکتومتر مدل Atago PR-101 (Euromex: RD.5635) استفاده شد و نتایج حاصله بر حسب بریکس در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ($^{\circ}$Brix at 20 $^{\circ}$C) گزارش گردید. همچنین جهت تعیین درصد ماده خشک گوشت میوه از نمونه‌های ۱۰۰ گرمی به‌مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد استفاده گردید. اسیدیته کل میوه نیز با نمونه‌های ۱۰ میلی‌لیتری از عصاره گوشت میوه با روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH، ۸/۲-۸/۱ اندازه‌گیری‌شده و بر حسب درصد اسید مالیک ثبت شد (۵۶).

کلروفیل، محتوای آب نسبی و عناصر معدنی برگ: مقادیر کلروفیل کل برگ بعد از آماده‌سازی محلول نمونه، با روش اسپکتوفتومتری (مدل Jenway, England) اندازه‌گیری شد (۴۲). همچنین محتوای آب نسبی برگ تعیین گردید (۱۹). مقادیر عناصر معدنی برگ گیاهان با استفاده از برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته اندازه‌گیری شدند و بر حسب درصد بر اساس وزن خشک ثبت گردید. بدین‌منظور نیتروژن به‌وسیله روش کجلدال (Kjeldahl Digital model Armynad)، فسفر با روش اسپکتروفتومتری (Jenwaymade in England) در طول موج ۴۷۰ نانومتر و پتاسیم با روش فلم‌فتومتری (Jenway model) تعیین شدند (۴ و ۲۵).

حجم، pH و هدایت الکتریکی شیره خام آوند چوبی: جهت جمع‌آوری شیره آوند چوبی ۹۵ روز بعد از انتقال نشاء ۲۵ سانتی‌متر از ساقه اصلی گیاه تا محل طوقه را نگه داشته و بقیه اندام‌های هوائی قطع گردید. محل برش داده شده داخل ظرف شیشه‌ای پوشانده شده با فویل آلومینیوم به‌مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. حجم شیره خام جمع‌آوری‌شده به‌صورت میلی‌لیتر در ۲۴ ساعت گزارش گردید (۴۹). همچنین pH و هدایت الکتریکی شیره خام به‌ترتیب توسط دستگاه EZDO 601 و EZDO 6061 تعیین گردید.

تجزیه آماری: داده‌های حاصل از این پژوهش توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت همچنین جهت مقایسه میانگین‌های موجود بین تیمارها از روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد و زیست‌توده: عملکرد کل و عملکرد بازارپسند به‌طور معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) تحت‌تأثیر سطوح آبیاری و ترکیب‌های

پیوندی قرار گرفت در حالی‌که اثرات متقابل سطوح آبیاری و ترکیب‌های پیوندی در رابطه با این صفات معنی‌دار نبود (جدول ٤). میانگین متوسط وزن میوه، عملکرد کل و عملکرد بازارپسند در گیاهان پیوندی و غیرپیوندی تحت سطوح کم‌آبیاری کاهش یافت (جدول ٦). کم‌ترین (٢/٨٩ کیلوگرم در گیاه) و بیش‌ترین (٣/٨٠ کیلوگرم در گیاه) میانگین وزن میوه (متوسط وزن تک‌میوه در هر گیاه) مربوط به گیاهان پیوندشده روی پایه سوسکی سبز و گیاهان پیوندی روی پایه کدوی هیبریدی فرو می‌باشد. به‌طوری‌که هر دو از لحاظ آماری در سطح احتمال ٥ درصد در دو گروه جداگانه‌ای قرار دارند. همچنین بیش‌ترین (٤٨/٣٢ تن در هکتار) و کم‌ترین (٣٨/٨٧ تن در هکتار) عملکرد کل به‌ترتیب به ترکیب‌های پیوندی سوسکی سبز روی شینتوزا و سوسکی سبز روی سوسکی سبز اختصاص داشت. همچنین این دو در دو کلاس متفاوتی از لحاظ آماری در سطح احتمال ٥ درصد قرار دارند (جدول ٦). علاوه بر این بیش‌ترین (٤٠/٧٤ تن در هکتار) عملکرد بازارپسند مربوط به پایه شینتوزا بود. عملکرد بازارپسند گیاهان پیوندی و غیرپیوندی در سطح کم‌آبیاری ٦٠ درصد (جدول ١٠) در مقایسه با سطح آبیاری شاهد از لحاظ آماری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ٦).

با توجه به داده‌های حاصل از جدول تجزیه واریانس، زیست توده شاخساره به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر سطوح آبیاری و ترکیب‌های پیوندی قرار داشت. اما اثرات متقابل این دو تیمار معنی‌دار نبود (جدول ٤). تولید زیست‌توده با کاهش حجم آبیاری کاهش یافت. علاوه بر کاهش وزن بیوماس تولیدی در سطح کم‌آبیاری ٦٠ درصد در مقایسه با سطح شاهد بیش‌تر بود. بیش‌ترین (٣/٧٤ کیلوگرم) زیست‌توده تولیدی مربوط به ترکیب پیوندی خربزه سوسکی سبز روی کدوی شینتوزا بود. همچنین پایه شینتوزا و گیاه شاهد از لحاظ تولید زیست‌توده (بر اساس وزن تر) در دو گروه آماری جداگانه‌ای قرار دارند (جدول ٦). درصد ماده خشک شاخساره به‌طور معنی‌داری ($P<0/01$) تحت‌تأثیر سطوح آبیاری و ترکیب‌های پیوندی قرار گرفت همچنین اثرات متقابل این دو تیمار معنی‌دار نبود (جدول ٤).

شکل ١- میوه خربزه سوسکی سبز پیوندی روی پایه کدوی هیبریدی شینتوزا و خربزه سوسکی سبز غیرپیوندی.

Figure 1. Fruit of souski-e-sabz gtafted onto shintozwa hybrid cucurbit and un-grafted souski-e-sabz.

در این پژوهش، زیست‌توده و عملکرد در خربزه سوسکی سبز غیرپیوندی به‌طور آشکار در مقایسه با گیاهان پیوندی روی پایه‌های فرو و شینتوزا پایین‌تر بود. نتایج این آزمایش نشان داد که گیاهان سوسکی سبز پیوندی با پایه‌های هیبریدی کدو زیست‌توده بیش‌تری از گیاهان خودپیوندی و غیرپیوندی تولید کردند. عملکرد بیش‌تر ترکیب پیوندی سوسکی سبز روی شینتوزا به‌طور مشابه‌ای در گوجه‌فرنگی‌ها (۲ و ۱۵) گزارش شده است. نتایج حاصل از این پژوهش با بررسی‌های انجام شده توسط ادلستین و همکاران (۱۲) و نیز تراکا- ماورونا (۵۸) که مشخص کردند که پیوند ملون‌ها روی پایه‌های کدوی زمستانه سبب افزایش تعداد و وزن میوه می‌شود، همخوانی دارد. همچنین این یافته‌ها با نتایج حاصل از سایر پژوهشگران که نشان دادند که پایه اثرات معنی‌داری بر عملکرد دارد، تطابق دارد (۲، ۷، ۵۸ و ٦۳). نتایج بررسی‌های انجام‌شده توسط پژوهشگران مختلفی مشخص شده است که پیوند به‌طور مستقیم بر عملکرد گیاهان اثرگذار می‌باشد (۳۹ و ٤۳) به‌طوری‌که این افزایش عملکرد ناشی از وجود یکسری از فرآیندهای مختلفی از جمله افزایش جذب آب و مواد غذائی (۳۳) و یا افزایش تولید هورمون‌های درون‌زاد (٦٤) افزایش قدرت پیوندک (۳۵) می‌باشد. در این پژوهش عملکرد خربزه سوسکی سبز با کاهش حجم آبیاری (جدول ۱۰) کاهش یافت. این یافته با بررسی‌های گوناگون در مورد طالبی (١٤)، بادمجان (۳۰)، هندوانه (۳٦ و ۵۵)، خیار (۱۳) و فلفل (۵۳) و گوجه‌فرنگی (۵۷) در شرایط مزرعه نیز همخوانی دارد.

نظر به رشد وسیع و گسترده ریشه‌های کدوهای دورگه تجاری فرو و شینتوزا، می‌تواند دلیلی بر رشد و نمو بهتر پیوندک استقراریافته در روی این گیاهان در مقایسه با گیاهان شاهد باشد.

کارائی مصرف آب: کارائی مصرف آب زیست‌توده (WUE_b) و عملکرد (WUE_y) به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر سطوح آبیاری و ترکیب‌های پیوندی قرار گرفت (جدول ٤). بیش‌ترین (٤/۷۰ کیلوگرم بر مترمکعب) مقدار کارائی مصرف آب زیست‌توده مربوط به ترکیب پیوندی شینتوزا روی خربزه سوسکی سبز بود. همچنین کم‌ترین (۳/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب) مقدار کارائی مصرف آب زیست‌توده مربوط به گیاهان خود پیوندی می‌باشد و نیز این دو از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد در دو گروه متفاوتی قرار دارند. همچنین تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد ($P<۰/۰۵$) از نظر کارائی مصرف آب زیست‌توده بین خربزه سوسکی سبز پیوندی روی کدو شینتوزا و کدوی فرو وجود نداشت. همچنین بین گیاهان شاهد و خودپیوندی نیز تفاوتی مشاهده نشد. کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار کارائی مصرف آب زیست‌توده به‌ترتیب مربوط به سطوح آب ٦۰ و ۱۰۰ درصد مربوط بود. علاوه بر این اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) از لحاظ کارائی مصرف آب بین سطوح شاهد و ۸۰ درصد وجود نداشت (جدول ٦).

همچنین بیش‌ترین (۷/۰٦ کیلوگرم بر مترمکعب) مقدار کارائی مصرف آب عملکرد مربوط به گیاهان پیوند شده روی کدو شینتوزا بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هیچ اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بین گیاهان خودپیوندی و گیاهان غیرپیوندی از لحاظ مقادیر کارائی مصرف آب عملکرد وجود ندارد و هر دو در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ٦). حجم آب آبیاری گیاهان

پیوندی و غیرپیوندی خربزه سوسکی سبز تحت سطوح آبیاری ۱۰۰، ۸۰ و ٦۰ درصد به‌ترتیب ۸۲۸۹/٦۵، ٦۸۵۳/٦٤ و ۵٤۱۷/٦۳ مترمکعب در هکتار می‌باشد (جدول ۱۰). افزایش مقادیر کارائی مصرف آب تحت شرایط تنش کم‌آبی در بادمجان (۳۰)، فلفل (۱۰) و هندوانه (۵۵) گزارش شده است. گیاهان پیوندی روی پایه کدوی فرو و شینتوزا عملکرد بیش‌تری نسبت به سایر ترکیبات پیوندی داشتند بنابراین با توجه به وزن بالای میوه این گیاهان بنابراین کارائی مصرف آب عملکرد این پایه‌ها بیش‌تر از شاهد می‌باشد.

کیفیت میوه: مواد جامد محلول گوشت میوه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر سطوح آبیاری قرار گرفت ($P<۰/۰۱$) در صورتی که اثر ترکیب‌های پیوندی و اثر متقابل تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ٤). مقادیر مواد جامد محلول گوشت میوه به‌طور معنی‌دار در سطح کم‌آبیاری ٦۰ درصد کم‌تر از سطح آبیاری ۱۰۰ درصد بود (جدول ٦). همچنین اسیدیته کل گوشت میوه تحت‌تأثیر سطوح آبیاری و ترکیب‌های پیوندی قرار نگرفت. درصد ماده خشک گوشت میوه تحت‌تأثیر سطوح آبیاری و ترکیب‌های پیوندی قرار گرفت. اما اثرات متقابل این تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ٦). بیش‌ترین (۱۰/۷۲ درصد) و کم‌ترین (۸/۸۱ درصد) مقادیر درصد ماده خشک گوشت میوه مربوط به میوه‌های برداشت‌شده از پایه کدوی شینتوزا و ترکیب پیوندی سوسکی سبز روی سوسکی سبز بود. همچنین تفاوت معنی‌داری بین گیاهان پیوندی روی پایه شینتوزا و خربزه سوسکی سبز از لحاظ درصد ماده خشک گوشت میوه وجود داشت به‌طوری‌که هر دو در دو گروه آماری جداگانه‌ای قرار دارند (جدول ٦). به‌طورکلی تنش کم‌آبیاری عملکرد سبزی‌های میوه‌ای را کاهش می‌دهد. اما در پاره‌ای از موارد سبب بهبود کیفیت میوه این گیاهان می‌شود. در این بررسی، جنبه‌های مختلف کیفیت میوه (ماده خشک، مواد جامد محلول و اسیدیته میوه) به‌طور خیلی جزئی (عدم معنی‌دار شدن) تحت‌تأثیر کم‌آبیاری قرار گرفت. علاوه بر این اختلاف معنی‌داری در بین صفات درصد ماده خشک و مواد جامد محلول میوه وجود نداشت. این یافته با نتایج حاصل از لسکووار و همکاران (۳٦) که گزارش کردند که مواد جامد محلول میوه هندوانه‌های ارقام دیپلوئید و تریپلوئید تحت سطوح کم‌آبی به‌طور خیلی جزئی تغییر کرد، همخوانی دارد. همچنین یکسری از پژوهشگران نشان دادند که پایه‌های هیبریدی کدو می‌تواند اثرات مخربی بر روی کیفیت میوه گیاهان پیوندی روی این پایه‌ها داشته باشند (۳۳ و ۳٤). در این بررسی ویژگی‌های کیفی میوه خربزه سوسکی سبز پیوندی روی پایه‌های کدو مشابه با گیاهان غیرپیوندی بود. بنابراین با توجه به این یافته، استفاده از پایه شینتوزا بدون اثرات مخرب روی کیفیت میوه سبب افزایش عملکرد بازارپسند میوه گیاه سوسکی سبز شد. نظر به شرایط جغرافیایی کشت و کار این توده بومی (اطراف کویر و در مناطق نیمه‌خشک کشور ایران) این گیاه می‌تواند تحت سطح کم‌آبیاری ۸۰ درصد بدون کاهش عملکرد رشد و نمو مناسبی داشته باشد (سطح کم‌آبی ۸۰ با ۱۰۰ تفاوت معنی‌داری نداشت). همچنین به‌نظر می‌رسد تحت سطح کم‌آبیاری ۸۰ درصد با توجه به سازوکار فیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی خاصی که این گیاه با شرایط خشک و نیمه‌خشک از خود نشان می‌دهد (افزایش پرولین،

افزایش ترکیبات محلول در آب، قیفی یا لوله‌ای شدن برگ‌ها جهت کاهش تبخیر) باعث افزایش مواد جامد محلول میوه می‌شود. علاوه بر این با کاهش حجم آبیاری در سطح ٦٠ درصد به‌علت اثرات منفی روی فتوسنتز و کاهش ظرفیت فتوسنتزی، تولید ترکیبات کربوهیدارتی در گیاه کاهش یافته و به تبع آن مواد جامد محلول میوه کاهش می‌یابد. در واقع با کاهش تولید ترکیبات کربوهیدراتی در برگ‌ها انتقال یا حرکت این مواد (۳۵) از برگ‌ها (منبع) به میوه‌های (مخزن) نیز کاهش می‌یابد. گزارش شده است که تنش کم‌آبی شدید، ظرفیت فتوسنتزی گیاه را به‌دلیل بسته شدن روزنه‌ها، محدود می‌کند که به تبع آن سبب کاهش قند میوه می‌شود (٤٤).

کلروفیل، محتوای آب نسبی و عناصر برگ: مقادیر کلروفیل کل برگ به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۱) تحت‌تأثیر سطوح آبیاری و ترکیب‌های پیوندی قرار گرفت همچنین اثرات متقابل این دو تیمار معنی‌دار نشد. با کاهش حجم آبیاری (جدول ۱۰) محتوای کلروفیل گیاهان شاهد و پیوندی کاهش یافت. همچنین تفاوت معنی‌داری بین گیاهان خودپیوندی و شاهد از نظر مقادیر کلروفیل برگ وجود نداشت. مقادیر کلروفیل برگ گیاهان پیوندی روی پایه کدو به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از گیاهان خودپیوندی و گیاهان شاهد بود (جدول ۷). اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۱) بین گیاهان خودپیوندی و شاهد در رابطه با محتوای آب نسبی برگ وجود نداشت و هر دو در یک کلاس آماری قرار دارند. همچنین تفاوت معنی‌داری بین گیاهان پیوندی روی پایه شینتوزا و گیاهان پیوندی روی پایه فرو از نظر محتوای آب نسبی برگ وجود نداشت و هر دو در یک گروه از لحاظ آماری طبقه‌بندی شدند (جدول ۷).

مقادیر عنصر نیتروژن برگ به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۱) تحت‌تأثیر سطوح آبیاری و ترکیب‌های پیوندی قرار داشت. همچنین اثرات متقابل این دو تیمار معنی‌دار نشد (جدول ۵). مقادیر نیتروژن برگ در سطوح کم‌آبیاری ٦٠ و ۸۰ درصد در مقایسه با آبیاری کامل کاهش یافت. همچنین تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد از نظر مقادیر نیتروژن برگ بین سطوح آبیاری شاهد و سطح کم‌آبیاری ۸۰ درصد وجود نداشت و هر دو در یک کلاس آماری قرار دارند (جدول ۷). مقادیر فسفر برگ گیاهان پیوندشده روی پایه کدوهای شینتوزا و فرو به‌ترتیب ۰/٤۵ و ۰/٤۳ درصد بود در حالی‌که در گیاهان پیوندی روی پایه خربزه سوسکی سبز و گیاهان شاهد به‌ترتیب ۰/۳۷ و ۰/٤۰ درصد بود. اثرات ساده سطوح آبیاری و ترکیب‌های پیوندی و نیز اثرات متقابل این دو تیمار بر محتوای عنصر پتاسیم برگ معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج جدول تجزیه واریانس برش‌دهی (بررسی جداگانه ترکیبات پیوندی در هر سطح از سطوح آبیاری) ترکیبات پیوندی در هر سطح از سطوح آبیاری نشان داد که مقادیر پتاسیم برگ به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۱) در گیاهان پیوندی و غیرپیوندی تحت‌تأثیر سطح آبیاری ٦٠ درصد قرار دارد (جدول ۸). مقایسه اثرات متقابل میانگین‌های برشی‌دهی سطوح آبیاری و ترکیبات پیوندی نشان داد که بیش‌ترین (٤/۱۹ درصد) و کم‌ترین (۳/۵۵ درصد) مقدار پتاسیم برگ در سطح کم‌آبیاری ٦٠ درصد به‌ترتیب به گیاهان پیوندی روی پایه شینتوزا و گیاهان پیوندی روی خربزه سوسکی سبز مربوط است. همچنین در سطح آبیاری ٦٠ درصد تفاوت معنی داری بین گیاهان پیوندی روی پایه شینتوزا و گیاهان خودپیوندی وجود دارد به‌طوری‌که از

لحاظ آماری به دو کلاس جداگانه‌ای تعلق دارند (جدول ۹). به‌نظر می‌رسد می‌توان عملکرد پایین‌تر گیاهان پیوندی روی خربزه سوسکی سبز و گیاهان غیرپیوندی را به محتوای کلروفیل برگ کم‌تر (کاهش آسیمیلاسیون دی‌اکسیدکربن) این گیاهان تحت شرایط کم آبیاری ارتباط داد. علاوه بر کاهش میزان فتوسنتز خالص این گیاهان (محتوای کلروفیل کم‌تر سبب کاهش فتوسنتز می‌شود)، محتوای آب نسبی برگ نیز عامل مهمی در کاهش عملکرد گیاهان شاهد و خودپیوندی در مقایسه با گیاهان پیوندی روی پایه‌های هیبریدی به حساب می‌آید. کم‌آبیاری ٦٠ درصد به‌طور معنی‌داری عملکرد و زیست‌توده گیاهان پیوندی و غیرپیوندی را کاهش داد. این کاهش با پارامترهای مختلفی از جمله کلروفیل کل برگ و محتوای آب نسبی برگ در ارتباط است. به‌طوری‌که کاهش در میزان فتوسنتز خالص تحت شرایط کم‌آبیاری می‌تواند به سبب کاهش در مقادیر کلروفیل و میزان آب برگ باشد. به‌طوری‌که مشخص شده کلروفیل عامل مهمی در نگهداری ظرفیت فتوسنتزی گیاهان به حساب می‌آید (٢٤). بنابراین میزان کلروفیل برگ از عوامل مهمی است که بر روی فتوسنتز و به تبع آن تولید ترکیبات کربوهیدراته اثرگذار می‌باشد همچنین ثابت شده است که محتوای نسبی کلروفیل رابطه مثبتی با کارایی فتوسنتز در گیاهان دارد (۱۱). پژوهشگران نشان دادند که با کاهش محتوای کلروفیل برگ، فتوسنتز و فرآیند تثبیت دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد (۳۲). در حقیقت، کاهش محتوای آب نسبی برگ به‌دلیل کم‌آبی و همچنین از طرف دیگر کاهش جذب آب توسط ریشه‌ها و افزایش تعرق از برگ‌ها که به تبع سبب بسته شدن روزنه‌های برگ می‌شود به‌طوری‌که این عوامل در کنار هم باعث کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه در شرایط کم‌آبی می‌گردد. در این پژوهش کاهش معنی‌داری در مقادیر نیتروژن و فسفر برگ گیاه خربزه سوسکی سبز پیوندی و غیرپیوندی تحت سطوح کم‌آبی مشاهد شد. کاهش مقادیر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ گیاهان تحت شرایط کم‌آبی را می‌توان به کاهش میزان رطوبت منطقه ریشه اشاره کرد (جدول ۱۰). این نتایج با بررسی یافته سایر پژوهشگران (۲۸، ۳۱ و ٥٤) که نشان دادن که کم‌آبی نقش مهمی در کاهش محتوای عناصر پرمصرف برگ گیاهان دارد، همخوانی دارد. مطالعات پیشین نشان داده است که (۵) جذب بهتر عناصر معدنی توسط پایه‌های کدو به ویژگی‌های فیزیکی ریشه این گیاهان از جمله رشد عمودی و افقی و همچنین توسعه وسیع این ریشه‌ها مربوط است. علاوه بر سیستم قوی ریشه‌ای این گیاهان، ظرفیت بالای جذب آب و مواد غذائی از خاک و انتقال (٤١) آن به بخش هوائی گیاه پیوندی و همچنین تامین هورمون‌های (۲۳ و ۲۷) مورد نیاز پیوندک در طی رشد و نمو از دیگر عوامل مهم در تأئید ظرفیت بالای پایه‌های هیبریدی کدو می‌باشد.

بیش‌تر پژوهش‌های انجام‌شده نشان داده‌اند که تغییرات ایجاد شده در پیوندک به‌طور عمده توسط پایه کنترل می‌شود. این پژوهشگران نقش پایه را در جذب، ساخت و انتقال آب و عناصر معدنی و هورمون‌ها از پایه به پیوندک را مورد تاکید قرار داده‌اند (لی و اُدا، ۲۰۰۳). پیوند جذب و انتقال فسفر، نیتروژن، منیزیم و کلسیم را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۱۸، ۲۰، ۲۱،۲۹، ۳٤، ٤١، ٤٥، ٤٦، ٥٠ و ٥٩). پژوهشگران گزارش کردند (۲۰) که جذب بهتر عناصر معدنی در گیاهان پیوندی سبب افزایش توان

فتوسنتزی گیاه می‌شود که این ظرفیت فتوسنتزی بالا، رشد گیاهان را تحت شرایط تنش تسهیل می‌کند. همچنین پیشنهاد شده که توان فتوسنتزی بالای گیاهان پیوندی روی پایه‌های قوی تحت شرایط تنش، عملکرد را در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی، افزایش می‌دهد که به تبع آن مقادیر قند میوه نیز افزایش می‌یابد (٦٠، ٦١ و ٦٢).

حجم، pH و هدایت الکتریکی شیره خام آوند چوبی: حجم و هدایت الکتریکی شیره خام آوند چوبی به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر سطوح آبیاری و ترکیبات پیوندی قرار گرفت در حالی‌که pH تحت‌تأثیر هیچ‌کدام از تیمارهای آزمایش قرار نگرفت (جدول ٥). همچنین هیچ اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بین پایه‌های کدو از لحاظ حجم شیره خام آوند چوبی وجود نداشت و هر دو در یک کلاس آماری قرار داشتند. علاوه بر این بیش‌ترین (۳/۹۰ دسی‌زیمنس بر متر) و کم‌ترین (۲/٤٨ دسی‌زیمنس بر متر) مقدار هدایت الکتریکی شیره خام آوند چوبی به‌ترتیب به سطح آبیاری ۱۰۰ و سطح کم‌آبیاری ٦٠ درصد مربوط است (جدول ۷). همچنین اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) از لحاظ آماری بین هر سه سطح آبیاری از نظر هدایت الکتریکی شیره خام وجود داشت و هر سه در سه کلاس جداگانه‌ای قرار دارند. در این مطالعه، پایه‌های هیبریدی کدو حجم شیره خام بیش‌تری از گیاهان شاهد داشتند. این نتایج نشان می‌دهد که پایه‌های کدو فعالیت ریشه‌ای بیش‌تری از گیاه خربزه سوسکی سبز دارد. صالحی و همکاران (٤٧) گزارش کردند که بیش‌ترین (۱/۱۳ میلی‌گرم فورمازان تولید شده در ساعت بر اساس وزن خشک ریشه) و کم‌ترین (۰/۸۳ میلی‌گرم فورمازان تولید شده در ساعت بر اساس وزن خشک ریشه) فعالیت ریشه‌ای گیاهان پیوندی (٦٠ روز بعد از پیوند) به‌ترتیب به ترکیب پیوندی خربزه خاتونی رو پایه شینتوزا و گیاه خربزه خاتونی غیرپیوندی مربوط است. سرانجام می‌توان نتیجه‌گیری نمود که با بررسی پاسخ‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی (کلروفیل، محتوای آب نسبی و حجم شیره خام آوند چوبی) بین گیاهان پیوندی و غیرپیوندی، می‌توان عملکرد بالای گیاهان پیوندی با پایه کدو در مقایسه با شاهد را توجیح کرد. همچنین فعالیت ریشه‌ای بالای پایه کدوی زمستانه (٤٧) سبب رشد رویشی بیش‌تر پیوندک در مقایسه با شاهد می‌شود. بنابراین فعالیت ریشه‌ای بالا سبب افزایش جذب آب و مواد غذائی و هورمون‌های گیاهی می‌شود که انتقال آن به بخش هوائی گیاه سبب بهبود وضعیت رویشی رو زایشی در شرایط تنش خواهد شد (۷، ۲۷، ۵۸ و ٦٣).

جدول ٤- تجزیه واریانس اثرات سطوح آبیاری و پیوند بر عملکرد، کارائی مصرف آب و کیفیت شاخساره و میوه خربزه سوسکی سبز.

Table 4. Analysis of variance effects irrigation levels and grafting on yield, water use efficiency, shoots and fruits quality in Souski-e-Sabz inodorous.

SOV منابع تغییرات	درجه آزادی DF	متوسط وزن میوه Mean fruit weight	عملکرد کل Total yield	عملکرد بازارپسند Marketable yield	وزن شاخساره Shoot biomass	ماده خشک شاخساره Shoot dry matter	کارایی مصرف آب عملکرد WUE_y	کارایی مصرف آب زیست‌توده WUE_b	ماده خشک میوه Fruit dry matter	کل مواد جامد محلول Total soluble solid	اسیدیته قابل تیتراسیون Titratable acidity
تکرار Block	2	0.67^{ns}	116.90*	40.26^{ns}	0.17^{ns}	0.66^{ns}	3.49**	0.18^{ns}	0.54^{ns}	7.79^{ns}	0.01^{ns}
آبیاری Irrigation (a)	2	3.58**	524.41**	531.27**	1.01*	6.17**	2.93*	2.86*	7.54**	31.74**	0.002^{ns}
خطای a Error a	4	0.54	10.90	63.81	0.17	0.57	0.23	0.24	3.19	5.16	0.001
پایه Rootstock	3	1.53*	168.75**	317.01**	2.29**	7.21**	3.95**	3.88**	6.13**	0.09^{ns}	0.0002^{ns}
آبیاری × پایه R×I	6	0.33^{ns}	6.73^{ns}	2.40^{ns}	0.08^{ns}	0.09^{ns}	0.26^{ns}	0.29^{ns}	0.04^{ns}	1.53^{ns}	0.0001^{ns}
خطای آزمایش Experimental error	18	0.39	31.63	32.74	0.29	0.98	0.50	0.48	0.75	3.47	0.005
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)		18.37	12.91	16.43	16.64	9.07	11.23	17.31	8.96	16.73	8.29

^{ns}، * و ** به‌ترتیب فاقد تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

^{ns}, *, ** are no significant, significant at P<0.05 and 0.01, respectively.

جدول ۵- تجزیه واریانس اثرات سطوح آبیاری و پیوند بر برخی ویژگی های بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و عناصر برگ در گیاه خربزه سوسکی سبز.

Table 5. Analysis of variance effects irrigation levels and grafting on biochemical, physiological characteristics and leaf elements in Souski-e-Sabz inodorous.

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی DF	کلروفیل کل Total chlorophyll	محتوای آب نسبی Relative water content	عناصر برگ Leaf elements			شیره خام آوند چوبی Raw sap of xylem		
				ازت N	فسفر P	پتاسیم K	حجم Volume	درجه اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC
تکرار Block	2	0.01^{ns}	260.95*	0.07^{ns}	0.002^{ns}	0.12^{ns}	4196.21**	0.27^{ns}	0.06^{ns}
آبیاری Irrigation (a)	2	0.67**	1717.41**	0.95**	0.11*	1.92*	3146.74**	0.44^{ns}	6.20**
خطای a Error a	4	0.06	225.29	0.08	0.001	0.02	672.97	0.18	0.11
پایه Rootstock	3	0.23**	447.65**	1.05**	0.01**	0.15*	26474.64**	0.02^{ns}	5.65*
آبیاری × پایه R×I	6	0.02^{ns}	15.43^{ns}	0.10^{ns}	0.002^{ns}	0.13*	16.67^{ns}	0.002^{ns}	0.13^{ns}
خطای آزمایش Experimental error	18	0.04	62.98	0.06	0.001	0.04	303.14	0.11	0.15
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)		11.92	11.19	9.20	10.00	6.21	12.51	5.46	11.78

^{ns}، * و ** به‌ترتیب فاقد تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

^{ns}, *, ** are no significant or significant at P<0.05 or 0.01, respectively.

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های سطوح آبیاری و پیوند بر عملکرد، کارائی مصرف آب و کیفیت میوه و شاخساره خربزه سوسکی سبز.

Table 6. Means comparison of the irrigation levels and grafting on yield, water use efficiency and quality of shoots and fruits in Souski-e-Sabz inodorous.

کل مواد جامد محلول (بریکس) Total soluble soild (°Brix)	ماده خشک شاخساره (درصد) Shoot dry matter (%)	کارایی مصرف آب زیست‌توده (کیلوگرم بر مترمکعب) WUE_b (kg/m^3)	زیست‌توده شاخساره (کیلوگرم) Shoot biomass (kg)	ماده خشک میوه (درصد) Fruit dry matter (%)	کارایی مصرف آب عملکرد (کیلوگرم بر مترمکعب) WUE_y (kg/m^3)	عملکرد بازارپسند (تن در هکتار) Marketable yield (t/h)	عملکرد کل (تن در هکتار) Total yield (t/h)	متوسط وزن میوه (کیلوگرم) Mean fruit weight (kg)	تیمارها Treatments	صفات Characteristics
11.18^{a}	10.19^{b}	$3.74b^{c}$	3.03^{bc}	9.27^{bc}	5.93^{bc}	31.79^{b}	41.08^{bc}	3.22^{ab}	G_1	پایه‌ها Rootstocks
10.99^{a}	10.05^{b}	3.22^{c}	2.60^{c}	8.81^{c}	5.59^{c}	28.02	38.87^{c}	2.89^{b}	G_2	
11.23^{a}	11.76^{a}	4.70^{a}	3.74^{a}	10.72^{a}	7.06^{a}	40.74^{a}	48.32^{a}	3.64^{a}	G_3	
11.17^{a}	11.56^{a}	4.35^{ab}	3.49^{ab}	9.91^{ab}	6.62^{ab}	38.72^{a}	45.90^{ab}	3.80^{a}	G_4	
1.84	0.97	0.68	0.53	0.86	0.70	5.66	5.57	0.61	$Lsd_{5\%}$	
11.51^{a}	11.53^{a}	3.48^{b}	3.43^{a}	10.14^{a}	5.74^{b}	39.23^{a}	48.29^{a}	3.83^{a}	I_1	سطوح آبیاری Irrigation levels
12.56^{ab}	11.01^{a}	4.09^{a}	3.33^{ab}	10.13^{a}	6.67^{a}	38.06^{a}	46.35^{a}	3.55^{ab}	I_2	
9.37^{c}	10.12^{b}	4.45^{a}	2.88^{c}	8.76^{b}	6.48^{a}	27.16^{b}	35.99^{b}	2.78^{b}	I_3	
2.57	0.85	0.56	0.47	2.02	0.54	9.05	3.74	0.83	$Lsd_{5\%}$	

G_1: سوسکی سبز غیرپیوندی (شاهد)، G_2: سوسکی سبز پیوندی روی سوسکی سبز، G_3: سوسکی سبز پیوندی روی شینتوزا، G_4: سوسکی سبز پیوندی روی فرو، بیوماس شاخساره: وزن تر اندام هوائی به‌جز میوه، راندمان مصرف آب عملکرد: کارائی مصرف آب عملکرد بر اساس وزن تر میوه، راندمان مصرف آب بیوماس: کارائی مصرف آب شاخساره بر اساس وزن تر شاخساره به‌جز میوه، درصد ماده خشک شاخساره: درصد ماده خشک اندام هوائی به‌جز میوه، I_1، I_2، I_3: به‌ترتیب برابر است با سطوح ۱۰۰، ۸۰ و ٦۰ بر اساس رطوبت سهل‌الوصول خاک.

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

G_1: non- grafted souski-e-sabz (control), G_2: souski-e-sabz onto souski-e-sabz, G_3: souski-e-sabz onto shintozwa, G_4: souski-e-sabz onto ferro- rz, shoot biomass: base on fresh weight shoot with the exception of fruit, WUEy: water use efficiency for yield base on fresh weight of fruit , WUEb :water use efficiency for shoot base on fresh weight of shoot with the exception of fruit, shoot dry matter percentage: with the exception of fruit. I_1, I_2 and I_3 represent the irrigation treatments that received 100, 80 and 60% based on total available water depletion, respectively.
Means with a same letter within columns are not significantly different according to LSD's test (P = 0.05).

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های اثرات سطوح آبیاری و پیوند بر برخی از صفات بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و عناصر برگ در گیاه خربزه سوسکی سبز.

Table 7. Mean comparisons of the irrigation levels and grafting on biochemical, physiological characteristics and leaf elements in Souski-e-Sabz inodorous.

شیره خام آوند چوبی Raw sap of xylem			عناصر برگ (درصد ماده خشک) Leaf elements (% dw)		کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Total chlorophyll (mg/ g^{-1} FW)	محتوای آب نسبی Relative water content (%)	تیمارها Treatments	صفات Characteristics
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (ds/m)	درجه اسیدیته pH	حجم آبیاری (میلی‌لیتر در ۲۴ ساعت) Volume (ml/24h)	فسفر P	ازت N				
2.62^{c}	6.20^{a}	93.19^{b}	0.40^{bc}	2.47^{b}	1.53^{b}	66.15^{b}	G_1	پایه‌ها Rootstocks
2.58^{c}	6.22^{a}	92.01^{b}	0.37^{c}	2.38^{b}	1.51^{b}	64.01^{b}	G_2	
4.17^{a}	6.12^{a}	194.12^{a}	0.45^{a}	3.09^{a}	1.82^{a}	78.96^{a}	G_3	
3.70^{b}	6.16^{a}	177.48^{a}	0.43^{ab}	2.90^{a}	1.78^{a}	74.67^{a}	G_4	
0.38	0.33	17.24	0.04	0.24	0.19	7.86	Lsd5%	
3.90^{a}	6.34^{a}	153.85^{a}	0.48^{a}	2.93^{a}	1.84^{a}	79.81^{a}	I_1	سطوح آبیاری Irrigation levels
3.42^{b}	6.23^{a}	141.95^{ab}	0.45^{a}	2.80^{a}	1.75^{a}	75.69^{a}	I_2	
2.48^{c}	5.96^{a}	121.81^{b}	0.30^{b}	2.39^{b}	1.39^{b}	57.34^{b}	I_3	
0.37	0.48	29.40	0.03	0.31	0.29	17.01	Lsd5%	

G_1: سوسکی سبز غیرپیوندی (شاهد)، G_2: سوسکی سبز پیوندی روی سوسکی سبز، G_3: سوسکی سبز پیوندی روی شینتوزا، G_4: سوسکی سبز پیوندی روی فرو، I_1، I_2، I_3: به‌ترتیب برابر است با سطوح ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ بر اساس رطوبت سهل‌الوصول خاک.

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

G_1: non- grafted souski-e-sabz (control), G_2: souski-e-sabz onto souski-e-sabz, G_3: souski-e-sabz onto shintozwa, G_4: souski-e-sabz onto ferro- rz, I_1, I_2 and I_3 represent the irrigation treatments that received 100, 80 and 60% based on total available water depletion, respectively.

Means with a same letter within columns are not significantly different according to LSD's test (P = 0.05).

جدول ۸- تجزیه واریانس برش‌دهی اثر متقابل میانگین مربعات پایه‌ها در هر سطح از آبیاری برای مقادیر پتاسیم برگ خربزه سوسکی سبز.

Table 8. Analysis of variance slicing of interaction effect (separation interactions) mean squares of rootstocks in each level of irrigation for leaf potassium in Souski-e-Sabz inodorous.

پتاسیم Potassium	درجه آزادی DF	سطوح آبیاری Irrigation levels
0.11^{ns}	3	I_1
0.03^{ns}	3	I_2
0.27**	3	I_3

I_1، I_2، I_3: به‌ترتیب برابر است با سطوح ۱۰۰، ۸۰ و ٦۰ بر اساس رطوبت سهل‌الوصول خاک.

^{ns}، * و ** به‌ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد.

I_1, I_2 and I_3 represent the irrigation treatments that received 100, 80 and 60% based on total available water depletion, respectively.
^{ns}, *, ** are no significant or significant at P<0.05 or 0.01, respectively.

جدول ۹- مقایسه میانگین برش‌دهی اثر سطوح آبیاری و پیوند بر مقادیر پتاسیم برگ در خربزه سوسکی سبز.

Table 9. Mean comparison of slicing of interaction effect irrigation levels and grafting for leaf potassium in 'Souski-e-Sabz' inodorous.

پتاسیم برگ (درصد) Leaf potassium (%)	تیمارها Treatments	صفات Characteristics
2.84^{e}	G_1	
2.95^{de}	G_2	I_1
3.26^{bcd}	G_3	
3.19^{cd}	G_4	
3.30^{bc}	G_1	
3.28^{bcd}	G_2	I_2
3.11^{cde}	G_3	
3.08^{cde}	G_4	
3.58^{b}	G_1	
3.55^{b}	G_2	
4.19^{a}	G_3	I_3
3.93^{a}	G_4	
0.33	$Lsd_{5\%}$	

G_1: سوسکی سبز غیرپیوندی (شاهد)، G_2: سوسکی سبز پیوندی روی سوسکی سبز، G_3: سوسکی سبز پیوندی روی شینتوزا، G_4: سوسکی سبز پیوندی روی فرو. I_1، I_2، I_3: به‌ترتیب برابر است با سطوح ۱۰۰، ۸۰ و ٦۰ بر اساس رطوبت سهل‌الوصول خاک.

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

G_1: non- grafted souski-e-sabz (control), G_2: souski-e-sabz onto souski-e-sabz, G_3: souski-e-sabz onto shintozwa, G_4: souski-e-sabz onto ferro- rz. I_1, I_2 and I_3 represent the irrigation treatments that received 100, 80 and 60% based on total available water depletion, respectively.
Means with a same letter within columns are not significantly different according to LSD's test (P=0.05).

جدول ۱۰- حجم و زمان آبیاری در گیاه خربزه سوسکی سبز.

Table 10. Amount and timing of irrigation in Souski-e-Sabz inodorous.

ردیف Number	تاریخ آبیاری Irrigation date	عمق ریشه (سانتی‌متر) Root depth (cm)	مراحل رشد فنولوژیکی Phenological growth stages	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) Volume of irrigation water (m^3/hectar)		
				100%	80%	60%
1	۱۶ خرداد June 6	100	انتقال نشاء Transplanting	486.95	486.95	486.95
2	۱۸ خرداد June 8	10	رشد و استقرار نشاء Growth and transplant establishment	31.16	31.16	31.16
3	۲۰ خرداد June 10	12	رشد رویشی Vegetative growth	38.91	38.91	38.91
4	۲۳ خرداد June 13	19	افزایش رشد اولیه ریشه و توسعه گیاه Increases early root growth and plant development	53.58	53.58	53.58
5	۲۷ خرداد June 17	27	رشد رویشی Vegetative growth	81	81	81
6	۱ تیر June 22	32	شروع تشکیل گل نر Formation Starting of male flower	119	119	119
7	٤ تیر June 25	41	شروع تشکیل دستک‌ها Stolons are starting (vines)	140.26	140.26	140.26
8	۸ تیر June 29	49	کبوتری شدن (رشد و بزرگ شدن دستک‌ها) Stolonizing	158.76	158.76	158.76
9	۱۲ تیر July 3	57	آغاز تیمار کم‌آبیاری Start deficit irrigation	170.68	136.54	102.40
10	۱۶ تیر July 7	66	رشد بیش‌تر دستک‌ها Further growth of stolons	201.76	161.40	121.05
11	۱۹ تیر July 10	69	رشد بیش‌تر دستک‌ها Further growth of stolons	201.59	161.27	120.95
12	۲۲ تیر July 13	74	شروع تشکیل گل ماده Formation starting of female flower	236.18	188.94	141.70
13	۲۵ تیر July 16	78	مراحل اولیه نمو میوه Early stages of fruit development	256.18	204.94	153.70
14	۲۸ تیر July 19	81	رشد رویشی و زایشی Vegetative and reproductive growth	269.68	215.74	161.80
15	۱ مرداد July 23	84	مراحل اولیه رشد میوه Early stages of fruit growth	245.43	196.34	147.25
16	۲ مرداد July 24	84	رشد رویشی و زایشی Vegetative and reproductive growth	221.26	177.00	132.75
17	۳ مرداد July 25	84	رشد رویشی و زایشی Vegetative and reproductive growth	255.02	204.01	153.01
18	۵ مرداد July 27	86	رشد رویشی و زایشی Vegetative and reproductive growth	291.02	232.81	174.61
19	۷ مرداد July 29	86	رشد رویشی و زایشی Vegetative and reproductive growth	245.01	196.00	147.00

ادامه جدول ۱۰-

Continue Table 10.

ردیف Number	تاریخ آبیاری Irrigation date	عمق ریشه (سانتی‌متر) Root depth (cm)	مراحل رشد فنولوژیکی Phenological growth stages	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) Volume of irrigation water (m^3/hectar)		
				100%	80%	60%
20	۹ مرداد July 31	86	رشد رویشی و زایشی Vegetative and reproductive growth	238.18	190.54	142.90
21	۱۲ مرداد August 3	88	رشد رویشی و زایشی Vegetative and reproductive growth	296.19	236.95	177.71
22	۱٤ مرداد August 5	88	افزایش وزن میوه Increase in fruit weight	258.60	206.88	155.16
23	۱۷ مرداد August 8	90	افزایش وزن میوه Increase in fruit weight	303.60	242.88	182.16
24	۱۸ مرداد August 9	90	افزایش وزن میوه Increase in fruit weight	288.02	230.41	172.81
25	۱۹ مرداد August 10	90	افزایش وزن میوه Increase in fruit weight	267.02	213.61	160.21
26	۲۱ مرداد August 12	92	کاهش رشد رویشی شاخساره‌ها Reduction in vegetative growth of shoots	257.93	206.34	154.75
27	۲٤ مرداد August 15	92	تغییر رنگ پوست میوه Discoloration of fruit skin	319.10	255.28	191.46
28	۲۷ مرداد August 18	94	کاهش رشد رویشی شاخساره‌ها Reduction in vegetative growth of shoots	312.02	249.61	187.21
29	۲۹ مرداد August 20	94	حداکثر اندازه میوه Maximum of fruit size	271.85	217.48	163.11
30	۱ شهریور August 23	97	علائم رسیدن میوه Symptoms of fruit ripening	332.69	266.15	199.61
31	٤ شهریور August 26	97	شروع برداشت میوه Start of fruit harvest	297.94	238.35	178.76
32	۷ شهریور August 29	100	برداشت میوه Fruit harvest	288.02	230.41	172.81
33	۱۰ شهریور September 1	100	برداشت میوه Fruit harvest	285.02	228.01	171.01
34	۱۳ شهریور September 4	100	برداشت میوه Fruit harvest	264.02	211.21	158.41
35	۱٦ شهریور September 7	100	برداشت میوه Fruit harvest	306.02	244.81	183.61
			حجم کل آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) Total volume of irrigation water (m^3/h)	8289.65	6853.64	5417.63

تاریخ کشت بذر: ۲۳ اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳، تاریخ پیوند: ۲ خردادماه، تاریخ انتقال نشاء: ۱٦ خردادماه. اولین آبیاری به عمق ۱۰۰ سانتی‌متر انجام شد.

Seeding date: May 13, 2014, Grafting date: May 23, Transplanting date: June 6. The first irrigation was performed to depth of 100 cm.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بیش‌تر ویژگی‌های گیاه خربزه سوسکی سبز تحت‌تأثیر سطوح آبیاری و پایه‌های پیوندی قرار گرفت. نتایج نشان داد که گیاهان پیوندی روی پایه‌های تجاری هیبریدی کدو عملکرد بازارپسند، وضعیت تغذیه‌ای و نیز کارائی مصرف آب بهتری در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی داشتند. همچنین تفاوت معنی‌داری بین گیاهان پیوندی از لحاظ مواد جامد محلول گوشت میوه وجود نداشت. بنابراین پایه‌های فرو و شینتوزا اثرات مخربی روی کیفیت میوه نداشتند. بنابراین استفاده از پایه‌های هیبریدی کدو جهت تولید گیاهان پیوندی تحت شرایط آبیاری کامل و کم‌آبیاری توصیه می‌گردد.

منابع

1. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, United Nations, FAO, Rome, Italy.
2. Bletsos, F., Thanassoulopoulos, C. and Roupakias, D. 2003. Effect of grafting on growth, yield and verticillium wilt of eggplant. Hort. Sci. 38: 183-186.
3. Boyer, J.S. 1982. Plant productivity and environment. Sci., 218: 443-448.
4. Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen, P 1149-1178. In: Black, C.A., D.D. Evans, I.L. White, L.E. Ensminger and F.E. Clark (eds.). Methods of soil analysis. Agron. Monograph 9, Part 2.
5. Castle, W.S. and Krezdorn, A.H. 1975. Effects of citrus rootstocks on root distribution and leaf mineral content of Orlando Tangelo trees. J. Amer. So. Hort. Sci. 100: 1-4.
6. Chaves, M.M., Maroco, J.P. and Pereira, J.S. 2003. Understanding plant responses to drought from genes to whole plant. Funct. Plant Biol. 30: 239-264.
7. Chouka, A.S. and Jebari, H. 1999. Effect of grafting on watermelon on vegetative and root development, production and fruit quality. Acta Hort. 492: 85-93.
8. Clearwater, M.J., Lowe, R.G., Hofstee, B.J., Barclay, C., Mandemaker, A.J. and Blattmann, P. 2004. Hydraulic conductance and rootstock effects in grafted vines of kiwifruit. J. Exp. Bot. 55: 1371-1381.
9. Colla, G. 2014. Vegetable grafting for abiotic stress tolerance: current status and advances through the cost action fa1204. Proceedings of the First International Symposium on Vegetables Grafting, Wuhan, China, 17-21 March 2014.
10. Dalla Costa, L. and Gianquinto, G. 2002. Water stress and water table depth influence yield, water use efficiency, and nitrogen recovery in bell pepper: Lysimeter studies. Austr. J. Agric. Res. 53: 201-210.
11. 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 Hort. 171: 253-258.
12. Edelstein, M., Burger, Y., Horev, C., Porat, A., Meir, A. and Cohen, R. 2004. Assessing the effect of genetic and anatomic variation of cucurbita rootstocks on vigour, survival and yield of grafted melons. J. Hort. Sci. Biotech. 79: 370-374.
13. Ertek, A., Sxensoy, S., Gedik, I. and Ku¨cxu¨kyumuk, C. 2006. Irrigation scheduling based on pan evaporation values for cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown under field conditions. Agri. Water Manag. 81: 159-172.
14. Fabeiro, C., Martı´n de Santa Olalla, F. and De Juan, J.A. 2002. Production of muskmelon (*Cucumis melo* L.) under controlled deficit irrigation in a semi-arid climate. Agri. Water Manag. 54: 93-105.
15. Ferna´ndez-Garcı´a, N., Martı´nez, V., Cerda,´ A. and Carvajal, M. 2004. Fruit quality of grafted tomato plants grown under saline conditions. J. Hort. Sci. Biotechnol. 79: 995-1001.

16.Food and Agriculture Organization (FAO). 2012. FAOSTAT Data. http://www.fao.org/biotech/stat.asp.
17.Garcı´a-Sa´nchez, F., Syvertsen, J.P., Gimeno, V., Botia, P. and Perez-Perez, J.G. 2007. Responses to looding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water- use efficiency. Physiologia Plantarum, 30: 532-542.
18.Gluscenko, I.E. and Drobkov, A.A. 1952. Introduction and distribution of radioactive elements in grafted plants and their effect on the development of tomato. Izv. Akad. Nauk S.S.R.R. Ser. Biol. 6: 62-66. (In Russian)
19.Gonzalea, L. and Gonzalez-Vilar, M. 2003. Determination of relative water content. In Handbook of plant ecophysiology techniques, P 207-212 (Eds. J. Manuel and R. Goger). London: Kluwer Academic Publishers.
20.Hu, C.M., Zhu, Y.L., Yang, L.F., Chen, S.F. and Hyang, Y.M. 2006. Comparison of photosynthetic characteristics of grafted and own-root seedling of cucumber under low temperature circumstances. Acta Bot. Boreali-Occidentalia Sin. 26: 247-253.
21.Ikeda, H., Shinji, O. and Takeo, K. 1987. Disease and pest resistance of wild *Cucumis* species and their compatibility as rootstock for muskmelon, cucumber and watermelon. Bull. Natl. Vrg. Ornam. Tea Research Institute Japan A1. Pp: 173-185.
22.James, L.G. 1988. Principles of farm irrigation system design. John Wiley & Sons Inc., New York, NY.
23.Jang, K.U. 1992. Utilization of sap and fruit juice of *Luffa cylindrical* L. Research report of Korean Ginseng and Tobacco Institute, Taejan.
24.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 Sci. 41: 436-442.
25.Karla, Y.P. 1998. Handbook of reference methods for plant analysis. CRC Press Inc., Boca Raton, FL, Pp: 165-170.
26.Kashi, A. 2001. Dressing olericulture booklet. Tehran University Press. 167p. (In Persian)
27.Kato, T. and Lou, H. 1989. Effect of rootstock on the yield, mineral nutrition and hormone level in xylem sap in eggplant. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 58: 345-352.
28.Kaya, C., Higgs, D., Kirnak, H. and Tas, I. 2003. Mycorrhizal colonization improves fruit yield and water use efficiency in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) grown under well watered and water-stressed conditions. Plant and Soil. 253: 287-292.
29.Kim, S.E. and Lee, J.M. 1989. Effects of rootstocks and fertilizers on the growth and mineral contents in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Res. Collection Inst. Food Dev. Kyung Hee University. Korea. 10: 75-82.
30.Kirnak, H., Cengiz, K., Davi, H. and Sinan, G. 2001. A long term experiment to study the role of mulches in physiology and macro-nutrition in strawberry grown under water stress. Austr. J. Agric. Res. 52: 937-943.
31.Kirnak, H., Tas, I., Kaya, C. and Higgs, D. 2002. Effects of deficit irrigation on growth, yield and fruit quality of eggplant under semiarid conditions. Austr. J. Agric. Res. 53: 1367-1373.
32.Lawlor, D. 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.
33.Lee, J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods and benefits. Hort. Sci. 29: 235-239.
34.Lee, J.M. and Oda, M. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. Hort. Rev. 28: 61-124.
35.Leoni, S., Grudina, R., Cadinu, M., Madedu, B. and Carletti, M.G. 1990. The influence of four rootstocks on some melon hybrids and a cultivar in greenhouse. Acta Hort. 28: 127-134.
36.Leskovar, D.I., Bang, H., Crosby, K.M., Maness, N., Franco, J.A. and Perkins-Veazie, P. 2004. Lycopene, carbohydrates, ascorbic acid and yield components of diploid and triploid watermelon cultivars

are affected by deficit irrigation. J. Hort. Sci. Biotech. 79: 75-81.
37. Long, R.L., Walsh, K.B. and Midmore, D.J. 2006. Irrigation scheduling to increase muskmelon fruit biomass and soluble solids concentration. Hort. Sci. 41: 367-369.
38. Miguel Costa, J., Ortuño Maria, F. and Manuela Chaves, M. 2007. Deficit irrigation as a strategy to save water: physiology and potential application to horticulture. J. Integ. Plant Biol. 49: 1421-1434.
39. Neilsen, G. and Kappel, F. 1996. 'Bing' sweet cherry leaf nutrition is affected by rootstock. Hort. Sci. 31: 1169-1172.
40. Proietti, S., Rouphael, Y., Colla, G., Cardarelli, M., De Agazio, M., Zacchini, M., Moscatello, S. and Battistelli, A. 2008. Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. J. Sci. Food Agric. 88: 1107-1114.
41. Pulgar, G., Villora, G., Moreno, D.A. and Romero, L. 2000. Improving the mineral nutrition in grafted watermelon plants: nitrogen metabolism. Biologia Plantarum. 43: 607-609.
42. Rangana, S. 1997. Mannual for analysis of fruit and vegetable products. Tata McGraw Hill Co.Pvt. Ltd., New Delhi, Pp: 73-76.
43. Rivero, R., MRuiz, J.M., Sanchez, E. and Romero, L. 2003. Does grafting provide tomato plants an advantage against H_2O_2 production under conditions of thermal shock? Physiol. Plantarum. 117: 44-50.
44. Rogers, G.S. 2006. Development of a crop management program to improve the sugar-content and quality of rockmelons. Horticulture Australia, Project Number: VX00019, 85.
45. Rouphael, Y., Cardarelli, M., Colla, G. and Rea, E. 2008a. Yield, mineral composition, water relations and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. Hort. Sci. 43: 730-736.
46. Rouphael, Y., Cardarelli, M., Rea, E. and Colla, G. 2008b. Grafting of cucumber as a means to minimize copper toxicity. Environmental and Experimental Botany. 63: 49-58.
47. Salehi, R., Kashi, A., Lee, S.G., Huh, Y.C., Lee, J.M., Babalar, M. and Delshad, M. 2009. Assessing the survival and growth performance of Iranian melon to grafting onto Cucurbita rootstocks. Korea. J. Hort. Sci. Technol. 27: 1-6.
48. Salehi, R., Kashi, A., Lee, S.G., Huh, Y.C., Lee, J.M., Bablar, M. and Delshad, M. 2009. Assessing the survival and growth performance of iranian melon to grafting onto cucurbita rootstocks. J. Hort. Sci. 27: 1. 1-6. (In Persian)
49. Salehi, R., Kashi, A., Lee, J.M., Bablar, M., Delshad, M., Lee, S.G. and Huh, Y.C. 2010. Leaf gas exchanges and mineral ion composition in xylem sap of iranian melon affected by rootstocks and training methods. Hort. Sci. 45: 766-770.
50. Salehi, R., Kashi, A., Lee, J.M. and Javanpour, R. 2014. Mineral concentration, sugar content and yield of iranian 'Khatooni'melon affected by grafting, pruning and thinning. J. Plant Nutr. 37: 1255-1268.
51. Satisha, J., Prakash, G.S., Bhatt, R.M. and Sampath Kumar, P. 2007. Physiological mechanisms of water use efficiency in grape rootstocks under drought conditions. Inter. J. Agric. Res. 2: 159-164.
52. Schwarz, D., Rouphael, Y., Colla, G. and Venem, J.H. 2010. Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: thermal stress, water stress and organic pollutants. Scientia Horticulturae. 127: 162-171.
53. Sezen, S.M., Yazar, A. and Eker, S. 2006. Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. Agri. Water Manag. 81: 115-131.
54. Simonne, E.H., Joseph, D.E. and Harrisb, C.E. 1998. Effects of irrigation and nitrogen rates on foliar mineral composition of bell pepper. J. Plant Nutr. 21: 2545-2555.
55. Simsxek, M., Kacxura, M. & Tonkaz, T. 2004. The effects of different irrigation regimes on watermelon (*Citrillus lanatus* (Thunb.)) yield and yield components under semi-arid climatic conditions. Austr. J. Agric. Res. 55: 1149-1157.

56.Sweeney, J.P., Chapman, V.J. and Hepner, P.A. 1970. Sugar, acids and flavor in fresh fruit. J. Amer. Dietetic Assoc. 57: 432-435.
57.Topcu, S., Kirda, C., Dasgan, Y., Kaman, H., Cetin, M., Yazici, A. and Bacon, M.A. 2007. Yield response and N-fertilizer recovery of tomato grown under deficit irrigation. Europ. J. Agron. 26: 64-70.
58.Traka-Mavrona, E., Koutsika-Sotiriou, M. and Pritsa, T. 2000. Response of squash (*Cucurbita spp*.) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). Sci. Hort. 83: 353-362.
59.Xu, C.Q., Li, T.L. and Qi, H.Y. 2005a. Effects of grafting on the photosynthetic characteristics, growth situation and yield of netted muskmelon. China Watermelon and Melon. 2: 1-3.
60.Xu, S.L., Chen, Q.Y., Li, S.H., Zhang, L.L., Gao, J.S. and Wang, H.L. 2005b. Roles of sugar metabolizing enzymes and GA3, ABA in sugars accumulation in grafted muskmelon fruit. Inter. J. Fruit Sci. 22: 514-518.
61.Xu, C.Q., Li, T.L. and Qi, H.Y. 2006a. Effects of grafting on development, carbohydrate content and sucrose metabolizing enzymes activities of muskmelon fruit. Acta Hort. Sin. 33: 773-778.
62.Xu, C.Q., Li, T.L., Qi, H.Y. and Wang, H. 2006b. Effects of grafting on development and sugar content of muskmelon fruit. J. Shenyang Agric. Univ. 37: 378-381.
63.Yetisir, H. and Sari, N. 2004. Effect of hypocotyls morphology on survival rate and growth of watermelon seedlings grafted on rootstocks with different emergence performance at various temperatures. Turk. J. Agric. For. 28: 231-237.
64.Zijlstra, S., Groot, S.P.C. and Jansen, J. 1994. Genotypic variation of rootstocks for growth and production in cucumber. Possibilities for improving the root system by plant breeding. Sci. Hort. 56: 195-196.