

ارزیابی رشد، کارایی مصرف آب، نیتروژن، پتاسیم و فعالیت آنزیم نترات ردوکتاز خربزه "خاتونی" پیوندی در کشت بدون خاک

مصباح بابالار^{۱*}، رقیه جوانپور^۲، عبدالکریم کاشی^۱ و مجتبی دلشاد^۳

۱، ۲ و ۳. استاد، دانشجوی دکتری و دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۳/۲)

چکیده

صفات رویشی، محتوی کلروفیل، کارایی مصرف آب، محتوای نیتروژن، پتاسیم و فعالیت آنزیم نترات ردوکتاز برگ‌ها و نوک ریشه، خربزه 'خاتونی' روی کدوهای Ace و Shintozwa در گلخانه بررسی شد. تیمارهای آزمایش شامل پیوند خربزه روی کدو، خربزه روی خربزه، کدو روی خربزه، کدو روی کدو، خربزه غیرپیوندی و کدوی غیرپیوندی بودند. نتایج نشان داد خربزه‌های پیوندی روی Shintozwa طول ساقه (۴۰۸/۳ سانتی‌متر)، تعداد برگ (۳۸/۵۶ عدد) وزن تر برگ (۱۵۶/۷ گرم)، ساقه (۱۳۲/۷ گرم)، سطح برگ بوته (۱۸۵۱۷/۶ سانتی‌مترمربع)، زیست‌توده (۲۴۷/۵ گرم) و درصد ماده خشک برگ (۱۴/۱۹ درصد)، ساقه (۷/۹۶ درصد) و ریشه (۱۷/۴۶ درصد) بیشتری نسبت به Ace داشتند. پیوند خربزه روی هر دو پایه کارایی مصرف آب، محتوای نیتروژن و پتاسیم را بهبود بخشید. نیتروژن کل و نترات برگ‌ها در Ace بیشتر از Shintozwa به دست آمد. مقدار نیتروژن آمونیومی برگ‌ها در پایه Shintozwa بیشتر از پایه Ace بود. فعالیت آنزیم نترات ردوکتاز برگ خربزه‌های پیوندی روی پایه Ace بیشتر از پایه Shintozwa بود. فعالیت آنزیم نترات ردوکتاز در ریشه نسبت به برگ در حالت پیوندی بیشتر بود. فعالیت آنزیم نترات ردوکتاز ریشه ارتباط غیرمستقیم معنی‌داری با طول شاخه، زیست‌توده، وزن تر برگ و شاخه، سطح کل برگ و ماده خشک ریشه نشان داد. در کل خربزه‌های پیوندی نسبت به غیرپیوندی دارای مقادیر زیادتری نیتروژن آلی نسبت به زیست‌توده کل بودند که این افزایش در ارتباط با احیا و مصرف زیاد نترات می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پایه، پیوندک، خربزه خاتونی، نترات ردوکتاز، نیتروژن.

Evaluation of growth, water, nitrogen, potassium use efficiency and nitrate reductase activity in grafted melon "Khatooni" under soilless culture

Mesbah Babalar^{1*}, Roghayeh Javanpour², Abdolkarim Kashi¹ and Mojtaba Delshad³

1, 2, 3. Professor, Ph.D. Candidate and Associate Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Jul. 2, 2016 - Accepted: May 23, 2017)

ABSTRACT

Vegetative traits, chlorophyll content, water use efficiency, nitrogen, potassium and nitrate reductase activity of leaves and root tip were investigated in composition of the melon 'Khatooni' on squash cultivars Ace and Shintozwa under greenhouse conditions. Treatments consisted of melon grafted on squash, melon on melon, squash on melon, squash on squash, melon and squash own-rooted. Results showed that melon grafted on Shintozwa had stem length (408.3 cm), leaf number (38.56), total leaves fresh weight (156.7 g), total shoot fresh weight (132.7 g), leaf area (18517.6 cm²), biomass (247.5 g), leaf dry matter (14.19%), shoot dry matter (7.96%) and root dry matter (17.46%) more than Ace. Grafted melons on both rootstocks were increased water, nitrogen and potassium use efficiency. The amount of total nitrogen and leaf nitrate on Ace rootstock was more than Shintozwa. The leaf ammonium on Shintozwa rootstock was more than Ace. A high nitrate reductase activity of leaves was obtained on melons grafted on Ace rootstock. Nitrate reductase activity in roots was higher than the leaves especially in the case of grafting. Root nitrate reductase activity was demonstrated a negative correlation with shoot length, biomass, leaf fresh weight, shoot fresh weight, leaf total area and root dry matter. Grafted melons totally contain large amount of organic nitrogen were compared to non-grafted, which it related to nitrate reduction and high nitrate consumption.

Keywords: Melon, nitrate reductase, nitrogen, rootstock, scion.

* Corresponding author E-mail: mbabalar@ut.ac.ir

مقدمه

حدود ۵۰۱ هزار هکتار معادل ۴/۲ درصد از محصولات سالانه کشور به گروه سبزی‌ها اختصاص دارد. حدود ۳۴۶ هزار هکتار برابر با ۲/۹ درصد از آن به انواع محصولات جالیزی مربوط می‌شود که از این سطح سالیانه بیش از ۹/۲۶ میلیون تن محصول برداشت شده که معادل ۱۳ درصد از کل تولیدات زراعی کشور می‌باشد (Agricultural Statistics of Iran, 2014) که رقم قابل توجهی بوده و بیانگر اهمیت این گروه از سبزی‌ها از نظر اقتصادی-اجتماعی در کشور است.

کشور ایران جزو کشورهایی است که با مشکل کمبود منابع آب برای تولید محصولات باغبانی به‌ویژه سبزی‌ها مواجه می‌باشد. بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف‌کننده آب است. در ایران از ۹۳ میلیارد مترمکعب کل آب مصرفی حدود ۸۴ میلیارد مترمکعب مورد استفاده بخش کشاورزی قرار می‌گیرد (Heidary et al., 2006). از این رو بهبود کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی یکی از مهمترین نگرانی‌ها و چالش‌های کشاورزی می‌باشد (Bakhshande, 2009).

یکی از راهکارهای مناسب جهت مقابله با کم‌آبی و صرفه جویی در مصرف آب، استفاده توأم از کشت‌های هیدروپونیک و تکنیک پیوند است. پایه‌های پیوندی عموماً دارای سیستم ریشه‌ای قوی بوده و راندمان جذب بالایی دارند (Lee & Oda, 2003). مطالعات زیادی در دنیا، در مورد ویژگی‌های پایه‌های خاص از جمله مقاومت به عوامل بیماری‌زا، دماهای پایین خاک و تنش شوری در گذشته انجام گرفته است، ولی اطلاعات کمی در مورد اثر پایه‌ها در شرایط کم‌آبیاری وجود دارد زیرا اطلاعاتی راجع به ترکیب پایه و پیوندک‌های گوناگون در پاسخ به شرایط کم‌آبیاری به‌ندرت گزارش شده است (Tooumi et al., 2007).

به‌عنوان نمونه گزارش شده است که پایه‌های هیبرید بین‌گونه‌ای کدوی حلواپی و کدوی تنبل نسبت به کم‌آبی، خشکی و دماهای بالا مقاوم می‌باشند. گیاهچه‌های پیوندی آب و عناصر غذایی را در سطح وسیع‌تر از گیاهچه‌های غیر پیوندی جذب می‌نمایند و بنابراین جهت رشد مطلوب، به‌طور قابل توجهی به کود و آبیاری کمتری نیاز دارند (Salehi et al., 2010).

Schwarz et al., 2010; Cherubino & Giuseppe, 2011). همچنین Sakata et al. (2007) گزارش کردند که هندوانه‌های پیوندی با پایه کدوی مومی توانایی بیشتری در برابر شرایط کم‌آبی در مقایسه با گیاهان پیوندی با پایه کدوی بطری شکل داشتند (Schwarz et al., 2010).

هیبریدهای بین‌گونه‌ای کدو تنبل و کدو حلواپی، رایج‌ترین پایه‌های مورد استفاده برای کدوئیان می‌باشند، ولی استفاده از برخی رقم‌های *Cucurbita Citrullus spp.* و *Cucurbita pepo moschata* به‌عنوان پایه در حال افزایش است (Paplomatas et al., 2002; Miguel, 2004). همچنین آزمایش‌های مختلف نشان داده است که هیبریدهای گوناگون حاصل از تلاقی رقم‌های کدوهای مسمایی و کدو حلواپی با اهداف مختلف جهت مقابله با تنش‌های محیطی برای پیوند در گیاهان جالیزی مورد استفاده قرار می‌گیرند که از مهمترین این اهداف می‌توان به مقاومت به دماهای بالای خاک و شوری آب آبیاری اشاره کرد (Cohen & Edelstein, 2014). بیشتر مطالعات نشان می‌دهد که تغییرات ناشی از پیوند توسط پایه از طریق جذب، سنتز و انتقال آب، مواد معدنی و هورمون‌های گیاهی کنترل می‌شود (Lee et al., 2010). گزارش شده است که تولید سیگنال در پایه‌های هیبریدی و انتقال آن به بخش پیوندک، سبب بروز تغییراتی در فیزیولوژی و مورفولوژی گیاه پیوندی می‌شود. در واقع فرضیه‌ای که قدرت رشدی القاشده به پیوندک توسط پایه را بیان می‌کند دربرگیرنده سیگنال‌های القاشده توسط گیاه پیوندی جهت جذب آب، عناصر غذایی و به‌ویژه هورمون‌ها توسط پایه و انتقال آن به پیوندک می‌باشد (Perez-Alfocea, 2014). در تأیید این فرضیه، تعداد زیادی درشت مولکول‌های متحرک از طریق سیستم آوندی پایه به پیوندک منتقل شدند. همچنین بیشتر از ۸۰۰ ترکیب آلی از گروه‌های شیمیایی مختلف در شیرخام آوند چوبی گیاه گوجه‌فرنگی پیوندی یافت شده است (Albacete et al., 2014). علاوه بر این، مولکول‌های سیگنال‌دهنده بزرگ‌تری هم‌چون پروتئین‌ها یا RNAها نیز می‌توانند از پایه به پیوندک

پایه‌های مختلف در جذب عناصر روی پیوندک در شرایط گلخانه‌ای می‌باشد که در نهایت بهترین پایه غربالگری شده و به مزرعه انتقال یابد.

کاشت بذره‌های پایه و پیوندک به‌طور همزمان و در سینی‌های نشایی ۵۰ حجره‌ای انجام شد. بستر کاشت مورد استفاده مخلوطی از کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۳ به ۱ (حجمی) بود. هیچ‌گونه کودی در این مرحله به گیاهان اضافه نشد. بعد از کامل‌شدن عملیات کاشت بذرها و آبیاری، سینی‌های نشا به گلخانه شیشه‌ای با نور کافی و طبیعی (۱۵-۱۰ هزار لوکس)، دمای ۲۷-۲۵ درجه سلسیوس (روز) و ۲۰-۱۸ درجه سلسیوس (شب) منتقل شده و روزی یک نوبت آبیاری شدند. گیاهچه‌های پایه و پیوندک، یک هفته بعد از کاشت بذر، آماده برای عملیات پیوند بودند (Salehi et al., 2009). برای پیوند گیاهچه‌های خربزه و کدو از روش نیم‌انیمیم تغییر یافته استفاده گردید (Davis et al., 2008). مراحل انجام پیوند به این ترتیب انجام گرفت: ۱- قطع هیپوکوتیل پیوندک یک سانتی‌متر زیر برگ‌های لپه‌ای و برش اریب در نوک آن، ۲- حذف یکی از برگ‌های لپه‌ای پایه به‌صورت اریب، ۳- روی هم قراردادن دو سطح برش خورده و ۴- ثابت نگهداشتن محل پیوند با گیره پیوند یا بستن توسط فویل آلومینیومی. گیاهچه‌های پیوندشده بعد از پیوند به اتاقک پیوند که در آن دما (۳۰ درجه سلسیوس)، رطوبت نسبی (سه روز اول بعد از پیوند در حدود ۹۵ درصد و بعد حدود ۷۰ درصد) و نور (سه روز اول تاریکی مطلق و بعد نور طبیعی) به‌طور دقیق کنترل می‌شد، منتقل شدند. برای تأمین رطوبت نسبی، از دستگاه رطوبت‌ساز خانگی استفاده شد و برای کنترل دما نیز از هیترهای دمنده هوای گرم در گلخانه بهره گرفته شد. قابل ذکر است گیاهچه‌های پیوندی در داخل اتاقک پیوند به هیچ‌وجه آبیاری نشدند. پس از گذشت ۱۰ روز از زمان پیوند، گیاهچه‌های پیوندی از اتاقک پیوند خارج شده و به یک گلخانه شیشه‌ای با نور کافی و طبیعی (۱۵-۱۰ هزار لوکس)، دمای ۲۷-۲۵ درجه سلسیوس (روز) و ۲۰-۱۸ درجه درجه سلسیوس (شب) منتقل شده و روزی یک نوبت آبیاری شدند (Salehi et al., 2009). دو هفته بعد از عملیات پیوند، گیاهان پیوندی و غیرپیوندی به گلدانهای پلاستیکی دو لیتری (یک گیاه در هر گلدان) پر شده با

انتقال یابند. همچنین وجود کوچک‌ترین تفاوت در ساختار مولکولی آنها سبب ایجاد تغییراتی در بیان ژن و تغییر در رشد پیوندک می‌شود (Kim et al., 2001; Mallory et al., 2003).

شناسایی توانایی پایه در بهبود کارایی مصرف آب، نیتروژن و پتاسیم پیوندک می‌تواند مصرف کود نیتروژن و آبشویی نترات را کاهش دهد. با این حال غربالگری ترکیب‌های مختلف پیوند در شرایط مزرعه می‌تواند پرهزینه و وقت‌گیر باشد. لذا در این تحقیق، ترکیب پیوندی خربزه رقم 'خاتونی' و کدوی رقم‌های Ace و Shintozwa با هدف ارزیابی رشد، کارایی مصرف آب، نیتروژن و پتاسیم برگ در شرایط کشت بدون خاک در گلخانه بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۳ در گلخانه سبزی‌کاری گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج انجام گردید.

خربزه ایرانی خاتونی به‌عنوان پیوندک انتخاب شدند. کدوی هیبرید رقم‌های Ace و Shintozwa به‌عنوان پایه مورد استفاده قرار گرفتند. هر دو پایه هیبرید بین‌گونه‌ای *Cucurbita maxima* × *C. moschata* می‌باشند. این پایه‌ها دارای قدرت رشد عالی و مقاومت خوبی به فوزاریوم، دمای بالا و پایین و رطوبت زیاد دارند (Lee & Oda, 2003). آزمایش به صورت فاکتوریل با سه فاکتور زمان در دو سطح (فصل زمستان و بهار)، پایه در دو سطح (Ace, Shintozwa) و ترکیب پیوندی در ۱۰ سطح (پیوند خربزه روی کدو Ace، پیوند خربزه روی کدو Shintozwa، پیوند کدو روی خربزه، پیوند کدو روی خربزه، پیوند کدو روی خودش، پیوند کدو Shintozwa روی خودش، خربزه غیرپیوندی و کدوی غیرپیوندی Ace و کدوی غیرپیوندی) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و ۵ مشاهده در هر واحد آزمایشی و در مجموع ۱۵۰ گیاه انجام شد. کلیه مراحل در دو فصل زمستان ۱۳۹۲ و بهار ۱۳۹۳ تکرار گردید. علت ترکیبات مختلف پیوندی در این آزمایش بررسی تأثیر

کارایی مصرف نیتروژن و پتاسیم

از تقسیم نیتروژن و پتاسیم اندازه‌گیری شده از ماده خشک کل گیاه طی مرحله رشد به میزان نیتروژن و پتاسیم مصرف شده در محلول غذایی، کارایی مصرف نیتروژن و پتاسیم به‌دست آمد (Colla *et al.*, 2010).

نیتروژن کل

اندازه‌گیری نیتروژن کل در برگ‌های پیوندک به روش کجدال انجام گرفت (Bremner, 1965).

محتوای آمونیوم

برای اندازه‌گیری آمونیوم، از روش کجدال^۳ و دستگاه Kjeltac Auto 1030 Analyzer استفاده گردید و نتیجه به‌صورت میلی‌گرم نیتروژن آمونیومی در کیلوگرم وزن تر گزارش گردید (Bremner, 1965).

محتوای نیترات

روش اندازه‌گیری یون نیترات همانند یون آمونیوم بود با این تفاوت که به‌جای پودر اکسید منیزیم از یک ماده احیاکننده به نام Devarda's Alloy (آلیاژی از آلومینیوم، مس و روی) استفاده گردید (Bremner, 1965).

اندازه‌گیری پتاسیم برگ‌ها

اندازه‌گیری پتاسیم برگ‌های پیوندک توسط دستگاه فلاپم فتومتر انجام گرفت (Hamada & EL-enany, 1994).

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز

فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در ریشه و برگ اندازه‌گیری شد و میزان فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به‌صورت nmol FW⁻¹ h⁻¹ بیان گردید (Cazetta & Villela, 2004).

تجزیه تحلیل آماری

داده‌های جمع‌آوری شده به‌صورت طرح مرکب توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.1 تجزیه شد. مقایسه میانگین‌ها بین صفات با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت.

پرلیت با دانه بندی ۲ تا ۳ میلی‌متر انتقال یافته و با محلول غذایی با ترکیب یونی پتاسیم = ۱/۶۵، سدیم = ۰/۱، کلسیم = ۱/۵، منیزیم = ۰/۷۵، آمونیوم = ۰/۱، نیترات = ۲/۵، فسفات = ۱/۲، سولفات = ۱ و کلر = ۰/۱ میلی‌مولار تغذیه شدند. محلول‌دهی از زمان طلوع آفتاب تا نیم ساعت قبل از غروب به فواصل ۴۰ دقیقه تا یک ساعت به‌وسیله تایمر اتوماتیک انجام گرفت و مدت زمان محلول‌دهی در هر نوبت بسته به سن گیاه از ۱۵۰ سی‌سی در روز تا ۳ لیتر در اواخر دوره رسید.

اندازه‌گیری صفات

دو ماه پس از رشد کلیه صفات رویشی، فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و محتوای نیتروژن کل، نیترات، آمونیوم و پتاسیم مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری درصد وزن خشک اندام هوایی و ریشه نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت در آون نگهداری شدند. قطر پایه و قطر پیوندک با فاصله یک سانتی‌متر از محل پیوند توسط کولیس اندازه‌گیری شد. طول ساقه به واحد سانتی‌متر ثبت شد. تعداد برگ‌های هر بوته شمارش شد و ارزیابی سطح برگ کلیه برگ‌های هر گیاه در آخر دوره توسط دستگاه سطح‌برگ‌سنج^۱ در واحد سانتی‌مترمربع انجام گرفت (Salehi *et al.*, 2009). اسیدیته (pH) و هدایت الکتریکی (EC) زهاب خروجی تیمارها به‌ترتیب توسط pH‌متر و EC‌متر اندازه‌گیری شد.

محتوای کلروفیل های برگ

مقدار کلروفیل‌های a، b و ab از یک گرم برگ تازه و با روش عصاره با استون ۸۰ درصد با دستگاه اسپکتروفوتومتری^۲ در طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر اندازه‌گیری شد و به‌صورت میلی‌گرم در گرم بر وزن تر گیاه بیان گردید (Arnon, 1985).

کارایی مصرف آب

از تقسیم ماده خشک به میزان آب مصرف‌شده توسط گیاه در طی دوره رشد کارایی مصرف آب به‌دست آمد (Larcher, 1980).

1. LI-3100C, LI-COR Co
2. Model: UV/Vis 2100

3. Kjeldahl

نتایج و بحث

صفات کمی

مطابق با نتایج به دست آمده (جدول ۱)، عامل زمان در طول ساقه، تعداد شاخه جانبی، زیست توده، وزن تر کل برگها، سطح برگ کل بوته، ماده خشک ریشه، نسبت ریشه به ساقه، محلول مصرفی، کارایی مصرف آب، کارایی مصرف نیتروژن و کارایی مصرف پتاسیم اثر معنی دار داشته است. ولی بین دو زمان پیوند از لحاظ تعداد برگ، درصد ماده خشک برگ و ساقه تفاوت معنی داری وجود نداشت. همان طوری که در جدول ۲ مشاهده می شود پایه Shintozwa تعداد برگ، درصد ماده خشک برگ و ساقه بیشتری را

نسبت به پایه Ace ثبت کرد. نتایج نشان می دهد که خربزه غیر پیوندی از تعداد برگ های (۴۰/۸۱) بیشتری برخوردار بود بعد از آن خربزه پیوندی روی خربزه و خربزه روی کدو تعداد برگ های بالایی داشتند. به لحاظ درصد ماده خشک برگ، کدوی پیوندی روی پایه خربزه بالاترین درصد ماده خشک برگ (۱۳/۷۲ درصد) را داشت. بعد از آن پیوند کدو روی کدو و همچنین خربزه روی کدو از ماده خشک برگ بالایی برخوردار بودند. پیوند خربزه روی خربزه سبب کاهش اندک ماده خشک ساقه (۶/۵۷ درصد) شد که با پیوند خربزه روی کدو افزایش یافت و به ۷/۸۳ درصد رسید.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر زمان، ترکیب پیوندی و پایه بر برخی صفات خربزه

Table 1. Results of variance analysis of time, grafted combination and rootstock on some traits of melon

Source of variation	df	MS						
		Shoot length	Lateral shoot n.	Biomass	Leaf FW	Shoot FW	Leaf number	Total LAI
T	1	294528.1**	55.12**	7498.7*	29778.8**	11910.9**	177.60 ^{ns}	8890543.9*
Block	4	3704.86	0.61	944.3	228.51	505.75	53.12	2561864.09
GC	5	3902.01 ^{ns}	2.91**	3490.6 ^{ns}	515.49 ^{ns}	698.38 ^{ns}	77.51 ^{ns}	1769714.5 ^{ns}
R	1	255017.01**	68.25**	1.261165**	4.52043**	6.74778**	54.168 ^{ns}	3.60229526**
GC × R	5	5565.34 ^{ns}	3.24**	3827.8 ^{ns}	829.89 ^{ns}	1152.8 ^{ns}	148.11 ^{ns}	3281728.2*
T × GC	5	6698.12 ^{ns}	8.42**	2755.1 ^{ns}	1085.88 ^{ns}	925.7 ^{ns}	580.13**	2298123.1 ^{ns}
T × R	1	138250.3**	15.12**	168199.3**	27414.8**	52167.0**	131.38 ^{ns}	6183321.6*
T × GC × R	5	3370.01 ^{ns}	4.02**	4911.2*	3097.74**	1372.4 ^{ns}	29424**	2748709.1 ^{ns}
Error	44	3537.05	0.65	1651.8	622.15	686.67	66.58	1262203.3
Total	71							
CV%		25.31	27.91	22.89	19.83	28.28	22.34	20.51

**، *، ns: به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، نبود تفاوت معنی دار.

**، *، ns: Significant at 1 and 5% of probability levels, and non-significant difference, respectively.

T= Time .GC= Graft combination .R= Rootstock :

ادامه جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر زمان، ترکیب پیوندی و پایه بر برخی صفات خربزه

Continued Table 1. Results of variance analysis of time, grafted combination and rootstock on some traits of melon

Source of variation	df	MS						
		Leaf DW	Shoot DW	Root DW	Root/shoot	Water use efficiency	Nitrogen use efficiency	Potassium use efficiency
T	1	4.02 ^{ns}	3.33 ^{ns}	969.98**	6.37**	0.00038**	0.505**	0.188**
Block	4	0.86	2.60	20.59	0.26	0.0002	0.123	0.008
GC	5	13.99 ^{ns}	2.57 ^{ns}	17.31 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.00002 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.045**
R	1	282.90**	8.62*	779.98**	2.02**	0.00037**	0.12 ^{ns}	0.033 ^{ns}
GC × R	5	4.50 ^{ns}	1.17 ^{ns}	18.17 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.00012 ^{ns}	0.15*	0.039**
T × GC	5	1.76 ^{ns}	1.26 ^{ns}	30.55*	0.13 ^{ns}	0.00001 ^{ns}	0.174*	0.017 ^{ns}
T × R	1	71.49**	12.84*	648.00**	2.08**	0.00001 ^{ns}	0.025 ^{ns}	0.022 ^{ns}
T × GC × R	5	2.47 ^{ns}	1.44 ^{ns}	11.34 ^{ns}	0.13 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.22**	0.031*
Error	44	7.52	1.88	8.60	0.176	0.00008	0.055	0.0092
Total	71							
CV%		23.31	18.19	22.98	31.16	31.79	30.83	23.24

**، *، ns: به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، نبود تفاوت معنی دار.

**، *، ns: Significant difference at 1 and 5% of probability levels, and non-significant difference, respectively.

T= Time ; GC= Graft combination ; R= Rootstock ; پایه.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان و پایه بر برخی صفات خربزه در ترکیب های مختلف پیوند خربزه و کدو
Table 2. Mean comparison interaction effect of time and rootstock on some melon traits in different combination of melon and cucurbit grafting

Treatment	Leaf number	Leaf DW%	Shoot DW%
Time			
Winter 92	34.45 ^a	11.20 ^a	7.75 ^a
Spring 93	38.41 ^a	12.33 ^a	7.32 ^a
Rootstock			
Ace	34.77 ^a	9.40 ^b	7.11 ^b
Shintozwa	38.56 ^a	14.19 ^a	7.96 ^a
Graft combination			
Ace	32.90 ^b	11.00 ^b	7.28 ^{ab}
Ace - Ace	32.63 ^b	12.52 ^{ab}	8.38 ^a
Ace - melon	35.66 ^{ab}	13.72 ^a	7.67 ^{ab}
Ungrafted melon	40.81 ^a	10.56 ^b	7.48 ^{ab}
melon - melon	38.80 ^{ab}	10.43 ^b	6.57 ^b
melon - Ace	38.80 ^{ab}	12.07 ^{ab}	7.83 ^{ab}

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different at 5% by Duncan test.

فرآورده های فتوسنتزی نیز کاهش رشد و عملکرد را به دنبال خواهد داشت. در واقع پایه Shintozwa در جذب آسمیلات ها بهتر عمل می کند. ظرفیت جذب مواد غذایی و افزایش زیست توده در پایه Ace حتی به عنوان پیوندک پایین تر از Shintozwa بود. افزایش زیست توده در پایه Shintozwa در بهار ۱۳۹۳ پیوند قابل توجه است. پایه Ace در حالت پیوندی و غیر پیوندی زیست توده کمی تشکیل داد. بر اساس نتایج سایر محققان پایه Shintozwa از قدرت رشد بیشتری نسبت به پایه های کدوی بطری شکل برخوردارند. در این مقایسه، رقم های کدو حلوایی در مقایسه با دیگر گونه های جنس *Cucurbita* از رشد ضعیفی برخوردار می باشند (Tamada, 1989; Hagihara, 2004). طبق توصیه Hagihara (2004) برای رقم های پررشد هندوانه بهتر است از پایه کدوی بطری شکل با قدرت رشد ضعیف استفاده شود. مطالعه ای توسط Edelman *et al.* (2004) نشان داد که تعداد برگ ها، طول ساقه و وزن تر گیاهان خربزه با پیوند روی ۲۲ پایه مختلف از جنس *Cucurbita* spp. افزایش می یابد. Davis & Perkins-veazie (2005) نشان دادند که پایه ها روی تعداد گره ها و شاخه های فرعی تأثیر می گذارند و قدرت رشد گیاهان پیوندی هندوانه با پیوند روی پایه های کدو بهبود می یابد. گزارش شده است که خیارهای پیوند شده روی *Cucurbita moschata* دارای بیشترین طول ساقه، تعداد گره، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ بود (Roosta & Karimi, 2012).

بر اساس نتایج (جدول ۳)، بین دو زمان پیوند همواره پایه Shintozwa بیشترین طول ساقه پیوندک را داشت. خربزه های پیوندی روی پایه Shintozwa در بهار ۱۳۹۳ پیوند بالاترین طول ساقه (۴۰۸/۳ سانتی متر) را ثبت کرد. پایه Ace از این نظر طول ساقه کوتاه تری را تشکیل داد. بنابراین پایه Shintozwa سبب افزایش طول ساقه پیوندک می شود. در صورت نیاز به داشتن طول ساقه بیشتر می توان از پایه Shintozwa استفاده نمود. تعداد شاخه جانبی در خربزه های پیوندی روی پایه Shintozwa در هر دو زمان پیوند نسبت به پایه Ace کمتر بود. وقتی تعداد شاخه جانبی کمتر باشد نیاز به هرس شاخه جانبی در خربزه کاهش پیدا می کند. همچنین وزن تر کل برگ، وزن تر کل ساقه، سطح برگ کل بوته و درصد ماده خشک ریشه در خربزه های پیوندی روی پایه Shintozwa در هر دو زمان پیوند نسبت به پایه Ace بیشتر بود. Javanpour *et al.* (2015) بیان کردند که توده خاتونی پیوند شده روی پایه Ace، ۱۹ درصد ماده خشک ریشه در انتهای دوره رشد به خود اختصاص داد. از جمله عواملی که می تواند فتوسنتز را کاهش دهد میزان کاهش کلروفیل ها است، زیرا محتوای نسبی کلروفیل ها با میزان فتوسنتز رابطه مثبت دارد (Dettori, 1985). کاهش سطح برگ می تواند در عملکرد گیاهان نیز اثر معنی داری داشته باشد. همچنین علاوه بر این موارد، از آنجایی که کاهش کلروفیل ها منجر به کاهش فتوسنتز و متعاقب آن کاهش فرآورده های فتوسنتزی می گردد، کاهش

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل پایه در زمان بر برخی صفات خربزه در ترکیبات پیوندی خربزه و کدو

Table 3. Mean comparison interaction effect of rootstock and time on some melon traits in graft combination of melon and cucurbit

Graft combination	Shoot length (cm)		Lateral shoot no.		Biomass (g)		Leaf FW (g)		Shoot FW (g)	
	Winter 92	Spring 93	Winter 92	Spring 93	Winter 92	Spring 93	Winter 92	Spring 93	Winter 92	Spring 93
Ace	168.33 ^{cd}	243.3 ^{bcd}	5.00 ^b	2.00 ^{bc}	153.8 ^{abcd}	77.0 ^{cd}	86.8 ^{abc}	89.3 ^e	73.9 ^{ab}	41.7 ^c
Shin	121.67 ^{ef}	400.0 ^a	3.33 ^{cd}	1.33 ^{bc}	146.6 ^{abcd}	224.6 ^b	105.0 ^{abc}	208.6 ^{ab}	65.0 ^{ab}	161.6 ^b
Ace - Ace	166.67 ^{cd}	201.6 ^d	2.00 ^d	2.00 ^{bc}	163.3 ^{abcd}	59.2 ^{cd}	99.0 ^{abc}	82.0 ^e	69.6 ^{ab}	34.8 ^c
Shin - Shin	250.00 ^a	351.6 ^{abc}	2.33 ^{cd}	2.33 ^{abc}	231.5 ^a	319.3 ^a	120.0 ^{ab}	164.4 ^{bc}	118.0 ^a	147.0 ^b
Ace - melon	153.33 ^{de}	178.3 ^d	4.00 ^{bc}	2.33 ^{abc}	137.1 ^{bcd}	85.8 ^{cd}	105.0 ^{abc}	100.4 ^{de}	69.9 ^{ab}	51.8 ^c
Shin - melon	233.33 ^{bc}	476.6 ^a	1.66 ^d	2.00 ^{bc}	194.3 ^{abcd}	321.6 ^a	111.6 ^{abc}	225.6 ^a	91.0 ^{ab}	193.0 ^{ab}
Ungrafted melon	205.00 ^{bc}	161.6 ^d	3.33 ^{cd}	3.66 ^a	116.3 ^d	128.0 ^c	69.3 ^c	142.8 ^{cd}	50.6 ^b	37.5 ^c
Ungrafted melon - Ace	200.00 ^{bc}	396.6 ^a	3.33 ^{cd}	2.66 ^{ab}	211.0 ^{abc}	316.6 ^a	128.0 ^a	158.8 ^{bc}	91.5 ^{ab}	143.3 ^b
melon - Ace	145.00 ^{de}	176.6 ^d	7.66 ^a	2.00 ^{bc}	136.5 ^{bcd}	51.5 ^d	84.2 ^{bc}	86.8 ^e	61.7 ^b	38.0 ^c
melon - Shin	173.33 ^{cd}	408.3 ^a	3.00 ^{cd}	1.33 ^{bc}	131.5 ^{cd}	331.3 ^a	106.5 ^{abc}	233.9 ^a	77.0 ^{ab}	214.3 ^a
melon- melon	93.33 ^f	211.6 ^{cd}	7.00 ^a	1.00 ^c	224.0 ^{ab}	49.9 ^d	128.2 ^a	74.6 ^e	95.9 ^{ab}	35.2 ^c
melon- melon	141.67 ^{de}	380.0 ^{ab}	2.66 ^{cd}	1.66 ^{bc}	149.0 ^{abcd}	303.6 ^a	90.0 ^{abc}	191.6 ^{abc}	43.5 ^b	157.6 ^b

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different at 5% by Duncan test.

Shin =Shintozwa

ادامه جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل پایه در زمان بر برخی صفات خربزه در ترکیبات پیوندی خربزه و کدو

Continued table 3. Mean comparison interaction effect of rootstock and time on some melon traits in graft combination of melon and cucurbit

Graft combination	Total LAI (cm ²)		Root DW (%)		Water use efficiency (kg/m ³)		Nitrogen use efficiency (kg/N)		Potassium use efficiency (kg/K)	
	Winter 92	Spring 93	Winter 92	Spring 93	Winter 92	Spring 93	Winter 92	Spring 93	Winter 92	Spring 93
Ace	5205.1 ^{bc}	3879 ^c	7.23 ^{ab}	8.38 ^d	0.031 ^{ab}	0.01 ^c	1.00 ^a	0.75 ^b	0.49 ^{bcd}	0.16 ^d
Shin	6510.4 ^{ab}	7033 ^{ab}	6.32 ^b	24.17 ^{ab}	0.022 ^{ab}	0.023 ^{bcd}	0.61 ^{bc}	0.65 ^b	0.34 ^{de}	0.35 ^{bcd}
Ace - Ace	3302.2 ^{def}	3356 ^c	8.80 ^{ab}	9.42 ^d	0.029 ^{ab}	0.018 ^{cde}	0.72 ^{abc}	0.42 ^b	0.45 ^{bcd}	0.24 ^{cd}
Shin - Shin	5833.2 ^{abc}	6818 ^{ab}	9.63 ^a	20.22 ^{bc}	0.036 ^{ab}	0.022 ^{bcd}	0.98 ^a	0.60 ^b	0.56 ^{ab}	0.34 ^{bcd}
Ace - melon	6617.8 ^{ab}	4410 ^c	7.00 ^{ab}	13.51 ^{cd}	0.025 ^{ab}	0.018 ^{cde}	0.85 ^{ab}	0.47 ^b	0.39 ^{cde}	0.28 ^{cd}
Shin - melon	4758.5 ^{cd}	8818 ^a	7.41 ^{ab}	28.11 ^a	0.044 ^a	0.03 ^{bc}	0.88 ^{ab}	0.66 ^b	0.36 ^{de}	0.37 ^{bcd}
Ungrafted melon	2352.0 ^f	5544 ^{bc}	8.72 ^{ab}	7.88 ^d	0.032 ^{ab}	0.048 ^a	0.75 ^{abc}	1.53 ^a	0.50 ^{bcd}	0.59 ^a
Ungrafted melon - Ace	5832.9 ^{abc}	8232 ^a	6.67 ^{ab}	23.84 ^{ab}	0.03 ^{ab}	0.023 ^{bcd}	0.83 ^{ab}	0.63 ^b	0.47 ^{bcd}	0.36 ^{bcd}
melon - Ace	2898.6 ^{ef}	3291 ^c	5.80 ^b	8.64 ^d	0.033 ^{ab}	0.014 ^{de}	1.08 ^a	0.37 ^b	0.52 ^{bc}	0.30 ^{cd}
melon - Shin	7073.5 ^a	9274 ^a	9.62 ^a	29.42 ^a	0.017 ^b	0.025 ^{bcd}	0.46 ^c	0.68 ^b	0.26 ^e	0.38 ^{abc}
melon- melon	4358.8 ^{cde}	4419 ^c	7.92 ^{ab}	8.71 ^d	0.043 ^a	0.034 ^b	1.08 ^a	0.52 ^b	0.67 ^a	0.55 ^{ab}
melon- melon	4307.1 ^{cde}	6962 ^{ab}	8.72 ^{ab}	16.61 ^c	0.03 ^{ab}	0.021 ^{bcd}	0.82 ^{ab}	0.55 ^b	0.47 ^{bcd}	0.26 ^{cd}

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different at 5% by Duncan test.

Shin =Shintozwa

کارایی مصرف آب را در ماده خشک برگ و ساقه بهبود بخشید. در مورد سایر سبزی‌های پیوندی نیز گزارش‌هایی وجود دارد. به‌عنوان مثال در گوجه‌فرنگی پیوندشده روی پایه داتوره، بادمجان و گوجه‌فرنگی دیده شده است که محتوی نسبی آب برگ در گوجه‌فرنگی‌های غیرپیوندی کمتر بود (Mohsenian & Roosta, 2015).

کارایی مصرف نیتروژن

کارایی مصرف نیتروژن تفاوت چندانی بین گیاهان پیوندی و غیرپیوندی در بهار ۱۳۹۳ نشان نداد، ولی در

کارایی مصرف آب

از نظر کارایی مصرف آب در زمستان ۱۳۹۲، بین گیاهان پیوندی و غیرپیوندی تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد، ولی در بهار ۱۳۹۳ این تفاوت بیشتر شد. گیاهان خربزه پیوندشده روی کدوی Ace در مقایسه با دیگر تیمارها کارایی مصرف آب را در افزایش تعداد برگ و تعداد شاخه جانبی نشان دادند. درحالی‌که خربزه پیوندشده روی کدو Shintozwa کارایی مصرف آب را در افزایش طول ساقه، بیوماس، وزن تر کل برگ‌ها، وزن تر کل ساقه، سطح برگ بوته و درصد ماده خشک ریشه بالاتر بروز دادند. به‌طور کلی پیوند خربزه روی پایه کدو

(Marschner, 1995). همچنین انتقال پتاسیم از ریشه به اندام هوایی می‌تواند سبب حفظ غلظت یون در برگ‌ها باشد. قدرت و اندازه سیستم ریشه‌ای، فیزیولوژی جذب و توانایی برای افزایش محلولیت پتاسیم در محیط ریزوسفر^۱ در گیاهان مختلف به‌عنوان مکانیسم‌های مؤثر در کارایی جذب عناصر معرفی گردیده است (Steingrobe & Claassen, 2000). به‌نظر می‌رسد نقش پتاسیم در تعدیل کردن خسارت‌های ناشی از کم‌آبی دلیل افزایش این عنصر در برگ و ریشه گیاه باشد. در این آزمایش به‌دلیل عدم وجود تنش آبی و استفاده از سیستم هیدروپونیک، تجمع پتاسیم در برگ‌ها و مخصوصاً برگ‌های خربزه‌های پیوندی انجام نگرفت. نتایج همبستگی بین صفات (جدول ۱۳) نیز نشان داد که کارایی مصرف آب، نیتروژن و پتاسیم ارتباط مستقیم با تعداد شاخه جانبی دارد.

محتوای کلروفیل برگ

به‌دلیل از بین رفتن تعدادی از گیاهان پیوندی و غیرپیوندی پایه Shintozwa، تغییرات کلروفیل فقط در پایه Ace مورد تجزیه آماری و تفسیر قرار گرفت. نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد اثر زمان در مقادیر کلروفیل‌های برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما ترکیب پیوندی تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل‌های برگ نداشت. اثر متقابل ترکیب پیوندی در زمان در مورد کلروفیل a و کلروفیل b معنی‌دار نشد، اما در مورد کلروفیل ab در سطح پنج درصد معنی‌دار شد.

نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد تفاوت معنی‌داری بین میانگین‌های ترکیب‌های پیوندی از لحاظ کلروفیل a وجود نداشت، اما بین دو زمان پیوند از این نظر تفاوت وجود داشت. بیشترین مقدار کلروفیل a در زمستان ۱۳۹۲، ۳۴/۲۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ و در بهار ۱۳۹۳، ۲۱/۰۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به‌دست آمد. پیوند خربزه روی کدو بر میزان کلروفیل a برگ تأثیری نداشت.

زمستان ۱۳۹۲ در گیاهان پیوندی این تفاوت‌ها بیشتر بود. گیاهان خربزه پیوندشده روی کدو Ace در مقایسه با کدو Shintozwa کارایی مصرف نیتروژن بیشتری در زمستان ۱۳۹۲ نشان دادند، اما در بهار ۱۳۹۳ این حالت برعکس شد. به‌نظر می‌رسد علاوه بر پیوند عوامل دیگری در کارایی مصرف نیتروژن دخالت دارند و به تنهایی پیوند نمی‌تواند کارایی مصرف نیتروژن را افزایش دهد. براساس نتایج همبستگی بین صفات (جدول ۱۳) کارایی مصرف نیتروژن ارتباط مستقیم معنی‌داری با تعداد برگ دارد. Colla *et al.* (2011) گزارش نمودند که کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن و پیوند روی کارایی مصرف نیتروژن تأثیر مثبت و معنی‌داری در گیاهان پیوندی هندوانه در هایدروپونیک داشتند. استفاده از پایه مناسب باعث افزایش عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن ملون می‌شود (Colla *et al.*, 2010). پیوند روی جذب و انتقال فسفر، نیتروژن، منیزیم و کلسیم اثر می‌گذارد (Lee & Oda, 2003). جذب و انتقال دیگر ریزمغذی‌ها هم‌چون آهن و بر نیز تحت تأثیر پایه قرار می‌گیرند (Rivero *et al.*, 2003). غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، کلسیم و منیزیم در شیر خام آوند چوبی گیاهان پیوندی بیشتر از گیاهان غیرپیوندی می‌باشد (Nie & Chen, 2000). ورود یون‌ها باعث افزایش کارایی تغییر انرژی نور، هدایت CO₂، فعالیت واکنش تاریکی و مقدار فتوسنتز در پیوندک می‌شود (Qi *et al.*, 2006; Wei *et al.*, 2006).

کارایی مصرف پتاسیم

کارایی مصرف پتاسیم خربزه پیوندی بر پایه Shintozwa و Ace از ۰/۲۶ تا ۰/۵۲ بود. این در حالی است که گیاهان پیوندی روی پایه Shintozwa کارایی مصرف پتاسیم بالاتری در بهار ۹۳ پیوند داشتند. گیاهان غیرپیوندی خربزه و خودپیوندی خربزه کارایی مصرف پتاسیم بالاتری نشان دادند (جدول ۳). پتاسیم از عوامل بسیار مهم در کمیت و کیفیت خربزه شناخته شده است. همچنین یک عنصر کیفی شناخته‌شده برای تنظیم فعالیت آنزیم (فرآیندهای آنزیمی) در گیاهان می‌باشد. پتاسیم شدت فتوسنتز و سرعت انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی از منابع برگ‌ها به مخازن از طریق آوند آبکش را افزایش می‌دهد

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر زمان و ترکیب پیوندی بر محتوی کلروفیل خربزه روی پایه Ace

Table 4. Results of variance analysis of time, grafted combination and rootstock on melon chlorophyll cont

Source of variation	df	MS		
		Chlorophyll a	Chlorophyll b	Chlorophyll ab
T	1	2381.1**	3171.4**	2657.05**
Block	4	29.14	7.98	2.76
GC	5	15.57 ^{ns}	30.63 ^{ns}	29.30 ^{ns}
GC × T	5	29.14 ^{ns}	62.58 ^{ns}	75.79*
Error	20	30.81	23.83	21.93
Total	35			
CV%		23.32	23.63	25.46

**، * و ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، نبود تفاوت معنی‌دار.

**، *، ns: Significant difference at 1 and 5% of probability levels, and non-significant difference, respectively.

T= Time .GC= Graft combination :

قطر پایه و پیوندک

بر اساس نتایج (جدول ۱)، پایه اثر معنی‌داری بر قطر پایه و پیوندک داشت و ترکیب پیوندی و زمان پیوند اثر معنی‌داری در این مورد نداشت.

پیوند Ace روی پایه خربزه بیشترین قطر محل پیوند (۱۲/۶ میلی‌متر) و بعد از آن پیوند Ace روی پایه Ace بالاترین مقدار قطر محل پیوند را داشتند. به لحاظ قطر پایه و قطر پیوندک، خربزه‌های پیوندی روی پایه‌های Ace و Shintozwa واکنش یکسانی داشتند (جدول ۷). به نظر می‌رسد پایه و پیوندک روی هم اثر متقابل دارند و سبب تغییر قطر پایه و پیوندک می‌شوند. نتایج همبستگی بین صفات (جدول ۱۳) نیز نشان داد کارایی مصرف آب، نیتروژن و پتاسیم ارتباط معنی‌داری با قطر محل پیوند، قطر پیوندک و قطر پایه ندارد. همچنین قطر پایه به‌طور مستقیم و معنی‌داری با میزان زیست‌توده و وزن تر برگ و شاخه ارتباط دارد. از طرف دیگر قطر محل پیوند رابطه مستقیم و معنی‌داری با تعداد شاخه و ماده خشک شاخه و بیوماس نشان داد (جدول ۱۳). Javanpour *et al.* (2015) نیز نتیجه گرفتند استفاده از پایه و پیوندک‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری در قطر پایه و پیوندک گیاهان پیوندی خربزه ایجاد کرد. به این صورت که خربزه توده خاتونی روی پایه Zuktozwa کمترین قطر محل پیوند، قطر پایه و قطر پیوندک را در مقایسه با سایر پایه‌ها و پیوندک‌ها نشان داد.

EC و pH زهاب

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۸) نشان داد اثر زمان در مقادیر EC و pH زهاب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما ترکیب پیوندی و اثر متقابل

همچنین نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد تفاوت معنی‌داری بین گیاهان شاهد پیوندی و غیر پیوندی از نظر مقادیر کلروفیل b برگ در زمستان ۱۳۹۲ وجود نداشت، اما در بهار ۱۳۹۳ پیوند تفاوت‌هایی مشاهده شد. به این صورت که کدوهای خودپیوندی و غیرپیوندی میزان کلروفیل b پایین‌تری نسبت به خربزه‌های پیوندی روی کدو و غیرپیوندی داشتند. تفاوت معنی‌داری بین میانگین کلروفیل ab برگ بین گیاهان خود پیوندی و شاهد غیر پیوندی (گیاهان شاهد) وجود داشت. خربزه‌های پیوندی روی کدو مقادیر بالاتری از کلروفیل ab نسبت به کدوهای پیوندی روی خربزه داشتند. در مورد سبزی‌های پیوندی دیگر نیز گزارش‌های مشابهی وجود دارد به‌عنوان نمونه گوجه‌فرنگی پیوندشده روی پایه داتوره دارای مقادیر بیشتری از شاخص SPAD بودند (Mohsenian & Roosta, 2014). با توجه به بالا بودن مقادیر نیتروژن و آمونیوم برگ (جدول ۱۰) خربزه‌های پیوندشده بر پایه Ace و همچنین نقش این عنصر در تولید کلروفیل، بالا بودن مقادیر کلروفیل کل برگ این گیاهان را می‌توان به افزایش میزان نیتروژن برگ‌های آنها نسبت داد (Marschner, 1995). کلروفیل یکی از اجزای اصلی کلروپلاست برای فتوسنتز است و محتوای کلروفیل با میزان فتوسنتز رابطه مثبت دارد. نتایج همبستگی بین صفات (جدول ۱۳) نیز نشان داد که کارایی مصرف آب، نیتروژن و پتاسیم ارتباط مستقیم و معنی‌داری با میزان کلروفیل a، b و ab دارد. همچنین بر اساس نتایج همبستگی (جدول ۱۳) EC و pH زهاب ارتباط غیرمستقیم معنی‌داری با کلروفیل a، b و ab نشان داد.

روی پایه داتوره گزارش مشابهی وجود دارد که EC و pH محلول در گوجه‌فرنگی‌های پیوندی بیشتر بود (Mohsenian & Roosta, 2015).

اثر پایه بر محتوای نیتروژن برگ

نتایج جدول ۱۰ نشان داد پایه در محتوای نیتروژن برگ پیوندک تأثیرگذار است. به این صورت که میزان نیتروژن کل و نیترات برگ در پایه Ace بیشتر از پایه Shintozwa به دست آمد. این در حالی است که مقدار آمونیم برگ در پایه Shintozwa بیشتر از پایه Ace بود.

ترکیب پیوندی در زمان تأثیر معنی‌داری بر میزان EC و pH زهاب برگ نداشت. نتایج همبستگی بین صفات (جدول ۱۳) نیز نشان داد کارایی مصرف آب و نیتروژن ارتباط معنی‌داری با EC و pH زهاب نداشت. این در حالی است که کارایی مصرف پتاسیم ارتباط معکوس و معنی‌داری با EC و pH زهاب نشان داد. در واقع با افزایش مصرف پتاسیم محلول غذایی، EC و pH زهاب خروجی کاهش پیدا کرد. همچنین نتایج همبستگی بین صفات (جدول ۱۳) نشان داد طول شاخه ارتباط مستقیم با EC و pH زهاب دارد. در مورد گوجه‌فرنگی پیوندشده

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل پایه Ace در زمان بر محتوای کلروفیل خربزه

Table 5. Mean comparison interaction effect of Ace rootstock and time on melon chlorophyll contents

Graft combination	Chlorophyll a (mg/g FW)		Chlorophyll b (mg/g FW)		Chlorophyll ab (mg/g FW)	
	Winter 92	Spring 93	Winter 92	Spring 93	Winter 92	Spring 93
Ace	33.22 ^a	14.11 ^a	31.74 ^a	9.99 ^{bc}	27.99 ^{ab}	9.48 ^{bc}
Ace - Ace	30.02 ^a	13.69 ^a	27.22 ^a	9.09 ^{bc}	24.00 ^{ab}	8.02 ^c
Ace - melon	32.15 ^a	11.79 ^a	27.86 ^a	7.95 ^c	24.56 ^{ab}	7.01 ^c
Ungrafted melon	30.42 ^a	21.06 ^a	26.81 ^a	17.23 ^a	23.64 ^b	15.19 ^a
melon - melon	34.24 ^a	14.52 ^a	38.03 ^a	9.42 ^{bc}	36.47 ^a	6.84 ^c
melon - Ace	31.47 ^a	18.76 ^a	28.59 ^a	13.93 ^{ab}	25.21 ^{ab}	12.27 ^{ab}

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different at 5% by Duncan test.

جدول ۶ نتایج تجزیه واریانس اثر زمان، ترکیب پیوندی و پایه بر قطر محل پیوند، قطر پایه و قطر پیوندک خربزه پیوندشده روی کدو

Table 6. Results of variance analysis of time, grafted combination and rootstock on grafting diameter, rootstock diameter and scion diameter of melon grafted on squash

Source of variation	df	MS		
		Grafting diameter	Rootstock diameter	Scion diameter
T	1	16.71 ^{ns}	2.97 ^{ns}	1.25 ^{ns}
Block	4	1.48	2.47	0.93
GC	5	11.41 ^{ns}	1.37 ^{ns}	0.49 ^{ns}
R	1	73.55 ^{**}	7.49 [*]	20.26 ^{**}
R × GC	5	2.36 ^{ns}	3.21 ^{ns}	0.85 ^{ns}
GC × T	5	1.76 ^{ns}	0.29 ^{ns}	1.32 ^{ns}
Error	32	5.57	1.60	1.78
Total	53			
CV%		24.70	16.93	17.53

*** و ** و * به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، نبود تفاوت معنی‌دار.

**, *, ns: Significant difference at 1 and 5% of probability levels, and non-significant difference, respectively.
R= Rootstock; GC= Graft combination; T= Time.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر ترکیب پیوندی بر قطر محل پیوند، قطر پایه و قطر پیوندک خربزه پیوند شده روی کدو

Table 7. Mean comparison of graft combination on grafting diameter, rootstock diameter and scion diameter of melon grafted on squash

Graft combination	Grafting diameter (mm)	Rootstock diameter (mm)	Scion diameter (mm)
Ace	8.64 ^{bcd}	7.59 ^{abc}	7.40 ^{abc}
Shin	7.25 ^d	9.71 ^a	6.90 ^{abc}
Ace - Ace	12.24 ^{ab}	8.71 ^{ab}	8.57 ^{ab}
Shin - Shin	10.19 ^{abcd}	8.01 ^{abc}	6.94 ^{abc}
Ace - melon	12.60 ^a	8.74 ^{ab}	8.87 ^a
Shin - melon	8.69 ^{bcd}	5.93 ^c	6.51 ^{bc}
Ungrafted melon	10.52 ^{abcd}	6.54 ^{bc}	8.00 ^{abc}
Ungrafted melon	8.60 ^{bcd}	7.89 ^{abc}	7.10 ^{abc}
melon - Ace	11.65 ^{abc}	7.48 ^{abc}	8.95 ^a
melon - Shin	10.10 ^{abcd}	7.50 ^{abc}	7.08 ^{abc}
melon - melon	10.38 ^{abcd}	8.56 ^{ab}	9.12 ^a
melon - melon	8.13 ^{cd}	6.24 ^c	6.19 ^c

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different at 5% by Duncan test.
Shin= Shintozwa

جدول ۸. نتایج تجزیه واریانس اثر زمان، ترکیب پیوندی و پایه بر EC و pH زهاب اندازه‌گیری شده

Table 8. Results of variance analysis of time, grafted combination and rootstock on EC and pH MS

Source of variation	df	EC	pH
T	1	4.44**	79.55**
Block	4	0.11	0.20
GC	5	0.19 ns	0.27 ^{ns}
R	1	0.0000004 ^{ns}	0.04 ^{ns}
R × GC	5	0.262 ^{ns}	0.10 ^{ns}
GC × T	5	0.056 ^{ns}	0.20 ^{ns}
Error	30	0.209	0.216
Total	51		
CV%		23.29	5.24

***، *، ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، نبود تفاوت معنی‌دار.

**، *، ns: Significant difference at 1 and 5% of probability levels, and non-significant difference, respectively.

T= Time :GC= Graft combination :R= Rootstock :

جدول ۹. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان و پایه و EC و pH زه آب اندازه‌گیری شده گیاهان پیوندی و غیر پیوندی خربزه

Table 9. Mean comparison interaction effect of season and rootstock on drange EC and pH of melon graft combination

Graft combination	EC (dSm ⁻¹)			pH		
	Ace		Shintozwa	Ace		Shintozwa
	Winter 92	Spring 93	Spring 93	Winter 92	Spring 93	Spring 93
Ace	1.42 ^{ab}	2.01 ^a	1.71 ^a	6.96 ^a	10.03 ^a	10.31 ^a
Ace - Ace	1.32 ^b	2.31 ^a	1.89 ^a	6.67 ^a	9.94 ^a	10.17 ^a
Ace - melon	1.48 ^{ab}	2.39 ^a	2.41 ^a	7.10 ^a	9.76 ^a	10.04 ^{ab}
Ungrafted melon	1.51 ^{ab}	2.32 ^a	2.30 ^a	6.17 ^a	9.88 ^a	10.23 ^a
melon - melon	1.60 ^a	2.33 ^a	2.27 ^a	6.92 ^a	9.78 ^a	9.74 ^{ab}
melon - Ace	1.35 ^b	1.79 ^a	2.57 ^a	6.76 ^a	9.74 ^a	9.10 ^b

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different at 5% by Duncan test.

Ungrafted melon= ملون غیر پیوندی

جدول ۱۰. مقایسه میانگین اثر متقابل پایه و ترکیب پیوندی بر میزان نیترات، آمونیوم و نیتروژن کل برگ خربزه پیوند شده روی کدو

Table 10. Mean comparison interaction effect of rootstock and graft combination on Leaf nitrate, amunium and total nitrogen in melon grafted on squash

Rootstock	Graft combination	Leaf total nitrogen (%)	Leaf nitrate (mg/kg FW)	Leaf amunium (mg/kg FW)
Ace	Ace	5.7a	5406.5g	51593.5a
	Ace - Ace	5.1a	20764c	30236d
	Ace - melon	4.7ab	40382b	6618g
	Ungrafted melon	5.8a	8750de	49250b
	melon - melon	5.1a	45243a	5757g
	melon - Ace	5.8a	8368de	49632b
	Mean	5.36a	21485.5c	32181.08d
Shintozwa	Ace	4.9ab	9771e	39229c
	Ace - Ace	5.09a	1406h	49494b
	Ace - melon	3.17c	12250d	19450f
	Ungrafted melon	4.15b	6469f	35031cd
	melon - melon	5.23a	1375h	50925a
	melon - Ace	4.2b	1833h	40167c
	Mean	4.45b	5517.3g	39049.3c

پیوندی ملون بیشتر از گیاهان شاهد است (Ruiz *et al.*, 1997; Ruiz & Romero, 1999). همچنین گزارش شده است که ترکیب پیوندی ملون پروتو^۱ و پایه هیبریدی P360 از کارآیی بالاتری در جذب نیتروژن در مقایسه با گیاهان شاهد برخوردارند

براساس نتایج جدول ۱۰، در بین گیاهان پیوندی، بیشترین غلظت نیتروژن کل برگ (۵/۸ درصد براساس ماده خشک) و کمترین آن (۳/۱۷ درصد براساس ماده خشک) به ترتیب در ترکیب پیوندی خربزه روی پایه Ace و کدو Shintozwa روی پایه خربزه ثبت شد. بیان شده است که میزان نیتروژن برگ در گیاهان

معنی‌دار بود. همچنین ترکیب پیوندی و اثر متقابل ترکیب پیوندی در زمان تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و ریشه داشت.

براساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۱۲) فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ خربزه‌های پیوندی روی پایه Ace بیشتر از پایه Shintozwa به دست آمد. همچنین کدوی Ace و Shintozwa پیوندشده روی خربزه فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز بالایی را در برگ و ریشه نشان دادند. فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در ریشه نسبت به برگ به خصوص در حالت پیوندی بیشتر بود. هیچ همبستگی معنی‌داری بین فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز با کارایی مصرف آب، نیتروژن و پتاسیم مشاهده نشد. براساس نتایج همبستگی فعالیت نیترات ردوکتاز ریشه ارتباط غیر مستقیم معنی‌دار با طول شاخه، زیتوده، وزن تر برگ و شاخه، سطح کل برگ و ماده خشک ریشه نشان داد. همچنین بر اساس نتایج همبستگی فعالیت نیترات ردوکتاز برگ ارتباط مستقیم معنی‌دار با سطح کل برگ نشان داد.

بین دو زمان اندازه‌گیری آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و ریشه نیز تفاوت‌هایی مشاهده شد که با وجود سعی تمام در یکسان و یکنواخت اجرا کردن دو آزمایش، این تفاوت‌ها به وجود آمد که احتمال می‌رود مربوط عواملی مانند شدت نور خورشید و یا طول روز باشد. در اغلب موارد، افزایش فتوسنتز تحت شرایط نامطلوب رشد هم‌چون نور کم و غلظت پایین دی‌اکسیدکربن در گلخانه‌های خورشیدی در طول ماه‌های زمستان توسط گیاهان پیوندی منجر به تولید عملکرد بیشتر و در برخی موارد میوه باکیفیت‌تر می‌شود (Zhu et al., 2006).

(Colla et al., 2011). ویژگی‌های فیزیکی از قبیل رشد عمودی و افقی ریشه‌های پایه‌های هیبرید کدو، موجب بهبود جذب آب و عناصر معدنی نسبت به گیاهان غیرپیوندی شده است (Castle & Krezdorn, 1975). Yang et al. (2013) گزارش نمودند زیست‌توده و جذب نیتروژن در هندوانه‌های پیوندی (پیوند روی ریشه خود و پیوند روی پایه مقاوم به شوری) افزایش نشان داد که این افزایش در گیاهان پیوندی با پایه مقاوم بیشتر بود. میزان نیترات برگ در پایه غیرپیوندی Ace و خربزه غیرپیوندی در مقایسه با ترکیب‌های پیوندی پایین‌تر و میزان آمونیوم آنها بالاتر است که نشان‌دهنده عدم تبدیل سریع نیترات به آمونیوم در شرایط پیوندی روی پایه Ace است. این در حالی است که پایه Shintozwa سبب افزایش توانایی تبدیل نیترات به آمونیوم در شرایط پیوندی شده است. به گونه‌ای که پیوند خربزه روی پایه Shintozwa سبب کاهش نیترات برگ و افزایش آمونیوم شده است. چون در گیاهان پیوندی روی پایه Shintozwa، جذب آب و عناصر غذایی بالا می‌باشد، در نتیجه باعث ایجاد تفاوت‌هایی در غلظت عناصر در برگ این گیاهان نسبت به گیاهان غیرپیوندی می‌شود. نتیجه مهم و اساسی این‌که، پایه‌های مختلف باعث افزایش قدرت بخش‌های هوایی گیاه گردیده و نوعی مقاومت نسبی در آنها در مواجهه با تنش‌های محیطی القا می‌شود (Rivero et al., 2003).

فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱۱) نشان داد اثر زمان در فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ پایه Ace و ریشه پایه Shintozwa در سطح احتمال یک درصد

جدول ۱۱. نتایج تجزیه واریانس اثر زمان، ترکیب پیوندی و پایه بر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز خربزه پیوندشده روی کدو
Table 11. Results of variance analysis of time, grafted combination and rootstock on nitrate reductase (NR) activity of melon grafted on squash

Source of variation	df	Ace leaf NR	Shintozwa leaf NR	Shintozwa root NR
T	1	0.073**	0.001 ns	0.423**
Block	4	0.00008	0.0006	0.009
GC	5	0.035**	0.053**	0.031**
GC × T	5	0.047**	0.126**	0.054**
Error	20	0.0003	0.00082	0.0023
Total	35			
CV%		22.81	19.39	16.53

***، ** و ns به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، نبود تفاوت معنی‌دار.

** *, ns: Significant difference at 1 and 5% of probability levels, and non-significant difference, respectively.

GC= Graft combination; T= Time.

جدول ۱۲. مقایسه میانگین اثر متقابل ترکیب پیوندی و زمان بر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز خربزه پیوند شده روی کدو
Table 12. Mean comparison interaction effect of graft combination and time on nitrate reductase (NR) activity in melon grafted on squash

Graft combination	Ace leaf NR (nmol gr ⁻¹ h ⁻¹ FW)		Shintozwa leaf NR (nmol gr ⁻¹ h ⁻¹ FW)		Shintozwa root NR (nmol gr ⁻¹ h ⁻¹ FW)	
	Winter 92	Spring 93	Winter 92	Spring 93	Winter 92	Spring 93
Ace	0.025 ^{bc}	0.031 ^c	0.115 ^b	0.021 ^c	0.421 ^{ab}	0.061 ^c
Ace - Ace	0.03 ^{bc}	0.037 ^c	0.044 ^c	0.358 ^b	0.314 ^c	0.373 ^a
Ace - melon	0.088 ^a	0.021 ^c	0.063 ^c	0.44 ^a	0.441 ^{ab}	0.391 ^a
Ungrafted melon	0.032 ^b	0.21 ^b	0.444 ^a	0.042 ^c	0.423 ^{ab}	0.056 ^c
melon - melon	0.017 ^c	0.42 ^a	0.141 ^b	0.029 ^c	0.359 ^{bc}	0.176 ^b
melon - Ace	0.031 ^{bc}	0.036 ^c	0.05 ^c	0.03 ^c	0.445 ^a	0.044 ^c

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different at 5% by Duncan test.

تأثیر اثر متقابل پایه و پیوندک به‌ویژه پایه قرار می‌گیرند. این ویژگی‌های پایه در گیاهان پیوندی باعث افزایش جذب و انتقال نیترات از پایه به پیوندک شده و احتمالاً با تحریک آنزیم نیترات ردوکتاز در پیوندک، جذب و مصرف نیترات افزایش یافته و تجمع آن در بافت برگ‌های گیاهان پیوندی کاهش می‌یابد. Ruiz *et al.* (1999) در نتایج خود اثر پایه در افزایش جذب و انتقال نیترات به طرف پیوندک را کاملاً بارز مشاهده نمودند.

نتیجه‌گیری کلی

یکی از هدف‌های اساسی برای پیوند، استفاده از سیستم قوی ریشه پایه‌ها است. در بوته‌های پیوندی خربزه روی پایه‌های مختلف کدو، محتوای نیتروژن، نیترات، آمونیوم و پتاسیم برگ تحت تأثیر ژنوتیپ پایه قرار می‌گیرد و تفاوت‌هایی را در مقدار رشد رویشی بوته‌ها ایجاد می‌نماید. خربزه‌های پیوندی نسبت به غیرپیوندی، معمولاً آب و عناصر معدنی را با کارایی بالایی جذب می‌کنند. به‌علت جذب بالای آب و رقت احتمالی شیره آوند چوبی، پیوند روی جذب و انتقال یون‌هایی مانند نیتروژن و پتاسیم اثر می‌گذارد. افزایش جذب عناصر معدنی، با فعالیت آنزیم‌های مسئول جذب در ارتباط نزدیکی قرار دارد. همچنین در رابطه با میزان انتقال کربوهیدرات‌ها به پایه‌ها در خربزه‌های پیوندی و انرژی‌زا بودن این ترکیبات باعث افزایش بیشتر قدرت پایه و در نتیجه کاهش بیشتر غلظت نیتروژن در خربزه‌های پیوندی در مقایسه با غیرپیوندی می‌شود. خربزه‌های پیوندی نسبت به غیرپیوندی دارای مقادیر زیادی نیتروژن آلی می‌باشند که این افزایش در میزان نیتروژن آلی در ارتباط با

آنزیم نیترات ردوکتاز^۱، نیترات را به نیتريت تبدیل کرده که افزایش مقدار و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز، احیای نیترات را افزایش داده و منجر به افزایش سنتز اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها یا متابولیسم نیتروژن کل می‌گردد. عواملی نظیر در دسترس بودن نیترات، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، فرآورده‌های جذب‌کننده‌های نیترات، نور و سایر پارامترهای فیزیولوژی و محیطی همگی در تنظیم متابولیسم نیترات نقش دارند. با توجه به نقش تنوع ژنتیکی در کارایی استفاده از نیتروژن در گیاهان می‌توان با گزینش ژنوتیپ‌های مناسب، کارایی استفاده از نیتروژن را افزایش داد. بنابراین در برخی محصولات پتانسیل کافی برای توسعه رقم‌هایی با کارایی بالا در استفاده از نیتروژن وجود دارد. مطالعات اخیر نشان داده است که استفاده از پایه‌های خاص روی کارایی مصرف نیتروژن و فعالیت نیترات ردوکتاز را افزایش می‌دهد. Ruiz *et al.* (1999) با پیوند سه رقم پیوندک خربزه روی سه رقم پایه کدو، نشان دادند گیاهان غیرپیوندی نسبت به پیوندی دارای نیترات، اسیدهای آمینه و پروتئین‌های محلول بیشتر و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز کمتری بوده، درحالی‌که گیاهان پیوندی نیتروژن آلی و عملکرد میوه بالاتری داشتند. غلظت نیترات در بافت برگ گیاهان پیوندی کمتر از گیاهان غیرپیوندی است. سطح پایین نیترات برگ در گیاهان پیوندی احتمالاً به‌علت فعالیت بالای آنزیم نیترات ردوکتاز و در نتیجه احیای بیشتر نیترات می‌باشد. افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در گیاهان پیوندی نسبت به غیرپیوندی تقاضا برای احیا و مصرف نیترات در گیاه را بالا می‌برد. هم مقدار نیترات و هم فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به‌طور معنی‌داری تحت

احیا و مصرف زیاد نیترات می‌باشد به عبارت دیگر میزان جذب نیترات و نیاز نیتروژنی گیاه بر مقادیر نیتروژن آلی در گیاه تأثیر می‌گذارد. لذا کاربرد خربزه‌های پیوندی به علت کارایی بالای آنها در استفاده از نیتروژن به عنوان جایگزینی قابل اعتماد برای خربزه‌های غیرپیوندی است. از طرف دیگر در شرایطی که در کشورمان با محدودیت منابع آبی مواجه هستیم پیوند به عنوان راهکاری مناسب برای استفاده مؤثرتر از منابع آبی و افزایش کارایی مصرف آب قابل توصیه می‌باشد.

REFERENCES

1. Agricultural statistics of Iran. (2014). Reports by the Central Bank of Iran, including statistics about agriculture in Iran. <http://www.amar.org.ir>.
2. Albacete, A., Martínez-Andujar, C. & Perez-Alfocea, F. (2014). Hormonal and metabolic regulation of source-sink relations under salinity and drought: From plant survival to crop yield stability. *Biotechnology Advances*, 32, 12-30.
3. Arnon, D.I. (1956). Photosynthesis by isolated chloroplast. *Biochemistry and Biophysics*, 20, 440-461.
4. Bakhshande, A. (2009). The problems and solutions of water scarcity in Iran. 2nd National Seminar on Drought Effects and Management. http://www.civilica.com/Paper-NSDEM02-NSDEM02_417.html.
5. Bremner, J.M. (1965). *Total nitrogen*. In: *Methods of Soil Analysis*; Eds, C.A. Black, D.D. Evans, I.L. White, L.E. Ensminger and FE. Clark, Agronomy Monograph 9, Part 2, pp. 1149-1178.
6. Castle, W.S. & Krezdorn, A.H. (1975). Effect of citrus rootstock on root distribution and leaf mineral content of 'Orlando' tangelo trees. *Journal American Society for Horticultural Science*, 100(1), 1-4.
7. Cazetta, J.O. & Villela, L.C.V. (2004). Nitrate reductase activity in leaves and stems of tanner grass (*Brachiaria radicans* Napper). *Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.)*, 61 (6), 640-648.
8. Cherubino, L. & Giuseppe, C. (2011). Grafting to increase the tolerance to abiotic stresses. International Symposium on Vegetable Grafting, Viterbo/ Italy. 3-5 Oct. 42p
9. Cohen, R. & Edelstein, M. (2014). Cucurbita rootstock breeding: from random breeding to adapting rootstocks for special demands. Proceedings of the First International Symposium on Vegetables Grafting, Wuhan, China, 17-21 March 2014, 45p.
10. Cohen, R., Edelstein, N., Grosch, R. & Schwarz, D. (2015). Cucurbita rootstocks: from random crosses to rational breeding. *V International Symposium on Cucurbits*. Cartagena, Murcia, Spain, 22 June, 58p.
11. Colla, G., Roupahel, Y., Mirabelli, C. & Cardarelli, M. (2011). Nitrogen-use efficiency traits of miniatermelon in response to grafting and nitrogen-fertilization doses. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 174, 933-941.
12. Colla, G., Sua'ez, C. M.C. & Cardarelli, M. (2010). Improving nitrogen use efficiency in melon by grafting. *HortScience*, 45(4), 559-565.
13. Davis, A.R. & Perkins-Veazie, P. (2005). Rootstock effects on plant vigor and watermelon fruit quality. *Report-Cucurbit Genetics Cooperative*, 28-29, 39-42.
14. Dettori, S. (1985). Leaf water potential, stomatal resistance and transpiration response to different watering in almond, peach and "Pixy" plum. *Acta Horticulturae.*, 171, 181-186.
15. Edelstein, M., Burger, Y., Horev, C., Porat, A., Meir, A. & Cohen, R. (2004). Assessing the effect of genetic and anatomic variation of *Cucurbita* rootstocks on vigor, survival and yield of grafted melons. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 79, 370-374.
16. FAOSTAT. (2013). <http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>.
17. Hagihara, T. (2004). *Rootstock cultivars and their characteristics*. In: *Watermelon and Pumpkin*. 5. Pp: 147-154. Yasai-engei Hyakka, Ed., Noubunkyo, Japan. (in Japanese)
18. Hamada, A.M. & EL-enany, A.E. (1994). Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. *Biologia Plantarum*, 36, 75-81.
19. Heidary, N., Eslami, A., Ghadami, A. & Canoni, A. (2006). Water use efficiency of crops in different regions of the Iran. 1st Irrigation and Drainage Network Management Conference. http://www.civilica.com/Paper-IDNC01-IDNC01_006.html
20. Javanpour, R., Salehi, R., Nejadsahebi, M. & Mousavizadeh, S.J. (2015). Evaluation of quality and quantity of three accessions of grafted and non-grafted of Iranian melon. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 46(1), 169-178. (in Farsi)
21. Kashi, A., Salehi, R. & Javanpour, R. (2008). *Grafting Technology in Vegetable Crop Production*. (1st Ed.). Agriculture Education Pub, 212 p. (in Farsi)
22. Kim, M., Canio, W., Kessler, S. & Sinha, N. (2001). Developmental changes due to long-distance movement of a homeobox fusion transcript in tomato. *Science*, 293, 287-9.

23. King, S.R., Davis, A.R., Zhang, X. & Crosby, K. (2010). Genetics, breeding and selection of rootstocks for Solanaceae and Cucurbitaceae. *Scientia Horticulturae*, 127, 106-111.
24. Larcher, W. (1980). *Physiological Plant Ecology*. 2nd Totally Revised Edition, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 540pp
25. Lee, J. M., Kubota, C., Tsao, S. J., Bie, Z., Hoyos Echevarria, P., Morra, L. & Oda, M. (2010). Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, 127, 93-105.
26. Lee, J.M. & Oda, M. (2003). Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Horticultural Reviews*, 28, 61-124.
27. Lee, J.M. (1994). Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience*, 29, 235-239.
28. Liu, Y., Kong, Q. & Bie, Z. (2015). Appraisals on the utility of pumpkin cross combinations as rootstock of grafted melon. *V International Symposium on Cucurbits*. Cartagena, Murcia, 22 June, 56p.
29. Mallory, A.C., Mlotshwa, S., Bowman, L.H. & Vance, V.B. (2003). The capacity of transgenic tobacco to send a systemic RNA silencing signal depends on the nature of the inducing transgene locus. *The Plant Journal*, 35(1), 82-92.
30. Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic press, London. 889 p.
31. Miguel, A. (2004). *Use of grafted plants and IPM methods for the production of tomatoes in the mediterranean region*. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias IVIA Moncada (Valencia) Spain.
32. Mohsenian, Y. & Roosta, H.R. (2015). Effects of grafting on alkali stress in tomato plants: datura rootstock improve alkalinity tolerance of tomato plants. *Journal of Plant Nutrition*, 38, 51-72.
33. Mohsenian, Y. & Roosta H.R. (2014). Effect of eggplant, field tomato, datura, orange nightshade and Iranian tobacco rootstocks on iron and chlorophyll concentrations in grafted tomato. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 5 (1), 63-72. (In Farsi)
34. Mohsenian, Y., Roosta, H.R., Karimi, H.R. & Esmaeilzade, M. (2012). Investigation of the ameliorating effects of eggplant, datura, orange nightshade, local Iranian tobacco, and field tomato as rootstocks on alkali stress in tomato plants. *Photosynthetica*, 50 (3), 411-421.
35. Nie, L.C. & Chen, G.L. (2000). Study on growth trends and physiological characteristics of grafted watermelon seedlings, *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 9, 100-103.
36. Paplomatas, E.J., Elena, K., Tsagkarakou, A. & Perdikaris, A. (2002). Control of verticillium wilt of tomato and cucurbits through grafting of commercial varieties on resistant rootstocks. *Acta Horticulturae*, 579, 281-284.
37. Perez-Alfocea, F. (2014). Why should we investigate vegetable grafting. In: *Proceedings of the First International Symposium on Vegetables Grafting*, Wuhan, China, 17-21 March.
38. Prohens, J. & Nuez, F. (2008). *Handbook of Plant Breeding: Vegetables I*. Springer Publishing. 426 pp.
39. Qi, H.Y., Li, T.L., Liu, Y.F. & Li, D. (2006). Effects of grafting on photosynthesis characteristics, yield, and sugar content in melon. *Journal-Shenyang Agricultural University*, 37, 155-158.
40. Rivero, R.M., Ruiz, J.M. & Romero, L. (2003). Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 1, 70-74.
41. Robinson, R. & Deckerwalters, D. (1997). *Cucurbits*. Cab International Wallingford, UK. 280pp
42. Roosta, H.R. & Karimi, H.R. (2012). Effects of alkali-stress on ungrafted and grafted cucumber plants: using two types of local squash as rootstock. *Journal of Plant Nutrition*, 35(12), 1843-1852.
43. Roupael, Y., Cardarelli, M. & Colla, G. (2008). Yield, mineral composition, water relation, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. *HortScience*, 43(3), 730-736.
44. Rubatzky, V.E. & Yamaguchi, M. (1997). *World vegetables: principles, production and nutritive values*, Second Edition, Chapman and Hall, International Thompson Publishing, 843pp.
45. Ruiz, J.M. & Romero, L. (1999). Nitrogen efficiency and metabolism in grafted melon plants. *Scientia Horticulturae*, 81, 113-123.
46. Ruiz, J.M., Belakbir, A., Lopez-Cantarero, I. & Romero, L. (1997). Leaf-macronutrient content and yield in grafted, melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Scientia Horticulturae*, 71, 227-234.
47. Sakata, Y., Takayoshi, O. & Mitsuhiro, S (2007). The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetables in Japan. *Acta Horticulturae*, 731, 159-170.
48. Salehi, R., Kashi, A., Lee, J. M., Babalar, M., Delshad, M., Lee, S. G. & Huh, Y. C. (2010). Leaf gas exchanges and mineral ion concentration in xylem sap of Iranian melon affected by rootstocks and training methods. *HortScience*, 45, 766-770.
49. Salehi, R., Kashi, A., Lee, S.G., Huh, Y.C., Lee, J.M., Babalar, M. & Delshad, M. (2009). Assessing the survival and growth performance of Iranian melon to grafting onto *Cucurbita* rootstocks. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 27(1), 1-6.

50. Schwarz, D., Roupael, Y., Colla, G. & 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.
51. Steingrobe, B. & Claassen N. (2000). Potassium dynamics in the rhizosphere and K efficiency of crops. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 163, 101-106.
52. Tamada, A. (1989). *Characteristics of rootstocks and their adaptabilities*. In: Vol. 4, *Melon and Watermelon*. Yasai-engei Dai hyakka, pp. 433-446. Noubunkyo, Tokyo, Japan. (in Japanese)
53. Tooumi, I., Sehli, W. M., Bourgou, S., Jallouli, N., Bensalem-Fnayou, A., Ghorbel, A. & Mliki, A (2007). Response of ungrafted and grafted grapevine cultivars and rootstocks (*Vitis* sp.) to water stress. *International Journal of Vine and Wine Sciences*, 41(2), 85-93.
54. Wei, S., Wu, Y.Z. & Huang, J. (2006). Effects of rootstocks on growth and photosynthetic properties of grafted plants of netted melon. *Acta Agriculturae Shanghai*, 22, 114-117.
55. Yang, Y., Lu, X., Yan, B., Li, B., Sun, J., Guo, S. & Tezuka, T. (2013). Bottle gourd rootstock-grafting affects nitrogen metabolism in NaCl stressed watermelon leaves and enhances short-term salt tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 7, 653-61.
56. Yetisir, H. & 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. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28, 231-237.
57. Zhu, J., Bie, Z.L., Xu, R., Tang, M. & Pei, Y. (2006). Effects of different rootstocks on the growth, yield, and quality of cucumber fruits. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 25, 668-671.