

رشد، عملکرد و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی و ژوخه سیب زمینی در ترکیب پیوندی گوجه‌فرنگی روی سیب زمینی^۱

Growth, Yield and Quality of Tomato Fruit and Potato Tubers in Grafting Combination of Tomato on Potato

جابر پناهنده^{*}، عباس احمد نژاد و علیرضا مطلبی آذر^۲

چکیده

در این آزمایش یک رگه گوجه‌فرنگی با رشد محدود و یک دورگه با رشد نامحدود (Moneymaker × San Marzano) روی دو رقم سیب‌زمینی آگریا و ساتینا پیوند زده شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح به طور کامل تصادفی انجام گرفت. ویژگی‌های مرتبط با رشد رویشی، عملکرد و ویژگی‌های کیفی میوه گوجه‌فرنگی شامل میزان ماده‌های جامد محلول کل (TSS)، اسیدیته قابل تیتر، ویتامین C و نیز در پایه‌های سیب‌زمینی عملکرد و وزن تر و خشک ژوخه مورد ارزیابی قرار گرفت. بیشترین عملکرد (۰/۲۹ کیلوگرم در بوته) و کیفیت میوه و ویژگی‌های رویشی در ترکیب پیوندی گوجه‌فرنگی رشد نامحدود روی پایه آگریا مشاهده شد. در ترکیب پیوندی گوجه‌فرنگی با رشد محدود روی هر دو پایه سیب‌زمینی، در قسمت زیرزمینی ژوخه و در قسمت هوایی میوه گوجه‌فرنگی تولید گردید، درحالی که پیوندک گوجه‌فرنگی رشد نامحدود روی هیچ کدام از دو پایه سیب‌زمینی در قسمت زیرزمینی ژوخه‌ای تولید نکرد، اما در بخش هوایی میوه گوجه‌فرنگی تولید شد. نتیجه‌ها حاکی از وجود برهمکنش پایه و پیوندک دست کم در مورد ژوخه‌بندی پایه سیب‌زمینی با پیوندک‌های رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی است و به نظر می‌رسد که استفاده از پیوند برای تولید دو محصول رضایت‌بخش از یک گیاه، مستلزم ارزیابی بیشتر برای یافتن پایه سیب‌زمینی و پیوندک متناسب گوجه‌فرنگی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: دگر پیوندی، برهمکنش پایه - پیوندک، ژوخه‌بندی.

مقدمه

پیوند در گیاهان به‌ویژه در گونه‌های چوبی (درختان میوه) قدمت دیرینه‌ای دارد. پیوند سبزی‌ها در مقایسه با درختان میوه دست کم در مقیاس تجاری، روش به‌نسبت جدیدی است که خاستگاه آن کشورهای چین، ژاپن و کره بوده و سپس به دیگر نقاط جهان گسترش یافته است. امروزه پیوند در سبزی‌های میوه‌ای تیره سیب‌زمینی سانان^۳ و کدوسانان^۴ در بیشتر نقاط جهان به‌دلیل مزایای بسیار و برخلاف هزینه به‌نسبت بالای نشای پیوندی استفاده گسترده‌ای پیدا کرده است (۱۱، ۲۰).

اهداف مهم پیوند در سبزی‌ها شامل ایجاد مقاومت به بیماری‌های خاکزad و نماتدها، افزایش عملکرد و کیفیت محصول و ارتقای فیزیولوژیکی، تحمل و سازگاری گیاه به شرایط محیطی نامطلوب می‌باشد (۸، ۲۰). با این حال پیوند در برخی محصول‌ها برای اهداف دیگری از جمله افزایش گلدهی، جلوگیری از ریزش گل و افزایش میوه‌بندی برای اهداف دورگه‌گیری و بهنژادی، بررسی‌های فیزیولوژیکی در خصوص عوامل مربوط به گل‌انگیزی، انتقال RNA، واکنش به نورگاه^۵ و ژوخه‌زایی نیز به کار رفته است (۹، ۷، ۱۳).

تیره سیب‌زمینی سانان با داشتن دو سبزی مهم گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی و شمار دیگری از سبزی‌های میوه‌ای از مهمترین تیره‌های گیاهی در سبزی‌کاری است. بیشتر محصول‌های سبزی این تیره به جز سیب‌زمینی، محصول‌های فصل گرم و میوه‌ای

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۴

۲- بهترتب دانشیار، دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (panahandeh@tabrizu.ac.ir)

هستند. بررسی‌های مربوط به استفاده از پیوند در گوجه‌فرنگی به منظور بهره‌مندی از پایه‌های متحمل به بیماری‌های خاکزاد و نماتدها و تنش‌های محیطی غیریستی بهویژه شوری در سال‌های پیشین بهوفور در منابع مشاهده می‌شود (۱۲، ۱۳، ۲۰). همچنین از دیرباز بهزادگران سیب‌زمینی، به منظور افزایش و طولانی کردن دوره گلدهی و حذف رقابت اعضای زیزمنی و بخش زایشی گیاه به هنگام تلاقی در بین رقمها و گونه‌های سیب‌زمینی، به پیوند این گیاه روی پایه‌های گوجه‌فرنگی و تاجزیزی^۱ روی آورده‌اند (۲، ۱۴). افزون بر این، فیزیولوژیست‌های سیب‌زمینی برای بررسی انگیزش ژوخه‌زایی، از دگر پیوندی‌هایی مانند پیوندهای توتون- سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی- سیب‌زمینی استفاده کرده‌اند (۱۵). پیوند گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی با توجه به تفاوت بخش‌های خوارکی این دو گیاه، می‌تواند منجر به برداشت دو محصول از یک گیاه شود. اگر چه این ترکیب پیوندی نوعی سرگرمی محسوب شده و در کاتولوگ‌های بذر و نشاء سبزی‌ها نیز دیده می‌شود، اما در پژوهش‌های علمی کمتر به آن پرداخته شده است. هرچند شاید در آینده‌ای نزدیک برای افزایش بهرمه‌ی و تولید به ازای واحد سطح، استفاده از چنین گیاهانی بهویژه در مناطق با محدودیت زمین‌های زراعی یک نیاز تلقی شود. هدف از این مطالعه، بررسی اثرهای پایه و پیوندک در دگرپیوندی دو رقم گوجه‌فرنگی با عادت رشد متفاوت روی دو پایه متفاوت سیب‌زمینی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه‌ای پلاستیکی در گروه علوم باغبانی دانشگاه تبریز به صورت طرح کامل تصادفی، با هشت تیمار و در چهار تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل سیب‌زمینی رقم ساتینا، سیب‌زمینی رقم آگریا، گوجه‌فرنگی رگه رشد محدود^۲، گوجه‌فرنگی رشد نامحدود^۳ (دورگه سان مارزانو × مانی میکر)^۴، گوجه‌فرنگی رگه رشد محدود پیوند شده روی سیب‌زمینی رقم آگریا و ساتینا بودند. ژوخه‌های رقم‌های سیب‌زمینی به کار رفته در آزمایش، از ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل تهیه شدند و بذرها گوجه‌فرنگی‌های دورگه و رگه رشد محدود به کار رفته در آزمایش توسط نویسنده اول در گروه علوم باغبانی دانشگاه تبریز توسعه یافته‌اند.

بذر گوجه‌فرنگی در سینی‌های کاشت پر شده با بستر کوکوپیت و پرلایت به نسبت ۱:۲ در نیمه دوم فروردین ماه کشت شدند. سینی‌ها پس از کشت به طور کامل آبیاری شده و در گلخانه قرار گرفتند. دو هفته بعد از کاشت بذرها گوجه‌فرنگی، ژوخه‌های رقم‌های سیب‌زمینی در گلدان‌های حاوی بستر کوکوپیت و پرلایت اول اردیبهشت ماه کاشته شدند. پس از سبز شدن کامل و ظاهر شدن اولین برگ حقیقی، نشاها گوجه‌فرنگی با محلول غذایی نیم غلظت هوگلنده تغذیه شدند. حدود یک ماه بعد از کشت بذرها، گیاهان به اندازه مناسب پیوند رسیده و عملیات پیوندزی انجام شد. روش پیوند مورد استفاده، پیوند اسکنهای بود، بدین ترتیب که شکافی در پایه سیب‌زمینی بعد از سر برداری ایجاد گردید، سپس پیوندک گوجه‌فرنگی دارای دو تا سه برگ به شکل گوهای برش داده و در شکاف پایه قرار گرفت. محل پیوند با گیره پیوندی بسته شد. بعد از انجام عمل پیوند، نشاها پیوندی در اتفاق ترمیم با رطوبت حدود ۸۰ تا ۹۰٪ و دمای حدود ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند. حدود ۱۲ روز بعد از گرفتن پیوند، نشاها برای سازگاری^۵ آماده شدند. برای سازگاری نشاها با شرایط گلخانه (دمای بالا و رطوبت پایین) آن‌ها را به زیر پوشش پلاستیکی انتقال داده و هر روز چندین ساعت پوشش پلاستیکی برداشته می‌شد. حدود یک هفته بعد گیاهان به طور کامل با شرایط گلخانه سازگار شده و پوشش پلاستیکی به طور کامل برداشته شد. سپس نشاها به گلدان‌های اصلی هفت لیتری منتقل شدند. بدین منظور ابتدا در کف گلدان‌ها به طور مساوی شن نخودی (برای انجام زهکشی) ریخته شد و سپس گلدان‌ها تا نیمه با بستر کشت پرلایت و کوکوپیت به نسبت ۱:۲، پر شده و نشاها یکنواخت که در مرحله‌ی ۵ تا ۶ برگی قرار داشتند (حدود ۵۰ روز پس از کشت بذرها)، یک بوته به داخل هر گلدان منتقل و آبیاری شدند. در طی دوره رشد، تغذیه گیاهان با محلول هوگلنده انجام گرفت.

ویژگی‌های مورد بررسی در دو مرحله زمانی (در طول دوره رشد و پس از برداشت محصول) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری وزن تر، میوه‌ها در مرحله‌ی قرمز سفت برداشت شده و با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقیقیت ۰/۰۱ گرم توزین

شدند. سپس نمونه‌ها پس از برش از وسط در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس تا ثبیت شدن وزن خشک قرار گرفته و در پایان، وزن خشک ثبت شد. بهمنظور اندازه‌گیری درصد ماده جامد محلول میوه^۱ از دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی استفاده شد. میوه‌ها بی‌درنگ پس از برداشت و برش در داخل یک پارچه توری تمیز پیچیده شده و با فشار چند قطره عصاره از میوه روی دستگاه قرار گرفته و میزان TSS آن‌ها خوانده شد در ژوخه‌های سبز زمینی نیز وزن تر و خشک ژوخه‌ها اندازه گیری شد. واکاوی داده‌های آزمایش با نرمافزار SPSS نسخه ۲۱ و در دو مرحله انجام گرفت، بدین ترتیب که یک واکاوی برای شش ترکیب تیماری دارای بخش هوایی گوجه‌فرنگی و واکاوی دیگر برای ارزیابی ویژگی‌های ژوخه برای تیمارهای سبز زمینی آگریا و ساتینا انجام گرفت. لازم به ذکر است که با پیوند گوجه‌فرنگی رشد نامحدود روی پایه‌های سبز زمینی، در بخش زیرزمینی ژوخه‌ای تشکیل نشد، بنابراین این ترکیب در تجزیه اخیر وارد نشده است. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت و نمودارها با نرمافزار Excel 2013 ترسیم شدند.

نتایج و بحث

وزن تر بوته

بر اساس نتیجه‌های تجزیه واریانس، اثر پایه پیوندی بر وزن تر بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین وزن تر اندام هوایی (۵۸۰ گرم) مربوط به تیمار ترکیب گوجه‌فرنگی رشد نامحدود روی پایه آگریا و کمترین وزن تر اندام هوایی (۱۷۸ گرم) نیز مربوط به گوجه‌فرنگی رشد محدود روی پایه ساتینا می‌باشد (شکل ۱). مقایسه میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری از نظر وزن تر اندام هوایی در رقم رشد محدود، بین پایه آگریا و ساتینا با شاهد (گوجه‌فرنگی رشد محدود بدون پیوند) نشان داد بهطوری که پیوند این رگه روی پایه سبز زمینی باعث کاهش وزن تر بوته در مقایسه با بوته‌های غیرپیوندی همین رقم شده بود. در گوجه‌فرنگی دورگه رشد نامحدود وزن تر گیاهان پیوند شده روی پایه سبز زمینی بهطور معنی‌داری بیشتر از گیاهان غیرپیوندی بود و در این میان بیشترین وزن تر بوته در گیاهان پیوند شده روی پایه رقم آگریا به دست آمد (شکل ۱). به احتمال در گوجه‌فرنگی رشد محدود پیوند شده روی پایه‌های آگریا و ساتینا به علت تولید ژوخه در قسمت زیرزمینی و تولید میوه گوجه‌فرنگی در قسمت هوایی (شکل ۲)، به علت تقسیم و انتقال ماده‌های غذایی و عنصرهای مورد نیاز در دو قسمت هوایی و زیرزمینی، مقدار کمتری به قسمت هوایی منتقل شده و باعث کاهش رشد گیاه و در نتیجه کاهش وزن تر بوته گردیده است. پاسخهای متفاوت از نظر رشد رویشی در ترکیب‌های پیوندی مختلف را Lee و Oda (۱۱) به قدرت پایه‌ها و سازگاری متفاوت پایه و پیوند نسبت دادند. همچنین Salehi-Mohammadi و همکاران (۱۹) رشد رویشی بیشتر در خربزه پیوند شده روی پایه‌های دورگه کدو را به فعالیت بیشتر ریشه‌ها در پایه‌های کدو مرتبط دانسته‌اند. همچنان صالحی و همکاران گزارش کردند که تأثیر معنی‌دار در وزن تر گیاهان پیوندی نسبت به گیاهان غیرپیوندی وجود دارد (۳).

وزن خشک اندام هوایی گوجه‌فرنگی

بر اساس نتیجه‌های تجزیه واریانس، اثر پایه پیوندی بر وزن خشک بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۱۶۲/۲ گرم) مربوط به تیمار گوجه‌فرنگی رشد نامحدود پیوند شده روی پایه آگریا و کمترین آن (۴۵/۵ گرم) در تیمار گوجه‌فرنگی رشد محدود پیوند شده روی پایه سبز زمینی رقم ساتینا مشاهده شد (شکل ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در رقم رشد نامحدود، اختلاف معنی‌داری از نظر وزن خشک بوته بین پایه آگریا با تیمار شاهد (گوجه‌فرنگی رشد نامحدود) وجود دارد و همانند وزن تر، استفاده از این پایه باعث افزایش وزن خشک بوته شده است. همچنان، در رقم رشد محدود اختلاف معنی‌داری از نظر وزن خشک بوته بین پایه آگریا و ساتینا با تیمار شاهد شد و در مجموع پیوند باعث کاهش وزن خشک بوته در گوجه‌فرنگی رشد محدود شده بود. در همین راستا Plaut و Grava (۱۶) نشان دادند که وزن تر و خشک اندام هوایی گیاهان پیوندی گوجه‌فرنگی در مقایسه با گیاهان مستقر شده بر ریشه خودشان بیشتر می‌باشد، البته شاید پیوند به خودی خود باعث افزایش رشد نشود و میزان رشد بستگی به انتخاب پایه و قدرت رشد القایی از سوی پایه و گاهی برهمکنش پایه و پیوندک باشد.

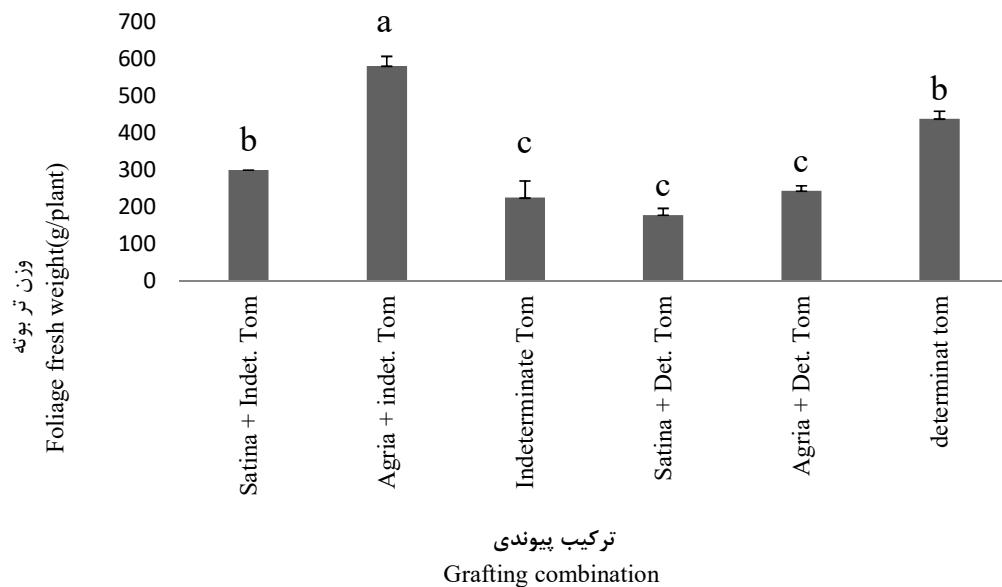


Fig. 1. Mean comparison of the effects of potato rootstocks on the vine fresh weight of determinate and indeterminate tomato. Means with different letters show significant differences using Duncan test at $P \leq 0.05$.

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر پایه‌های سیبز مینی بر وزن تر اندام هوایی گوجه‌فرنگی (رشد محدود و رشد نامحدود). حرف‌های متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.



Fig. 2. Heterografting plant, potato cv. Agria as rootstock and determinate growth tomato as scion.

شکل ۲- گیاه دگر پیوندی، پایه سیب زمینی رقم آگریا و پیوندک گوجه‌فرنگی رشد محدود.

عملکرد میوه گوجه فرنگی

تجزیه واریانس نشان داد که اثر پایه پیوندی بر عملکرد میوه گوجه فرنگی در سطح احتمال یک درصد معنی دار است. بیشترین عملکرد میوه (۰/۲۹ کیلوگرم در بوته) مریبوط به تیمار گوجه فرنگی رشد نامحدود پیوند شده روی پایه آگریا و کمترین آن (۰/۱۲ کیلوگرم در بوته) در تیمار پایه ساتینا و پیوندک گوجه فرنگی رشد محدود مشاهده گردید (شکل ۴). در دورگه رشد نامحدود، اختلاف معنی داری از نظر عملکرد میوه بین پایه آگریا و ساتینا مشاهده شد و پایه آگریا در مقایسه با پایه ساتینا عملکرد میوه بیشتری داشت، اما در مجموع در این گوجه فرنگی پیوند روی پایه های سیب زمینی نسبت به غیرپیوندی همین رقم اختلاف معنی داری نشان ندادند. در رقم رشد محدود نیز اختلاف معنی داری از نظر عملکرد میوه بین پایه آگریا و ساتینا با تیمار شاهد وجود داشت و پیوند روی هر دو پایه سیب زمینی باعث کاهش عملکرد میوه در این رگه شده بود. کاهش عملکرد در رقم رشد محدود گوجه فرنگی پیوند شده روی پایه های آگریا و ساتینا می تواند بدلیل تولید ژوخه سیب زمینی در قسمت زیرزمینی و تولید میوه گوجه فرنگی در بخش هوایی باشد که باعث کاهش انتقال اسیمیلات ها و عنصرهای غذایی به بخش هوایی و کاهش عملکرد شده است. این موضوع شناخته شده است که وقتی بوته های سیب زمینی در مرحله انگیزش شدید ژوخه زایی قرار می گیرند، رشد بخش های هوایی کاهش یافته و یا حتی متوقف می شود (۵).

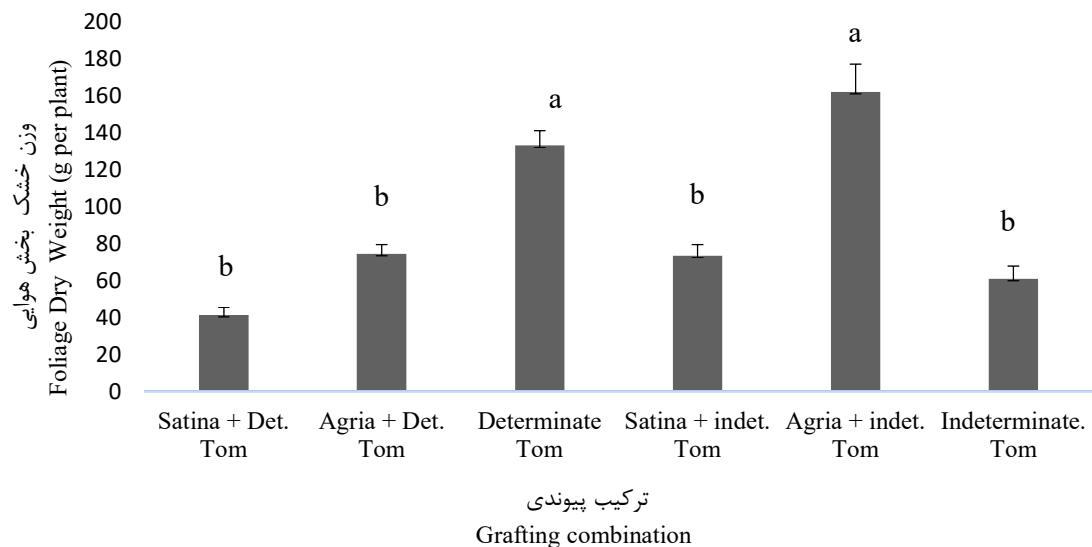


Fig. 3. Mean comparison of the effects of potato rootstocks on the vine dry weight of determinate and indeterminate tomato. Means with different letters show significant differences using Duncan test at $P \leq 0.05$.

شکل ۳- مقایسه میانگین اثر پایه های سیب زمینی بر وزن خشک اندام هوایی گوجه فرنگی (رشد محدود و نامحدود). حرف های مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

در مقابل، در گوجه فرنگی رشد نامحدود به علت عدم تولید ژوخه، اسیمیلات ها و ماده های غذایی زیادی به قسمت هوایی منتقل شده و باعث افزایش وزن میوه ها و در نتیجه افزایش افراش عملکرد میوه شده است. پژوهشگران دیگر نیز علت افزایش عملکرد گیاهان گوجه فرنگی رقم لیمانس^۱ پیوند شده روی پایه بیوفورت^۲ را افزایش میانگین وزن میوه ها گزارش کردند (۱۷). برهمکنش بین پایه و پیوندک باعث گسترش سیستم ریشه ای می شود که افزایش جذب آب و ماده های غذایی را در پی خواهد داشت، در نتیجه سبب افزایش فتوسنترز گیاه و در نهایت بهبود عملکرد میوه می گردد (۱۹). نتیجه های یک پژوهش نشان داد که وزن میوه گیاهان گوجه فرنگی پیوندی نسبت به گیاهان پیوند نشده بیشتر بود و گیاهان پیوند شده روی پایه های هیمان^۳ و پرایماورا^۴ نسبت به گیاهان پیوند نشده، میوه بیشتری تولید کردند (۱۸). باقی صابر (۱) افزایش عملکرد گیاهان خود پیوندی و غیرپیوندی گوجه فرنگی رقم Es10002 را نسبت به پیوند این رقم روی یک رقم پر رشد ایرلوم^۵ را گزارش نمود. در آزمایش

دگر پیوندی دو رقم گوجهفرنگی روی پایه توتون افزایش شمار گل، عملکرد و زودرسی میوه مشاهده شد و پژوهشگران بیشتر این اثرهای مثبت را به قوی بودن پایه توتون نسبت دادند (۲۱).

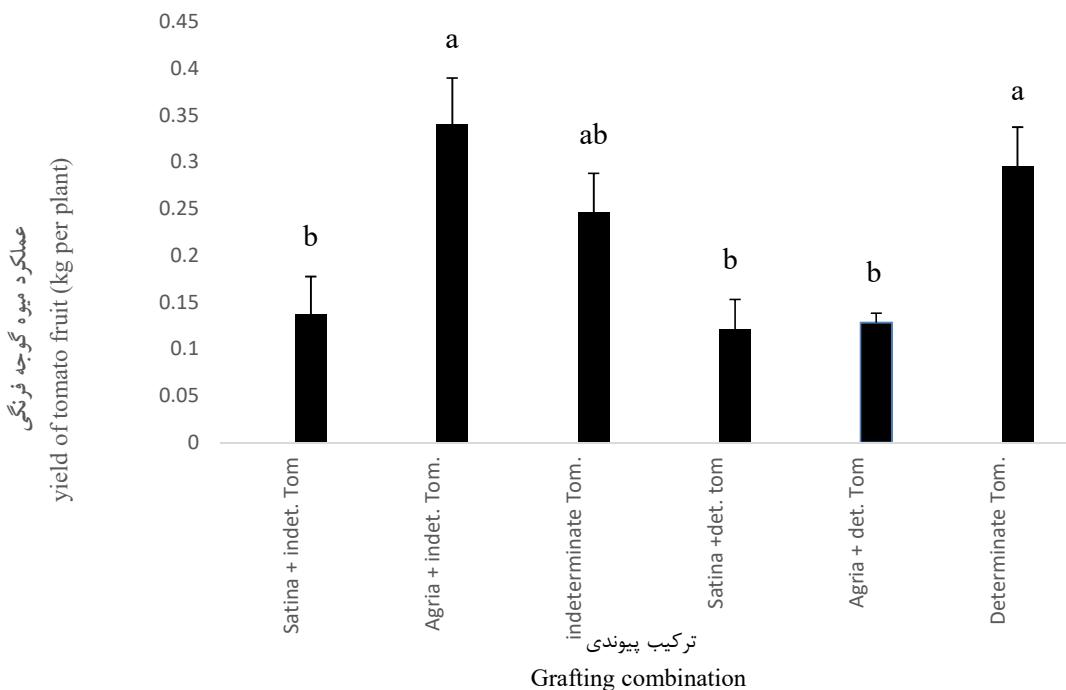


Fig. 4. Mean comparison of the fruit yield in non-grafted and grafted (tomato on potato rootstock) plants. Means with different letters show significant differences using Duncan test at $P \leq 0.05$.

شکل ۴- مقایسه میانگین عملکرد میوه در گیاهان غیرپیوندی و پیوندی (گوجهفرنگی‌های پیوند شده روی سیب زمینی). حرف‌های متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

ماده‌های جامد محلول میوه

اثر پایه پیوندی بر میزان ماده‌های جامد محلول (TSS) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده است. بیشترین TSS مربوط به پیوند گوجهفرنگی رشد نامحدود روی پایه آگریا و کمترین آن در گوجهفرنگی رشد محدود (شاهد) مشاهده شد (شکل ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در رقم رشد محدود، اختلاف معنی‌داری از نظر ماده‌های جامد محلول بین پایه آگریا و ساتینا وجود ندارد و استفاده از این دو پایه اثربخشانی روشی ماده‌های جامد محلول داشته است. همچنین در دور گه رشد نامحدود اختلاف معنی‌داری بین پایه آگریا و تیمار شاهد مشاهده شد و پایه آگریا باعث افزایش ماده‌های جامد محلول میوه شد، اما بین پایه ساتینا با تیمار شاهد (غیرپیوندی رقم رشد نامحدود) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

در آزمایشی Balliu و همکاران (۴) نشان دادند که TSS در گیاهان پیوندی گوجهفرنگی نسبت به بدون پیوندها بالاتر می‌باشد و این اختلاف می‌تواند به دلیل نژادگان مختلف پایه و پیوندک مورد استفاده باشد، در نتیجه پیوند روی پایه‌های مقاوم و قوی باعث افزایش کیفیت محصول گوجهفرنگی می‌شود. در برخی موارد افزایش ماده‌های جامد محلول در میوه‌ها به وجود ناسازگاری پیوندی و اختلال در تبادلهای آوندی نسبت داده می‌شود. پیشتر، Guo و Zhang (۲۳) نیز گزارش کردند که در پیوند گوجهفرنگی رقم ZY988 روی چهار پایه سیب زمینی، مقدار TSS و قندهای محلول در میوه افزایش می‌یابد.

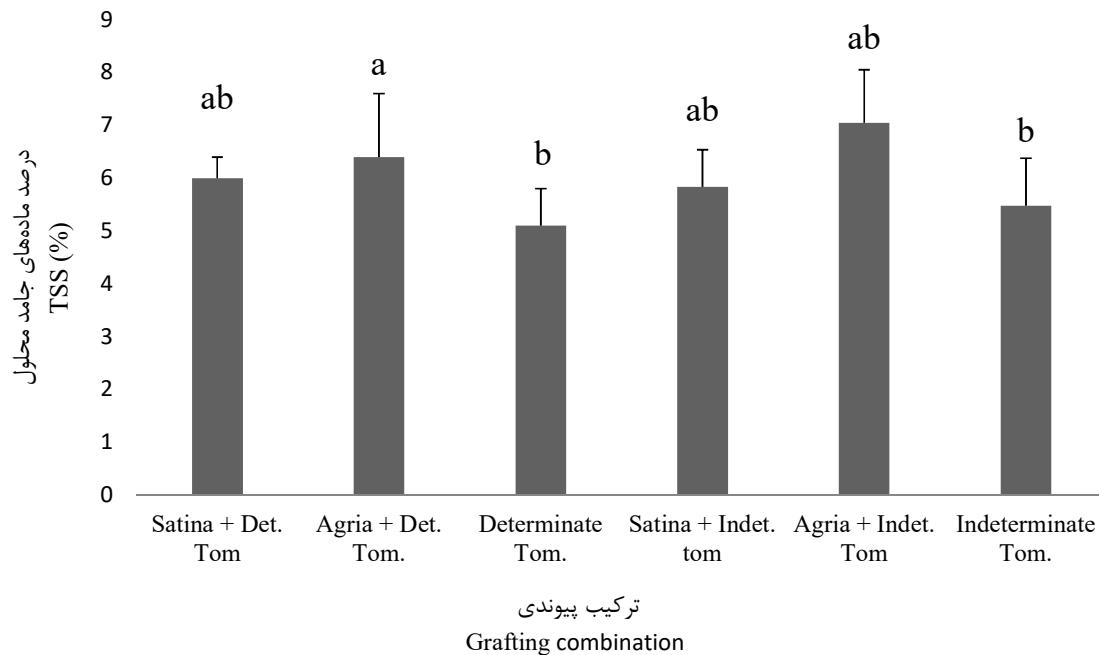


Fig. 5. Mean comparison of the effects of potato rootstocks on the fruit TSS of determinate and indeterminate tomato. Means with different letters show significant differences using Duncan test at $P \leq 0.05$.

شکل ۵- مقایسه میانگین تأثیر استفاده از پایه‌های سیب‌زمینی بر ماده‌های جامد محلول میوه گوجه‌فرنگی. حروفی غیر مشابه در هر ستون نشانده‌اند اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

اسیدیته قابل تیتر میوه

نتیجه‌های حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر پایه پیوندی بر اسیدیته قابل تیتر در سطح احتمال یک درصد معنی دار است. بیشترین TA مربوط به گوجه‌فرنگی رشد نامحدود روی پایه آگریا و کمترین TA مربوط به گوجه‌فرنگی رشد نامحدود بدون پیوند بود (شکل ۶). در گوجه‌فرنگی رشد نامحدود، پیوند روی سیب‌زمینی به طور معنی داری سبب افزایش TA شد، اما بین پایه‌های آگریا و ساتینا تفاوت معنی داری در این رقم مشاهده نشد. در رقم رشد محدود اگر چه در گیاهان غیرپیوندی مقدار TA نسبت به گیاهان پیوند شده بیشتر بود، اما این اختلاف معنی داری نبود. ویژگی‌های کیفی گوجه‌فرنگی شامل کل ماده‌های جامد محلول، اسیدیته قابل تیتر، pH و قند میوه به وسیله برهمکنش فاکتورهایی مثل پیوند و تغذیه گیاه زیر تأثیر قرار می‌گیرند (۶، ۱۲). پیشتر Zhang و Guo (۲۲) کاهش اسیدیته قابل تیتر در پیوند گوجه‌فرنگی روی سیب‌زمینی را گزارش کرده‌اند.

ویژگی‌های رویشی سیب‌زمینی

در این قسمت چهار تیمار شامل پایه آگریا + پیوند گوجه‌فرنگی رشد محدود، پایه ساتینا + پیوند گوجه‌فرنگی رشد محدود، سیب‌زمینی آگریا و سیب‌زمینی ساتینا از نظر تأثیر پیوند گوجه‌فرنگی بر ویژگی‌های رویشی سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گرفت.

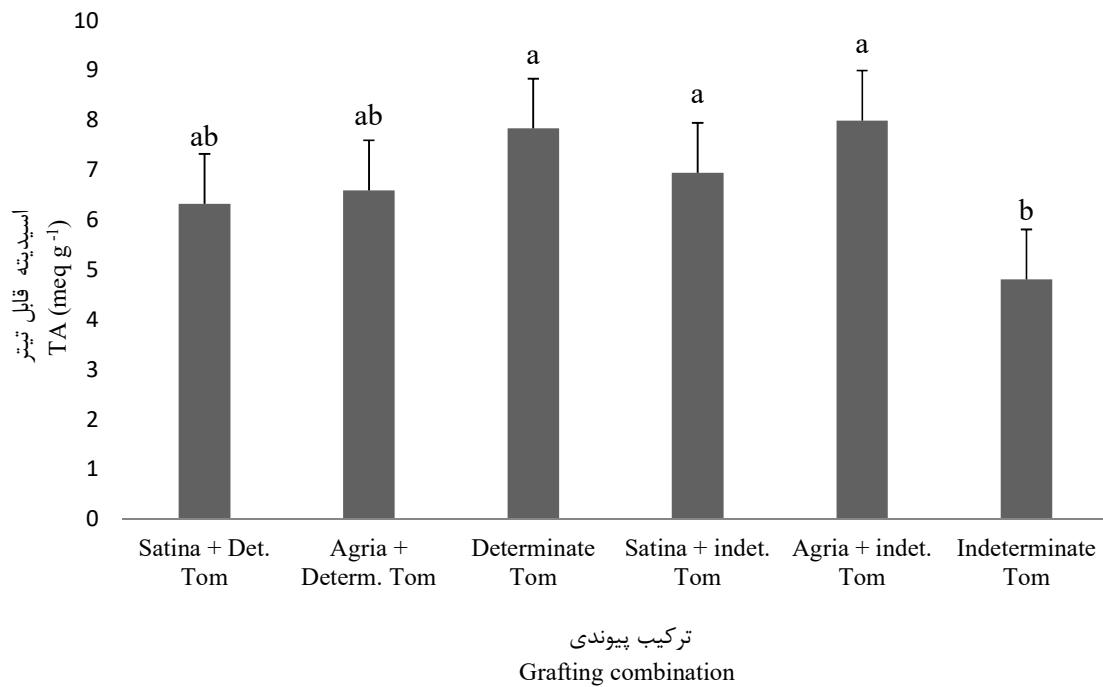


Fig. 6. Mean comparison of the effects of potato rootstocks on the fruit titratable acidity of determinate and indeterminate tomato. Means with different letters show significant differences using Duncan test at $P \leq 0.05$.

شکل ۶- تأثیر استفاده از پایه‌های سیب‌زمینی بر اسیدیتۀ قابل تیتر میوه گوجه‌فرنگی حرفهای غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

شمار ژوخه سیب‌زمینی

با توجه به نتایج‌های تجزیه واریانس اثر بخش هوایی بر شمار ژوخه سیب‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بیشترین شمار ژوخه مربوط به تیمار ساتینا (شاهد) بدون پیوند و کمترین آن در پایه ساتینا با پیوند گوجه‌فرنگی رشد محدود مشاهده گردید (شکل ۷). بین تیمار آگریا و پیوند گوجه‌فرنگی رشد محدود با تیمار شاهد (آگریا) اختلاف معنی داری مشاهده شد و پیوند گوجه‌فرنگی باعث کاهش شمار ژوخه نسبت به تیمار شاهد گردید، در تیمار پایه ساتینا و پیوند گوجه‌فرنگی رشد محدود نیز پیوند باعث کاهش شمار ژوخه نسبت به تیمار شاهد (ساتینا بدون پیوند) شده بود. نتایج‌های به دست آمده در این بخش جالب بود، همانگونه که پیش از این اشاره شد هیچکدام از دو رقم سیب‌زمینی که گوجه‌فرنگی رشد نامحدود بر رویشان پیوند شده بود، ژوخه‌ای تولید نکردند. ساده‌ترین توجیه برای این نتیجه رشد رویشی زیاد قسمت هوایی می‌تواند باشد. با اینکه انباست آسیمیلات و افزایش غلظت کربوهیدرات یکی از عوامل ژوخه‌انگیزی در سیب‌زمینی است اما عوامل متعدد دیگری به ویژه هورمون‌های گیاهی نقش به سازی در این ارتباط دارند. بنابراین به احتمال، پیوند گاهی گوجه‌فرنگی و برهمنکش پایه و پیوند گاهی در ژوخه‌انگیزی پایه‌های سیب‌زمینی نقش داشته‌اند. نتیجه گیری دقیق‌تر مستلزم استفاده از پایه‌های سیب‌زمینی با رفتار نورگاهی متفاوت همراه با پیوند گاهی گوجه‌فرنگی با عادت و قدرت رشد مختلف خواهد بود. در هر دو رقم سیب‌زمینی، عملکرد ژوخه گیاهان شاهد (بدون پیوند) بیشتر از حالتی بود که گوجه‌فرنگی (رقم رشد محدود) روی آن‌ها پیوند شده بود. روشن است که تولید میوه گوجه‌فرنگی در قسمت هوایی به عنوان یک سینک قوی، بخش زیادی از ذخایر آسیمیلاتی و عنصرهای غذایی را به سمت خود خواهد کشید و در نتیجه باعث کاهش عملکرد و شمار ژوخه‌ها در پایه‌های سیب‌زمینی می‌شود. کاهش شمار ژوخه در گیاهان سیب‌زمینی با پیوند گوجه‌فرنگی را Zhang و Guo (۲۳) نیز گزارش نموده‌اند. هم‌چنین در ژوخه این گیاهان میزان ویتامین C و محتوی نشاسته به طور معنی داری کاهش یافته بود. تأثیر پیوند گوجه‌فرنگی بر وزن تر و خشک ژوخه سیب‌زمینی در آزمایش حاضر معنی دار نبود.

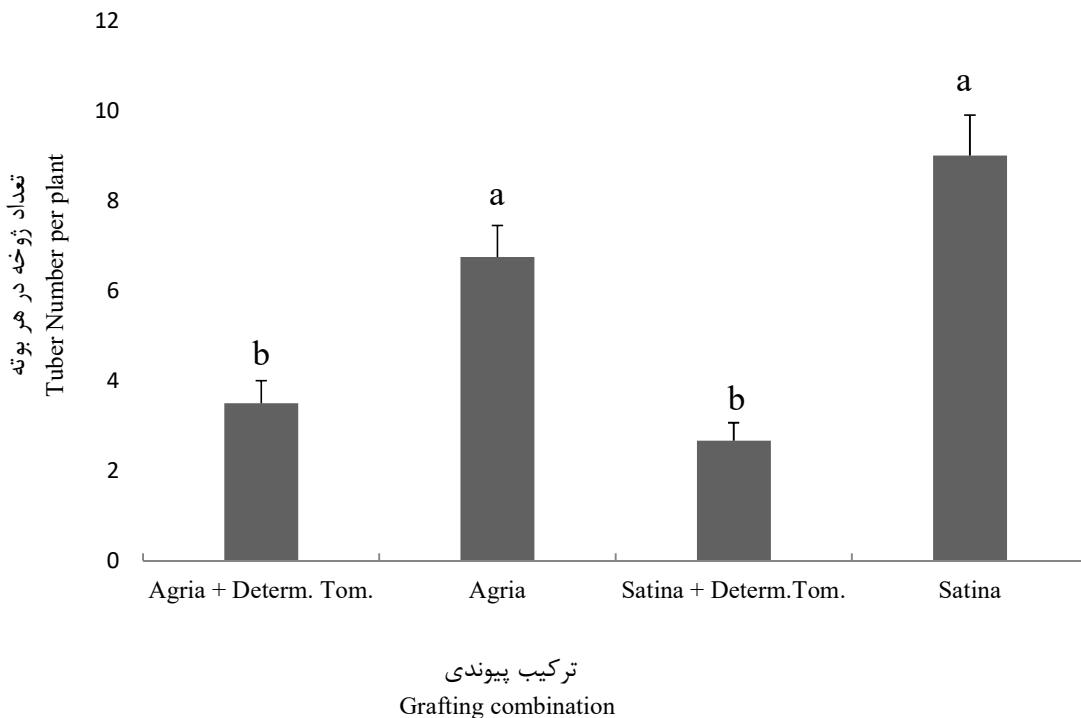


Fig. 7. Effect of tomato scions on the potato tubers number. Means with different letters show significant differences using Duncan test at $P \leq 0.05$.

شکل ۷- اثر پیوندک‌های گوجه‌فرنگی بر شمار ژوخه‌ها در پایه‌های سیب‌زمینی. حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

بررسی‌های پدیدگانی و ترانسکریپتومی توسط Zhang و همکاران (۲۲) در گیاهان گوجه‌فرنگی خود پیوندی و در دگرپیوندی سیب‌زمینی + گوجه‌فرنگی انجام شده و نشان داد که پایه‌های سیب‌زمینی روی برخی ویژگی‌های پدیدگانی گوجه‌فرنگی تأثیر می‌گذارد. همچنین دگرپیوندی باعث تغییرهایی در پایه سیب‌زمینی از جمله شمار و طول دستک، کاهش شمار ژوخه همراه با افزایش در محتوای جیبرلین در دستک و ژوخه در مقایسه با خودپیوندی‌های سیب‌زمینی شده بود که در تأیید نتیجه‌های مطالعه حاضر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

این آزمایش نشان داد که دگرپیوندی‌های گوجه‌فرنگی روی پایه سیب‌زمینی از رشد عادی برخوردار بوده و قادر به تولید میوه هستند. با این حال برخی از ویژگی‌های پیوندک‌های گوجه‌فرنگی مانند وزن تر و خشک بخش هوایی و عملکرد میوه از ترکیب پیوندی متأثر شد. ترکیب پیوند گوجه‌فرنگی رشد نامحدود روی پایه سیب‌زمینی رقم آگریا از بیشترین عملکرد برخوردار بود، در حالی که در مورد گوجه‌فرنگی رشد محدود بیشترین میوه مربوط به گیاهان غیرپیوندی بود و در این پیوندک (گوجه‌فرنگی رشد محدود) هر دو پایه سیب‌زمینی سبب کاهش عملکرد در مقایسه با شاهد (غیرپیوندی) شدند. نکته جالب توجه این است که در دگرپیوندی‌های گوجه‌فرنگی روی سیب‌زمینی تأثیر پیوندک بر ژوخه‌بندی پایه، بیشتر از اثر پایه سیب‌زمینی روی پیوندک گوجه‌فرنگی بود، به طوری که هر دو رقم سیب‌زمینی (آگریا و ساتینا) زمانی که با گوجه‌فرنگی رشد نامحدود پیوند شده بودند، ژوخه‌ای تولید نکردند. با توجه به نتیجه‌های حاصل می‌توان گفت که برای تولید تجاری و سودمند دو محصول (میوه گوجه‌فرنگی و ژوخه سیب‌زمینی) از یک گیاه پیوندی، نیاز به پژوهش‌های بیشتر برای یافتن پایه‌های سیب‌زمینی مناسب و پیوندک گوجه‌فرنگی متناسب با هر یک از آن‌ها می‌باشد.

منابع

References

۱. باقری صابر، ف. ۱۳۷۸. تاثیر پیوند بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه گوجه فرنگی رشد یافته در گلخانه. پایان نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز. ۹۹ ص.
۲. پناهنده، ج. و س. مسیحا. ۱۳۸۳. انتقال ژرم پلاسم سولانوم آکول به سیب زمینی زراعی با استفاده از دورگه بین گونه‌ای تریپلوبیتید. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۸(۲): ۴۳-۴۵.
۳. صالحی، ر.، ع. کاشی و ح. لسانی. ۱۳۸۳. اثرهای پایه‌های مختلف کدو بر رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای رقم سلطان. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۵۶-۵۹: (۱) ۵.
4. Balliu, A., G. Vuksani, T. Nasto, L. Haxhinasto and S. Kaciu. 2008. Grafting effects on tomato growth rate, yield and fruit quality under saline irrigation water. *Acta Hort.* 801:1161–1166.
5. Ewing, E. E. 1995. The Role of Hormones in Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tuberization. In Davies, P. J. (ed). Plant hormones and their role in plant growth and development. Springer, Dordrecht pp.689.
6. Flores, F.B., P. Sanchez-Bel, M.T. Estan, M.M. Martinez-Rodriguez, E. Moyano, B. Morales, J.F. Compos, J.O. Garcia-Abellán, M.I. Egea, N. Fernandez-Garcia, F. Romojaro and M. C. Bolarin. 2010. The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. *Sci. Hort.* 125: 211-217.
7. Kasai, A., S. Bai, H. Hojo and T. Herada. 2016. Epigenome editing of Potato by grafting using transgenic Tobacco as siRNA donor. *PLOS One.* 11(8):1-12.
8. Kubota, K., M.A. McClure, N. Kokalis-Burelle, M.G. Bausher and E.N. Rosskopf. 2008. Vegetable Grafting: History, Use, and Current Technology Status in North America. *HortScience*, 46(10):1664-1669.
9. Kudo, H. T. Harada. 2007. A Graft-transmissible RNA from tomato rootstock changes leaf morphology of potato scion. *HortScience*, 42: 225–226.
10. Lamm, R. 1945. Cytogenetic studies in Solanum, Sect. Tuberarium. *Hereditas.* 31(1-2):1-129.
11. Lee, J. M. and M. Oda. (2003). Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hort. Rev.* 28: 61-124.
12. Leogrande, R., O. Lopedota, F. Montemurro and C. Vitti. 2012. Effects of irrigation regime and salinity on soil characteristics and yield of tomato. *Ital. J. Agron.* 8: 50-57.
13. Martinez-Rodriguez, M.M., M.T. Estan, E. Moyano, J.O. Garcia-Abellán, F.B. Flores, J.F. Campos, M.J. Alazani, T.J. Flowers and M.C. Bolarin. 2008. The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an excluder genotype is used as scion. *J. Exp. Bot.* 6(3): 392-401.
14. Panahandeh, J. 2010. Dihaploid induction ability of three clones of *Solanum phureja* ($2n = 2x = 24$) in interploidy cross with *S. tuberosum* ($2n = 4x = 48$). *Acta Agronomica Hung.* 58:49-54.
15. Peres, L.E.P., R.F. Carvalho, A. Zsogon, O.D. Bermudez-Zambrano, W.G.R. Robles, and S. Tavares. 2008. Grafting of tomato mutants onto potato rootstocks: An approach to study leaf-derived signaling on tuberization. *Plant Sci. J.* 169: 680–688.
16. Plaut, Z. and A. Grava. 2000. Improvement of tomato fruit quality with brackish water under optimal irrigation management. *Acta Hort.* 537: 611-620.
17. Poganyi, A., Z. Pek, L. Helyes and S. Lugasi. 2005. Effect of grafting on the tomatoes yield, quality and main fruit components in spring forcing. *Acta Aliment.* 34: 453–462.
18. Rouphael, Y., D. Schwarz, A. Krumbein and G. Colla. (2010). Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Sci. Hort.* 127: 172-179.
19. Salehi-Mohammadi R., A. Khasi, S.G. Lee, Y.C. Huh, J.M. Lee and M. Delshad. 2009. Assessing survival and growth performance of Iranian melon to grafting onto Cucurbit rootstocks. *Korean J. Hort. Sci.* 1: 1–6.
20. Singh, H., P. Kumar, S. Chudhari and M. Edelstein. 2017. Tomato Grafting: A Global Perspective. *HortScience*, 52(10):1328–1336.
21. Yasinok, A. E., F.I. Sahin, F. Eyidogan M. Kuru and M. Haberal. 2009. Grafting tomato plant on tobacco plant and its effect on tomato plant yield and nicotine content. *J Sci. Food Agr.* 89:1122-1128.
22. Zhang, G., Z. Mao, O. Wang, H. Guo, J. Song, X. Nie, T. Wang and H. Zhang. 2018. Comprehensive transcriptome profiling and phenotyping of rootstock and scion in a tomato/potato hetero grafting system. *Physiol. Plant* 116:833-847.
23. Zhang, G. and H. Gou. 2018. Effects of tomato and potato heterografting on photosynthesis, quality and yield of grafted parents. *Hort. Environ. Biotech.* 60(1): 9-18

Growth, Yield and Quality of Tomato Fruit and Potato Tubers in Grafting Combination of Tomato on Potato

J. Panahandeh*, A. Ahmadnejad and A. Motallebi- Azar¹

In this experiment one determinate line and one indeterminate F₁ hybrid tomato (Moneymaker × San Marzano) were grafted on two potato cultivars (Agria and Satina) as root stock. Experiment was conducted as factorial based on CRD design with four replications. Some traits related to growth, physiology, yield and fruit quality of tomato including the foliage fresh and dry weight, plant height, chlorophyll index, fruit weight, total soluble solids and titratable acidity were assessed. The highest fruit yield (0.29 kg per plant) was obtained in graft combination of indeterminate tomato on Agria rootstocks this treatment also showed the best growth parameters and fruit quality. When indeterminate growth tomato was grafted on potato rootstocks, none of them (cv. Agria and Satina) produced tubers, while when these potatoes were grafted by determinate growth tomato both of them produced tubers as well as tomato fruits. Results indicated the existence of scion-rootstock interaction at least for potato tuberization and it seems producing two satisfactory crops from one grafted plant need more search for finding suitable tomato scion and potato rootstocks.

Keywords: Hetero grafting, Rootstock- Scion interaction, Tuberization.

1. Associate Professor, Former M.Sc. Student and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran, respectively.
*Corresponding Author, Email: (panahandeh@tabrizu.ac.ir).