Journal of Vegetables Sciences, Spring & Summer 2022, Vol 6, No 11(1), Pages 128-140

doi: 10.22034/iuvs.2022.556578.1216 Article Type: Research Online ISSN: 2676-4822

Effect of Different Cucurbit Rootstocks on some Morphological and Yield Indices of Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.)

Kianoush Hassanzadeh[1], Reza Salehi[2]* and Mohammad Hossein Mirjalili[3]

1- Ph.D. Candidate, Department of Horticultural Sciences, Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2- Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj P.O. Box 31587-77871, Iran

3- Associate Professor, Department of Agriculture, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran P.O. Box 1983969411, Iran

*__Corresponding author:__ salehir@ut.ac.ir

(**Received:** 26 June 2022 **Revise:** 12 July 2022 **Accepted:** 16 July 2022)

Extended Abstract

1. Introduction: *Momordica charantia* L., a member of the Cucurbitaceae family and commonly known as bitter gourd and bitter melon, thrives in humid and subtropical regions around the world. Bitter gourd is a common herb usually consumed as a vegetable for medicinal purposes in different parts of the world, including Central America, the Caribbean, South America, Asia, and Africa. It is a good source of carbohydrates, proteins, minerals such as iron and calcium, vitamins, especially vitamin C, and dietary fibers. Grafting is a connection of two plant tissues, which are forced to develop vascular connections and grow as a single plant. Grafting has become imperative for vegetable production. Grafting of herbaceous seedlings is a unique horticultural technology practiced for many years in East Asia to overcome issues associated with intensive cultivation using limited arable land for vegetable production. In the study effect of different cucurbit rootstocks on some morphological and yield indices of bitter gourd.

2. Materials and Methods: In order to evaluate the effect of commercial cucurbit rootstocks: Marvel, Tetsukabuto, Sentinel (Takii Seed Company, Japan), and scion: bitter gourd Preeti variety (Kian Darou Zagros company, Iran) on qualitative and quantitative bitter gourd an experiment was carried out in a completely randomized block design under hydroponic with three replicates in the Department of Horticultural Sciences, Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, in greenhouse conditions at 2019. In this experiment, in addition to pH of xylem sap, EC of xylem sap, water absorption (ml/day), and growth indices including day to first female flowering (Day), green and ripe fruit shape, green and ripe fruit weight (g), water content green and ripe fruit (ml), dry matter green and ripe fruit weight (%), number of fruits per plant, rootstock diameter (cm), graft site diameter (cm), and scion diameter (cm).

3. Results and Discussion: The results showed that rootstocks and grafting caused an increase in first female flowering, green and ripe fruit shape, green and ripe fruit weight, dry matter green and ripe fruit weight, number of fruits per plant, and pH, EC xylem sap, water absorption. The highest weight of green and ripe fruit weight, dry matter green and ripe fruit weight were observed in Marvel rootstock and the lowest was observed in Sentinel rootstock. The highest water absorption was observed in the Tetsukabuto rootstock and the lowest was observed in the Sentinel rootstock. Also, the highest green fruit diameter (6.87 cm), green fruit length (18.48 cm), and ripe fruit length (18.57 cm) were observed in the Tetsukabuto rootstock and the lowest was observed in Sentinel rootstock (green fruit diameter (3.19 cm), green fruit length (12.43 cm), and ripe fruit length (13.12 cm)). But the highest green and ripe fruit shape (4.09), graft site diameter (3.8 cm), day to first female flowering (33.53 days), and water content green fruit (91.89%) were observed in Sentinel rootstock.

4. Conclusion: According to the obtained results, Marvel and Tetsukabuto rootstocks were better compatible with bitter gourd and showed a significant difference with other treatments in terms of measured indices (green fruit diameter, green fruit length, ripe fruit length, green and ripe fruit weight, dry matter green and ripe fruit weight). Also, Sentinel rootstock showed a decrease in morphological and yield indicators in most cases (green fruit diameter, green fruit length, ripe fruit length, green and ripe fruit weight, dry matter green and ripe fruit weight). According to the results of Sentinel rootstock, it showed incompatibility with bitter gourd.

Keywords: Grafting, Marvel, Medicinal plant, Sentinel, Tetsukabuto.

Citation: Hassanzadeh, K., salehi mohammadi, R. & Mirjalili, M. H. (2022). Effect of different cucurbit rootstocks on some morphological and yield indices of Bitter gourd (Momordica charantia L.). Journal of Vegetables Sciences, 11(1), 128-140. doi: 10.22034/iuvs.2022.556578.1216

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/ by/4.0).

دوفصلنامه علمی علوم سبزی‌ها، سال ۶، دوره ۱۱، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۱، صفحات (۱۴۰-۱۲۸)

شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۲-۲۶۷۶ نوع مقاله: پژوهشی doi: 10.22034/iuvs.2022.556578.1216

ارزیابی تأثیر پایه‌های مختلف کدوئیان بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و عملکرد کدو تلخ (*Momordica charantia* L.)

کیانوش حسن‌زاده[۱]، رضا صالحی[۲*]، محمد حسین میرجلیلی[۳]

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- استادیار گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- دانشیار گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران ایران

*نویسنده مسئول: salehir@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۵)

چکیده

در این پژوهش تأثیر پایه‌های مختلف کدوئیان بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و عملکرد گیاه دارویی و غذایی کدو تلخ مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور با استفاده از پایه‌های تجاری (Marvel, Tetsukabuto, Sentinel) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه هیدروپونیک گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال ۱۳۹۸ به اجرا درآمد. pH و EC شیره خام و جذب آب به همراه شاخص‌های روز تا تشکیل اولین گل ماده، شکل میوه سبز و رسیده، وزن میوه سبز و رسیده، ماده خشک میوه سبز و رسیده، تعداد میوه در بوته، قطر محل پیوند و قطر پیوندک مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که استفاده از پیوند و پایه باعث افزایش روز تا تشکیل اولین گل ماده، شکل میوه سبز و رسیده، وزن میوه سبز و رسیده، وزن ماده خشک میوه سبز و رسیده، تعداد میوه در بوته و pH و EC شیره خام و جذب آب گردید. بیشترین وزن میوه سبز و رسیده، وزن ماده خشک میوه سبز و رسیده در پایه مارول و کمترین مقدار آن در پایه سنتینل مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان جذب آب در پایه تتسوکابوتو و کمترین آن در پایه سنتینل مشاهده گردید. با توجه به نتایج بدست آمده پایه‌های مارول و تتسوکابوتو سازگاری بهتری با کدو تلخ داشتند و از نظر شاخص‌های اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها را نشان دادند، همچنین پایه سنتینل در اکثر موارد کاهش در شاخص‌های مورفولوژیکی و عملکرد را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پیوند، تتسوکابوتو، سنتینل، گیاه دارویی، مارول.

استناد: حسن زاده, ک., صالحی محمدی, ر. و میرجلیلی, م. ح. (۱۴۰۱). ارزیابی تاثیر پایه‌های مختلف کدوئیان بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و عملکرد کدو تلخ (*Momordica charantia* L). *علوم سبزی‌ها*، ۱۱(۱)، ۱۴۰-۱۲۸.

حق چاپ:

حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به‌صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

مقدمه

گیاه دارویی-غذایی کدو تلخ (Bitter gourd) از خانواده کدوئیان (Cucurbitaceae)، گیاهی یکساله و تک پایه و میوه آن بسته به گونه به رنگ سبز تا سفید شبیه میوه خیار با تعدادی زگیل روی سطح آن می‌باشد. کدو تلخ گیاهی بومی مناطق گرمسیری جنوب و جنوب شرق آسیا، هند، چین، آفریقا و آمریکای لاتین می‌باشد. با وجود اینکه طعم آن تلخ بوده از کدوهای مغذی محسوب شده و از ریشه، ساقه، برگ، میوه و دانه آن استفاده غذایی و دارویی متعددی می‌گردد. مهمترین خواص دارویی گیاه عبارتند از مهار دیابت و کاهش دهنده قند خون (Hypoglycemic)، ضد چربی خون (Anti-lipidemic)، ضد التهاب (Anti-inflammatory) و ضد درد (Anti-pain)، ضد سرطان (Anti-cancer) و همچنین به عنوان غذا در کشورهای جنوب شرق آسیا، آفریقا و آمریکای جنوبی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sing *et al*., 2016, Liu *et al.*, 2021, Kim *et al.*, 2020, Mahwish *et al.*, 2021, Kung *et al.*, 2020, Sur *et al.*, 2020). کدو تلخ دارای بیش از ۳۰ ترکیب دارویی بوده و همچنین حاوی کربوهیدرات‌ها، انواع پروتئین‌ها، فیبرها، ویتامین‌ها (A, E, B1, B2, B3, B9, C) و مواد معدنی (پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، فسفر و آهن) می‌باشد (Sur *et al.*, 2020). با توجه به اینکه مطالعات مدونی در مورد کشت این گیاه در ایران صورت نگرفته و همچنین این گیاه به بیماری‌های خاکزاد حساس می‌باشد (Sing *et al.*, 2016)، یکی از راه‌های کشت و گسترش آن استفاده از تکنیک پیوند جهت ارزیابی عملکرد و سایر شاخص‌های رشدی آن می‌باشد. اخیراً در بازارهای جهانی تقاضا برای محصولات فراسودمند (Functional foods)، هماهنگ با نیاز بشر جهت تغذیه افزایش یافته و بنابراین با این گرایش، تولید گیاهان غیرآلوده به علف‌کش‌های سنتزی یا تغییر ژنتیکی اندام‌های آن‌ها افزایش یافته است (Hassanzadeh, 2016).

پیوند (Grafting) در گیاهان هنر اتصال دادن دو قسمت گیاه که قسمتی به عنوان پایه (Rootstock) و قسمتی به عنوان پیوندک (Scion) است، بطوریکه به وسیله بازسازی بافت بین دو قسمت یک ترکیب حاصل شود. قطعات از نظر فیزیکی به هم پیوند شده و به صورت یک گیاه واحد رشد می‌کنند. از تکنیک پیوند در پنجاه سال گذشته جهت تولید صنعتی سبزیجات پیوندی در اغلب کشورهای آسیایی و اروپایی پیشرو از جمله کره، ژاپن، هلند، اسپانیا و ایتالیا مورد استفاده قرار می‌گیرد (Colla *et al.*, 2017). از مزایای استفاده از گیاهان پیوندی می‌توان به افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول تولیدی، تحمل بالاتر به تنش‌های غیرزنده نظیر شوری و خشکی و همچنین تنش‌های زنده مانند آفات و بیماری‌ها را اشاره کرد، اما بنا به دلایلی از جمله عدم دانش فنی کافی و لزوم تخصص بالا در انجام عمل پیوند و خصوصاً مدیریت مراحل بعد از عملیات پیوند، تاکنون در کشور ما این تکنیک به صورت تجاری در نیامده است. در تکنیک پیوند از پایه‌های گزینش شده‌ی مقاوم به یک یا چند تنش زنده و یا غیر زنده استفاده شده و پیوندک از یک رقم تجاری انتخاب می‌گردد. این فرآیند به ما این امکان را می‌دهد که از صفات مطلوب پایه مانند مقاومت به تنش‌ها و همچنین قدرت رشد بالا جهت بهبود عملکرد رقم تجاری پیوند شده استفاده کرد (Kashi *et al.*, 2008).

تحقیقات نشان داده است که پایه‌های قوی بین گونه‌ای و پایه *Lagenaria siceraria* باعث بهبود عملکرد در هندوانه‌های با ژنوتیپ میوه‌های درشت با القای افزایش وزن میوه گردید و در هندوانه‌های با ژنوتیپ میوه‌های کوچک باعث افزایش تعداد میوه‌ها و در کل باعث افزایش عملکرد محصول گردید (Colla *et al.*, 2006; Alexopoulos *et al.*, 2007; Cushman & Huan, 2008; Proietti *et al.*, 2008; Soteriou *et al.*, 2014). همچنین کاهش وزن میوه در مقابل گیاهان غیرپیوندی در پیوندک‌های ناسازگار با پایه مورد استفاده در هندوانه مشاهده گردید، ولی در پایه‌های سازگار افزایش وزن تقریباً ۵۵ درصدی در آن‌ها مشاهده شد (Yetisir & Sari, 2003; Yetisir *et al.*, 2003; Huitron *et al.*, 2007;

Cushman & Huan, 2008; Soteriou *et al.*, 2014).

مطالعات نشان داده است که ملون هانی‌دو (Honeydew) پیوند شده بر روی پایه‌های *C. melo* cvs. Belimo, Energia, Griffin, Sting & ES liscio) و پایه‌های هیبرید کدو (*L.* cvs. AS10, P360, ES99-13, and Elsi) باعث کاهش وزن میوه‌ها گردید و در صورتی که ملون‌های پیوند شده بر روی پایه‌های ('Polifemo' & 'RS841') باعث افزایش وزن میوه‌ها گردید (Crino *et al.*, 2007; Verzera *et al.*, 2014).

چندین پایه شامل (*C. maxima*×*C. moschata*, *C. ficifolia, C. moschata C. argyrosperma, L. siceraria, B. hispida, Luffa cylindrica (L.), M. Roem., Momordica charantia L., S. angulatus, Citrullus spp.*) جهت پیوند با خیار مورد استفاده قرار گرفته که برخی از آن‌ها باعث تقویت رشد پیوندک شده و مقاومت به شرایط نامطلوب خاک را افزایش داده و برخی دیگر از پایه‌ها به علت تحمل پایین به شرایط نامطلوب باعث کاهش کیفیت میوه تولیدی شده است. همچنین مشخص شده است که هیبریدهای بین گونه‌ی کوکوربیتاسه می‌تواند عملکرد خیار را به طور قابل توجهی افزایش دهد (Rouphael *et al.*, 2010, 2012).

تأثیر پیوند بر روی وزن و اندازه میوه گوجه‌فرنگی بستگی به نوع پایه مورد استفاده دارد (Khah *et al.*, 2006; Leonardi and Giuffrida, 2006; Schwarz, *et al.*, 2013). وقتی که از یک پایه قوی مثل 'Maxifort' استفاده گردید اندازه و وزن میوه افزایش یافت (Schwarz, *et al.*, 2013).

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سه پایه‌ی تجاری خانواده کدوئیان روی شاخص‌های رویشی و عملکرد کدو تلخ کشت شده در گلخانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از دو رقم کدوی هیبرید به نام‌های مارول (Marvel) و تتسوکابوتو (Tetsukabuto) و یک رقم ملون هیبرید به نام سنتینل (Sentinel) تهیه شده از شرکت بذر تاکی ژاپن (Takii Seed) به عنوان پایه و همچنین یک رقم کدو تلخ رقم پرتی (Preeti) تهیه شده از شرکت کیان دارو زاگرس به عنوان خودپیوندی، شاهد و همچنین پیوندک مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۱). این آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۱۳۹۸ در گلخانه‌های گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به صورت هیدروپونیک اجرا شد.

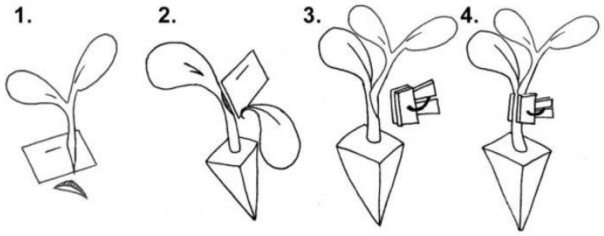
جدول ۱- مشخصات پایه و پیوندک مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Characteristics of rootstock and scion used in experiment

نوع پایه و پیوندک Rootstock & Scion variety	توسعه دهنده Developer	طبقه بندی محصول Crop Category	محصول پیوندک Crop scion	خصوصیات پایه Rootstock characters
کدو تلخ (پرتی) Bitter gourd (Preeti)	Not available	Squash	Squash, Cucumber, Watermelon	Growth under low temperature (Sensitive), Root knot nematode (Sensitive), Fusarium wilt (Sensitive), Powdery Mildew (Resistance)
سنتینل Sentinel	Takii Seed, Japan	Melon	Melon	Vigorous growth (Medium-Strong), Fusarium Wilt Race 1 (High resistance), Fusarium Wilt Race 2 (High resistance), Melon Necrotic Spot (Resistance)
مارول Marvel	Takii Seed, Japan	Squash	Squash, Cucumber, Watermelon	Growth under low temperature (Good), Vigorous growth (Medium-Strong), Powdery Mildew (High resistance), Fusarium Wilt Race 1 (High resistance)
تتسوکابوتو Tetsukabuto	Takii Seed, Japan	Squash	Squash, Cucumber, Watermelon	Growth under low temperature (Good), Vigorous growth (Strong), Fusarium Wilt Race 1 (High resistance), Fusarium Wilt Race 2 (High resistance), Verticilium Wilt (Resistance)

کاشت بذرهای پایه و پیوندک، پیوند و انتقال نشاءها به گلخانه

بذرهای کدو تلخ که به عنوان پیوندک مورد استفاده قرار گرفتند در تاریخ اول شهریورماه ۱۳۹۸ در سینی‌های نشای ۵۰ حفره‌ای کشت گردیدند. همچنین در تاریخ ۵ شهریورماه اقدام به کشت پایه‌های مارول، تتسوکابوتو و سنتینل در سینی‌های نشاء ۵۰ حفره‌ای گردید (به علت سرعت جوانه‌زنی بیشتر نسبت به بذر کدو تلخ). پس از کاشت بذور در سینی‌های نشاء اقدام به آبیاری نموده و آن‌ها را در گلخانه با دمای ۲۸-۲۵ درجه سانتی‌گراد در روز و ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد در شب و نور ۱۰ هزار لوکس تا مرحله به وجود آمدن برگ‌های حقیقی نگهداری شدند. گیاهچه‌های پایه و پیوندک در تاریخ ۱۵ شهریورماه ۱۳۹۸ با روش نیمانیم تک لپه (Splice grafting) که بصورت تجاری در گیاهان خانواده کدوئیان مورد استفاده قرار می‌گیرد پیوند شدند (شکل ۱). گیاهچه‌های پیوندی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، تاریکی و رطوبت ۹۵ درصد به مدت پنج روز نگهداری شدند و به مدت دو روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰ درصد و زیر نور مصنوعی قرار گرفتند، سپس گیاهچه‌های پیوندی به گلخانه در شرایط سایه در روز اول و به مدت یک هفته جهت سازگاری با محیط در گلخانه نگهداری شدند و سرانجام به گلخانه اصلی به بسترها منتقل شدند (شکل ۲). کشت در گلخانه به صورت هیدروپونیک و بسترهای کاشت گلخانه به طول یک متر و عرض ۳۰ سانتی‌متر و محتوای ۵۰ درصد نی‌پیت و ۵۰ درصد پرلایت بود (جدول ۲ و ۳)، در هر بستر کاشت دو گیاه پیوندی قرار داده شد. جهت آبیاری و تغذیه گیاهان از مخازن مخصوص و مجهز به سیستم زمان‌بندی دیجیتال استفاده گردید که تمامی گیاهان توسط یک فرمول غذایی مورد تغذیه قرار گرفتند (جدول ۴)، به صورتی که در طول روز با فواصل زمانی هر دو ساعت یکبار و در ساعت‌های ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶ و ۱۸ به مقدار ۹۰۰ میلی‌لیتر برای هر بوته مورد تغذیه و آبیاری قرار گرفتند. دمای گلخانه بر روی ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم و در طی فرآیند آزمایش اقدام به جمع‌آوری داده‌ها گردید. زمان برداشت میوه سبز ۱۴ روز پس از گرده‌افشانی (به صورت دستی گرده‌افشانی انجام شد) و زمان برداشت میوه رسیده، زمانی که شکاف ابتدایی در نوک میوه تشکیل شد (شاخصی است که نشان دهنده رسیدن نهایی میوه و بذر درون آن می‌باشد).

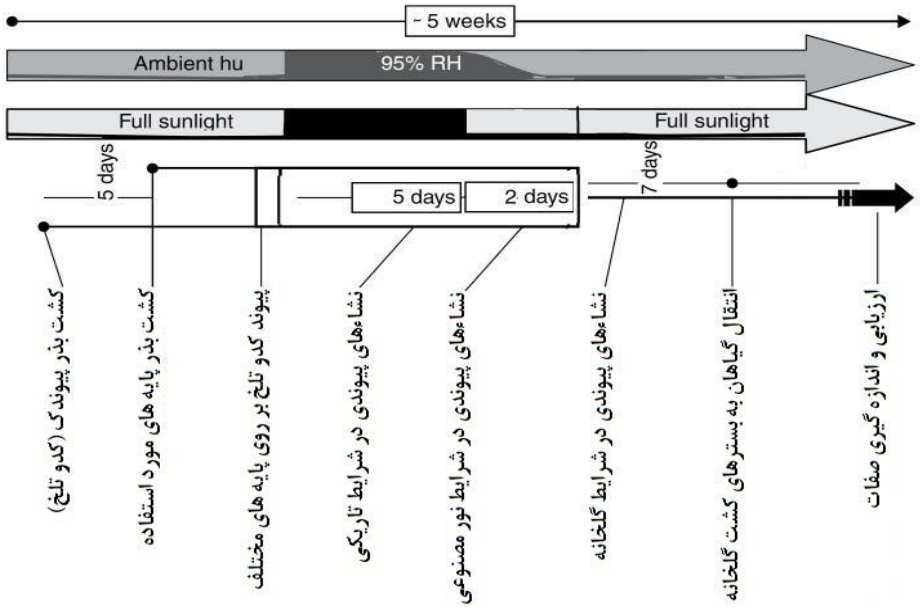


شکل ۱- نمایش چگونگی اجرای پیوند نیمانیم تک لپه (Lee & Oda, 2003)

(۱- قطع یک سانتی‌متر پایین تر از برگ‌های لپه‌ای گیاهچه پیوندک به صورت مورب، ۲- حذف مریستم انتهایی پایه به همراه یک برگ لپه‌ای به صورت مورب ۳- روی هم قرار دادن دو سطح برش خورده ۴- قرار دادن گیره پیوند)

Figure 1- Stage of implementation the splice graft (Lee & Oda, 2003)

(1- Cutting one centimeter below the cotyledon leaves of scion seedling diagonally; 2- Removal of apical meristem rootstock with a cotyledon leaves obliquely; 3- Overlapping of two cut surfaces; 4- Placing the clamp)



شکل ۲- فرآیند تولید نشاء پیوندی و انتقال به گلخانه

Figure 2- Production process of transplanted seedlings and transferring them to the greenhouse

جدول ۲- برخی از فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی بستر کشت و آب گلخانه محل آزمایش

Table1 2- Some physical and chemical parameters of the culture medium and greenhouse water of experiment location

خصوصیات بستر کشت Grow bag properties	نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)	پنتا اکسید دی فسفر (درصد) P_2O_5 (%)	اکسید پتاسیم (درصد) K_2O (%)	منیزیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Mg (mg/kg)	کلسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Ca (mg/kg)	(میلی‌گرم روی بر کیلوگرم) Zn (mg/kg)	بر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) B (mg/kg)
	0.903	165.90	2428	475.5	1517	0.74	3.02
خصوصیات آب گلخانه Greenhouse water properties	مجموع جامدات محلول (میلی‌گرم بر لیتر) TDS (mg/l)	غلظت یون کربنات (میلی اکی‌والان بر لیتر) CO_3^2 (me/l)	غلظت یون بی‌کربنات (میلی اکی‌والان بر لیتر) HCO_3^- (me/l)	غلظت یون کلراید (میلی اکی‌والان بر لیتر) Cl^- (me/l)	غلظت یون سولفات (میلی اکی‌والان بر لیتر) SO_4^{2-} (me/l)	غلظت یون کلسیم (میلی اکی‌والان بر لیتر) Ca^{2+} (me/l)	غلظت یون منیزیم (میلی اکی‌والان بر لیتر) Mg^{2+} (me/l)
	633.6	0.0	2.98	2.75	3.52	6.10	2.30

جدول ۳- برخی از فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی بستر کشت و آب گلخانه محل آزمایش

Table1 3- Some physical and chemical parameters of the culture medium and greenhouse water of experiment location

خصوصیات بستر کشت Grow bag properties	کلر (درصد) Cl (%)	سدیم (درصد) Na (%)	ماده آلی (درصد) OM (%)	کربن آلی (درصد) OC (%)	قدرت جذب آب WHC	اسیدیته pH	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds/m)
	0.129	0.039	54.87	24.90	7.25	7.76	1.67
خصوصیات آب گلخانه Greenhouse water properties	غلظت سدیم (میلی اکی‌والان بر لیتر) Na^+ (me/l)	غلظت پتاسیم (میلی اکی‌والان بر لیتر) K^+ (me/l)	نسبت جذب سدیم SAR (mmol/L) $^{0.5}$	سوپر فسفات ساده SSP (%)	سختی کل (میلی‌گرم بر لیتر) TH (mg/l)	اسیدیته pH	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds/m)
	0.87	0.04	0.42	9.46	415.28	7.53	0.99

جدول ۴– غلظت عناصر پر مصرف و کم مصرف

Table 4– Concentration of macro and micro elements

عناصر غذایی Nutrients	مولیبدون Mo	روی Zn	مس Cu	بر B	منگنز Mn	آهن Fe	گوگرد S	کلسیم Ca	منیزیم Mg	پتاسیم K	فسفر P	آمونیوم $N\text{-}NH_4$	نیترات $N\text{-}No_3$
$mg\ l^{-1}$	0.01	0.05	0.02	0.5	0.5	5	60	70	50	230	50	10	190

صفات مورد ارزیابی

صفت روز تا اولین گلدهی، بعد از استقرار گیاهان در بستر کاشت در گلخانه با شمارش روزهایی که اولین گل‌های ماده در گیاه رویت شدند، اقدام به یادداشت برداری گردید. کدو تلخ جهت تولید میوه نیاز به گرده افشانی داشته و در طبیعت توسط حشرات گرده افشانی را انجام می‌دهد، که بدین منظور در گلخانه به صورت دستی اقدام به گرده افشانی گل‌ها گردید (این روش جهت افزایش کارایی گرده افشانی در کشورهای تولید کننده نیز بکار می‌رود) و تاریخ گرده افشانی به وسیله برچسبی در کنار گل بارور شده یادداشت شد و ۱۴ روز بعد اقدام به برداشت میوه‌های سبز کرده و پس از برش عرضی و طولی میوه، قطر، طول و قطر گوشت میوه سبز توسط یک کولیس دیجیتالی مدل ۱۲۰-۵۵۰ ساخت تایوان اندازه‌گیری و مقادیر بر اساس واحد سانتی‌متر ثبت شد. برای به دست آوردن شکل میوه سبز با استفاده از نسبت طول به قطر میوه سبز، شکل میوه محاسبه شد. جهت اندازه‌گیری قطر، طول و شکل میوه رسیده همانند روش اندازه‌گیری و ابزار مورد استفاده در اندازه‌گیری میوه سبز انجام گردید. زمان ارزیابی میوه‌های رسیده، به وجود آمدن شکاف ابتدایی در نوک میوه رسیده بود. وزن تر و خشک، درصد ماده خشک و محتوای آب میوه سبز و رسیده بدین صورت انجام گردید که میوه‌های سبز و رسیده ابتدا توسط ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱) وزن گردیدند و وزن تر بر اساس واحد گرم ثبت گردید و سپس جهت تعیین وزن خشک، درصد ماده خشک و محتوای آب میوه سبز و رسیده نمونه‌ها در آون ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفتند و پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها، وزن خشک توسط ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری و بر اساس گرم و درصد ماده خشک و محتوای آب محاسبه گردید. میوه‌های برداشت شده به دو گروه بازارپسند و غیر بازارپسند تقسیم شدند، بدین صورت که تعداد میوه‌های سبز در بوته که بالای ۱۰۰ گرم بودند و قابلیت بازار پسندی را داشتند در هر بوته شمارش شدند. جهت اندازه‌گیری مقدار جذب آب توسط پایه‌ها در اواسط فصل رشد (۹۰روز پس از انتقال نشاء) اقدام به قطع گیاهان در فاصله ۱۵ سانتی‌متری قسمت بالایی طوقه کرده و با استفاده از ظرفی که بر روی ساقه قطع شده قرار داده شد و به وسیله چسب محل اتصال ساقه و درب ظرف درزبندی شده و به مدت ۲۴ ساعت اقدام به جمع‌آوری شیره خام از گیاهان به طور جداگانه شد و سپس مقدار جمع‌آوری شده بر اساس میلی‌لیتر ثبت گردید. جهت اندازه‌گیری هدایت الکتریکی شیره خام از دستگاه EC متر مدل ۶۰۶۱ شرکت EZDO ساخت تایوان و جهت اندازه‌گیری اسیدیته از دستگاه pH متر مدل ۶۰۱ شرکت EZDO ساخت تایوان استفاده گردید. از کولیس دیجیتال جهت اندازه‌گیری قطر پایه، محل پیوند و پیوندک استفاده گردید و مقادیر بر اساس واحد سانتی‌متر ثبت شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

بر پایه نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) پایه‌های تتسوکابوتو و مارول بیشترین و پایه سنتینل کمترین قطر میوه سبز را داشت، همچنین پایه‌های تتسوکابوتو

و سنتینل به ترتیب بیشترین و کمترین طول میوه را به خود اختصاص دادند. از نظر شکل میوه سبز پایه مارول دارای کمترین مقدار و پایه سنتینل بیشترین مقدار را دارا بودند (شکل ۳). گزارش شده استفاده از تکنیک پیوند در گوجه فرنگی اغلب منجر به افزایش قابل توجه قطر و اندازه میوه و در نتیجه وزن آن نسبت به گوجه‌فرنگی‌های غیر پیوندی و یا خودپیوندی شده است (Passam *et al.*, 2005; Riga, 2015). تاثیر پیوند بر روی وزن و شکل میوه بستگی به نوع پایه مورد استفاده دارد (Khah *et al.*, 2006; Leonardi & Giuffrida, 2006; Schwarz, *et al.*, 2013). در برخی موارد نیز پیوند بر روی پایه‌های ضعیف مانند ‘Linea9243,’ ‘Energy,’ ‘Firefly,’ ‘Brigeor’ ‘Nico’ باعث کاهش اندازه میوه و در نتیجه کاهش وزن میوه می‌شود. همچنین افزایش شاخص شکل میوه به عنوان نسبت قطر به طول میوه در گوجه‌فرنگی‌های پیوندی مشاهده گردیده است (Turhan *et al.*, 2011). از نظر تعداد میوه در بوته گیاهان پیوند شده بر روی پایه کدو مارول بیشترین و گیاهان پیوند شده بر روی پایه ملون سنتینل کمترین تعداد میوه در بوته را دارا بودند (شکل ۴). در این تحقیق نشان داده شد که پایه‌های کدو مورد استفاده باعث افزایش تعداد میوه در بوته و در نتیجه افزایش عملکرد در بوته شده که نتایج همسان برای افزایش عملکرد در هندوانه، خیار، خربزه و گوجه‌فرنگی گزارش شده است (Lee & oda, 2003) که نشان دهنده برهمکنش عوامل تأثیرگذار مانند افزایش جذب آب و عناصر غذایی به علت قوی بودن ساختار ریشه (Lee, 1994)، بر همکنش بین پیوندک و پایه مناسب (Yamasaki *et al.*, 1990) و بالا رفتن تولید هورمون‌های درون‌زا موثر در افزایش تولید دانست (Zijlstra *et al.*, 1999).

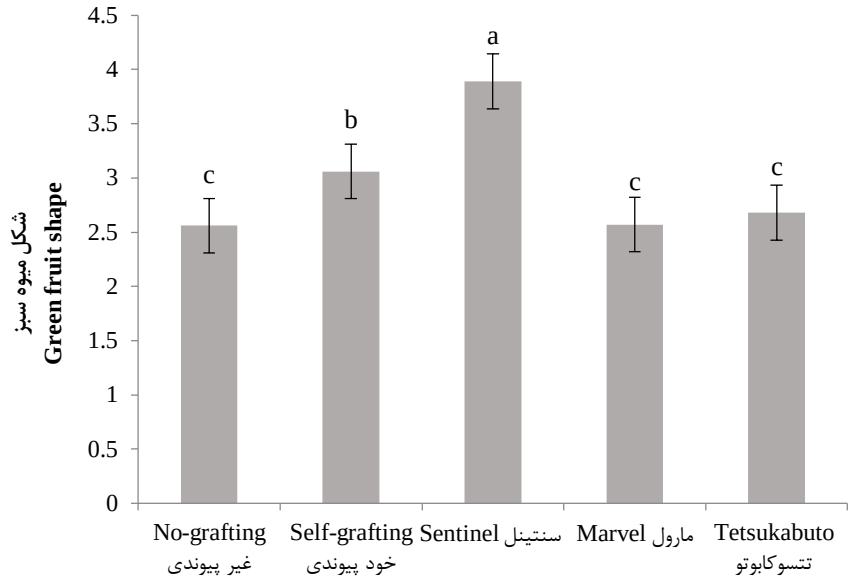
جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر پایه‌های مختلف کدوئیان بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و عملکرد کدو تلخ

Table 5- Comparison of the mean effect of different cucurbit rootstocks on some morphological and yield indices of bitter gourd

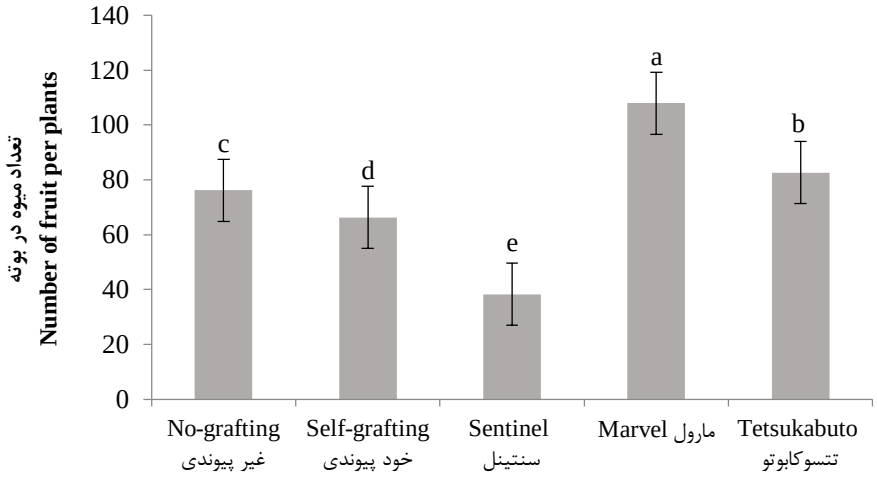
ترکیب پیوندی (Rootstocks)	قطر میوه سبز (سانتی‌متر) Green fruit diameter (cm)	طول میوه سبز (سانتی‌متر) Green fruit length (cm)	قطر گوشت میوه سبز (سانتی‌متر) Green fruit flesh diameter (cm)	وزن تر میوه سبز (گرم) Green fruit weight (g)	وزن خشک میوه سبز (گرم) Dry green fruit weight (g)	درصد ماده خشک میوه سبز Dry matter green fruit weight (%)
غیر پیوندی (No-grafting)	5.07^{b}	13.01^{d}	1.006^{c}	158.86^{c}	13.12^{c}	8.26^{a}
خود پیوندی (Self-grafting)	5.14^{b}	15.78^{c}	1.04^{c}	160.86^{c}	13.18^{c}	8.19a^{b}
سنتینل (Sentinel)	3.19^{c}	12.43^{e}	0.8^{d}	102.46^{d}	8.28^{d}	8.07^{b}
مارول (Marvel)	6.93^{a}	17.85^{b}	1.20^{b}	240.26^{a}	19.8^{a}	8.23^{a}
تتسوکابوتو (Tetsukabuto)	6.87^{a}	18.48^{a}	1.29^{a}	205.53^{b}	16.82^{b}	8.18a^{b}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, means followed by the same letters are not significantly different according LSD test (P<5%)



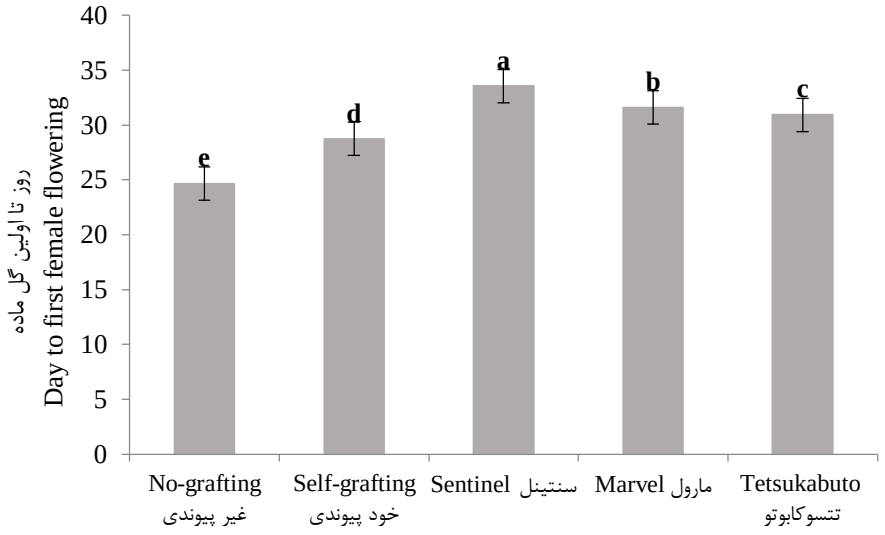
شکل ۳- تأثیر پیوند بر شکل میوه سبز
Figure 3- Effect of grafting on green fruit shape



شکل۴- تأثیر پیوند بر تعداد میوه در بوته
Figure 4- Effect of grafting on number of fruit per plants

بر اساس نتایج مقایسه میانگین بدست آمده (جدول ۸)، بیشترین قطر محل پیوند در پیوندهایی که بر روی پایه سنتینل پیوند شده بودند مشاهده گردید که می‌تواند به علت ناسازگاری بین پایه و پیوندک مورد استفاده در این مورد باشد. از نظر روز تا اولین گلدهی اختلاف معنی‌داری بین پایه‌های مختلف با شاهد مشاهده گردید (شکل ۵)، بیشترین تعداد روز تا تشکیل اولین گل ماده در پیوندک‌های پیوند شده بر روی پایه سنتینل مشاهده شد و گیاهان شاهد نسبت به دیگر تیمارها کمترین تعداد روز تا تشکیل اولین گل ماده را به خود اختصاص داد. علت تاخیر در پیوندک‌های پیوند شده بر روی پایه‌های پیوندی می‌تواند ایجاد زخم در محل پیوند بوده که گیاه در مقایسه با گیاهان شاهد انرژی و وقت بیشتری جهت ترمیم زخم محل پیوند انجام داده و پایه سنتینل به علت ایجاد علائم ناسازگاری در محل پیوند دارای بیشترین مقدار تعداد روز تا تشکیل اولین گل ماده در بین تیمارها بود. از نظر وزن تر و خشک میوه سبز گیاهان پیوند شده بر روی پایه مارول و پایه سنتینل به

ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را دارا بودند، که علت آن می‌تواند قدرت پایه کدوی مارول نسبت به پایه ملون سنتینل باشد که با داشتن سیستم ریشه‌ای و همچنین سازگاری بین پایه و پیوندک منجر به تأمین بهتر آب و مواد غذایی برای گیاهان پیوندی شده و در نتیجه باعث افزایش وزن تر و خشک میوه سبز شد. از نظر قطر گوشت میوه رسیده، وزن تر و خشک میوه رسیده گیاهان پیوند شده بر روی پایه مارول بیشترین مقدار و کمترین مقدار مربوط به گیاهان پیوند شده بر روی پایه سنتینل مشاهده گردید (جدول ۷). گزارش‌ها نشان می‌دهد چندین پایه شامل (*C. maxima* × *C. moschata, C. ficifolia, C. moschata C. argyrosperma, L. siceraria, B. hispida, Luffa cylindrica (L.), M. Roem., Momordica charantia L., S. angulatus, Citrullus spp.*) جهت پیوند با خیار مورد استفاده قرار گرفتند که برخی از آن‌ها باعث تقویت رشد پیوندک شده و مقاومت به شرایط نامطلوب خاک را افزایش داده و برخی دیگر از پایه‌ها به علت تحمل پایین به شرایط نامطلوب باعث کاهش کیفیت میوه تولیدی شده است، همچنین مشخص شده است که هیبریدهای بین گونه‌ی کوکوربیتاسه می‌تواند عملکرد خیار را به طور قابل توجهی افزایش دهد (Rouphael *et al.*, 2010, 2012). بر اساس گزارش محققین استفاده از پایه‌های تجاری *C. maxima*×*C. moschata* و *L. siceraria* اغلب موجب ضخیم شدن پوست هندوانه‌های پیوند شده بر روی آن‌ها گردید (Yetisir & Sari, 2003; Alexopoulos *et al.*, 2007; Proietti *et al.*, 2008; Kyriacou & Soteriou, 2015). ضخیم شدن پوست میوه می‌تواند عملکرد پس از برداشت آن را بهبود بخشیده و همچنین با تولید ترکیبات زیستی فعال مانند سیترولین (Citrulline) باعث بهبود مصرف تازه‌خوری آن گردد (Tarazona-Diaz *et al.*, 2011).



شکل ۵- تأثیر پیوند بر روز تا اولین گل ماده

Figure 5- Effect of grafting on day to first female flowering

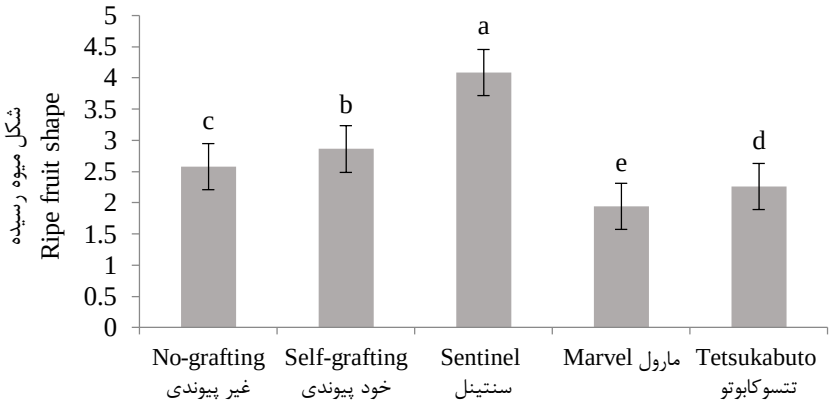
جدول ۷– مقایسه میانگین تأثیر پایه‌های مختلف کدوئیان بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و عملکرد کدو تلخ

Table 7- Mean comparison of different cucurbit rootstocks on some morphological and yield indices of bitter gourd

ترکیب پیوندی (Rootstocks)	محتوای آب میوه سبز (درصد) Water content green fruit (%)	قطر میوه رسیده (سانتی‌متر) Ripe fruit diameter (cm)	طول میوه رسیده (سانتی‌متر) Ripe fruit length (cm)	قطر گوشت میوه رسیده (سانتی‌متر) Ripe fruit flesh diameter (cm)	زن تر میوه رسیده (گرم) Ripe fruit weight (g)	وزن خشک میوه رسیده (گرم) Dry ripe fruit weight (g)
غیر پیوندی (No-grafting)	91.74^{b}	5.68^{c}	14.67^{d}	0.84^{ab}	175.06^{c}	14.34^{c}
خود پیوندی (Self-grafting)	91.81^{ab}	5.62^{c}	16.08^{c}	0.83^{bc}	167.73^{d}	13.45^{d}
سنتینل (Sentinel)	91.89^{a}	3.2^{d}	13.12^{e}	0.78^{d}	127.03^{e}	10.07^{e}
مارول (Marvel)	91.76^{ab}	9.23^{a}	18.03^{b}	0.85^{a}	265.86^{a}	21.9^{a}
تتسوکابوتو (Tetsukabuto)	91.82^{ab}	8.18^{b}	18.57^{a}	0.81^{c}	237.93^{b}	19.23^{b}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.
In each column, means followed by the same letters are not significantly different according LSD test (P<5%)

از نظر محتوای آب میوه سبز بیشترین در پایه سنتینل مشاهده گردید و اختلاف معنی‌داری بین پایه‌های تتسوکابوتو، مارول و خودپیوندی مشاهده نگردید. بر پایه نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷) بیشترین قطر میوه رسیده در گیاهان پیوند شده بر روی پایه‌های مارول و کمترین مقدار در پایه سنتینل و همچنین بیشترین طول میوه رسیده در پایه تتسوکابوتو و کمترین به پایه سنتینل اختصاص داشت. از نظر شکل میوه رسیده گیاهان پیوند شده بر روی پایه‌های سنتینل بیشترین مقدار را دارا بود که نشان دهنده کشیده بودن میوه نسبت به میوه رسیده پیوند شده بر روی پایه مارول که میوه کروی شکل بود (شکل ۷).



شکل ۷- تأثیر پیوند بر شکل میوه رسیده

Figure 7- Effect of grafting on ripe fruit shape

همچنین از نظر محتوای آب در میوه رسیده پایه سنتینل بیشترین مقدار و گیاهان شاهد و پایه مارول کمترین مقدار را نسبت به دیگر پایه‌ها را به خود اختصاص دادند. پایه مارول مورد استفاده دارای بیشترین مقدار هدایت الکتریکی شیره خام نسبت به شاهد که کمترین مقدار را دارا بود و از نظر pH شیره

خام اختلاف معنی‌داری بین تیمارها بجز پایه سنتینل که کمترین مقدار را دارا بود مشاهده نگردید (جدول ۸). از نظر جذب آب توسط پایه‌ها، پایه کدو تتسوکابوتو بیشترین جذب آب و پایه ملون سنتینل کمترین مقدار را دارا بودند. تحقیقی نشان داده که فعالیت ریشه گیاهان پیوند شده هندوانه روی پایه کدو مسمایی بیشتر از گیاهان غیرپیوندی بود که به علت گستردگی ساختار ریشه پایه‌های کدو بود (Lee, 1994). تارهای کشنده زیاد در این نوع پایه‌های کدو باعث افزایش سطح جذب آب و مواد غذایی شده و این گونه ریشه‌ها فعالیت بالاتری را نشان می‌دهند (Salehi *et al.*, 2009) در نتیجه فعالیت بالای این ریشه‌ها فشار اسمزی بیشتری ایجاد کرده و باعث جذب آب و مواد غذایی بیشتر و بالا رفتن غلظت عناصر غذایی و افزایش هدایت الکتریکی شیره خام (EC) نسبت به سایر تیمارها گردید.

جدول ۸– مقایسه میانگین تأثیر پایه‌های مختلف کدوئیان بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی و عملکرد کدو تلخ

Table 8- Mean comparison of different cucurbit rootstocks on some morphological and yield indices of bitter gourd

ترکیب پیوندی (Rootstocks)	درصد ماده خشک میوه رسیده Dry matter ripe fruit weight (%)	محتوای آب میوه رسیده (درصد) Water content ripe fruit (%)	هدایت الکتریکی شیره خام Xylem sap EC	اسیدیته شیره خام Xylem sap pH	مقدار جذب آب (میلی‌لیتر) Water absorption (ml)	قطر پایه (سانتی‌متر) Rootstock diameter (cm)	قطر محل پیوند (سانتی‌متر) Graft site diameter (cm)	قطر پیوندک (سانتی‌متر) Scion diameter (cm)
غیر پیوندی (No-grafting)	8.19^{a}	91.81^{c}	2.32^{d}	6.63^{a}	551.86^{c}	1.13^{d}	1.12^{e}	1.12^{c}
خود پیوندی (Self-grafting)	8.01^{b}	91.98^{b}	2.32^{cd}	6.57^{a}	506.46^{d}	1.14^{d}	1.57^{d}	1.4^{b}
سنتینل (Sentinel)	7.93^{c}	92.07^{a}	2.44^{b}	6.36^{b}	485.06^{e}	1.32^{c}	3.8^{a}	1.58^{a}
مارول (Marvel)	8.23^{a}	91.76^{c}	2.55^{a}	6.73^{a}	556.4^{b}	1.62^{a}	2.32^{b}	1.59^{a}
تتسوکابوتو (Tetsukabuto)	8.08^{b}	91.92^{b}	2.41^{bc}	6.73^{a}	839.8^{a}	1.55^{b}	1.86^{c}	1.62^{a}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, means followed by the same letters are not significantly different according LSD test (P<5%)

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت رابطه بین پایه و پیوندک شامل سازگاری و ناسازگاری پایه و پیوندک، قدرت پایه در جذب آب و مواد غذایی، مقاومت پایه به تنش‌های زنده و غیرزنده و همچنین شرایط اقلیمی، شرایط نوری و ... موجب برهمکنش بین پایه و پیوندک شده و بر روی عملکرد و شاخص‌های مورفولوژیکی تأثیرگذار هستند. با توجه به نتایج به دست آمده پایه های کدو هیبرید مارول و تتسوکابوتو سازگاری بهتری با کدو تلخ داشتند و از نظر شاخص‌های مورد اندازه‌گیری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان دادند و پایه ملون هیبرید سنتینل از نظر شاخص‌های اندازه‌گیری دارایی کمترین سازگاری با گیاه کدو تلخ بوده و در اکثر موارد افت عملکرد را نشان داد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از شرکت کیان دارو زاگرس جهت تهیه و در اختیار گذاشتن بذر کدو تلخ جهت اجرای آزمایش، کمال سپاسگزاری و قدردانی را دارند.

References

- Alexopoulos, A. A., Kondylis, A. & Passam, H. C. (2007). Fruit yield and quality of watermelon in relation to grafting. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 5, 178–179.
- Colla, G., Perez-Alfocea, F. & Schwarz, D. (2017). *Vegetable Grafting, Principles and Practices*. CAB International. 286p.
- Colla, G., Rouphael, Y., Cardarelli, M. & Rea, E. (2006). Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants. *HortScience*, 41, 622–627.
- Crinò, P., Lo Bianco, C., Rouphael, Y., Colla, G., Saccardo, F. & Paratore, A. (2007). Evaluation of rootstock resistance to Fusarium wilt and gummy stem blight and effect on yield and quality of a grafted 'Inodorus' melon. *HortScience*, 42, 521–525.
- Cushman, K. E. & Huan, J. (2008). Performance of four triploid watermelon cultivars grafted onto five rootstock genotypes: yield and fruit quality under commercial growing conditions. *Acta Horticulturae*, 782, 335–337.
- Hassanzadeh, K. (2016). *Guide for Cultivation of Medicinal Plants (Lamiaceae family)*. Ghlam azam. (In Farsi)
- Huitrón, M. V., Diaz, M., Dianez, F. & Camacho, F. (2007). The effect of various rootstocks on triploid watermelon yield and qualify. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 5, 344–348.
- Kashi, A., Salehi, R. & Javanpour, R. (2008). *Grafting Technology in Vegetable Crop Production*. Amoozesh Keshavarzi. (In Farsi)
- Khah, E. M., Kakava, E., Mavromatis, A., Chachalis, D. & Goulas, C. (2006). Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *journal applied horticulture*, 8, 3–7.
- Kim, S. Jungb, J., Hwa Junga, J.,Yoonb, N., Kang, S., Rohb, G. & Hahm, J. (2020). Hypoglycemic efficacy and safety of *Momordica charantia* (bitter melon) in patients with type 2 diabetes mellitus, *Complementary Therapies in Medicine*, 52.
- Kung, W. Lin, C. Kuo, C. Juin, Y. Wu, P. & Lin, M. (2020). Wild Bitter Melon Exerts Anti-Inflammatory Effects by Upregulating Injury-Attenuated CISD2 Expression following Spinal Cord Injury, *Hindawi Behavioural Neurology*, Volume 2020.
- Kyriacou, M. C. & Soteriou, G. A. (2015). Quality and postharvest behavior of watermelon fruit in response to grafting on inter-specific cucurbit rootstocks. *Journal of Food Quality*, 38, 21–29.
- Lee, J. M. & Oda, M. (2003). Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Horticultural Reviews*, 28, 61-124.
- Lee, J. M. (1994). Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience*, 29, 235-239.
- Leonardi, C. & Giuffrida, F. (2006). Variation of plant growth and macronutrient uptake in grafted tomatoes and eggplants on three different rootstocks. *European Journal of Horticultural Science*, 71, 97–101.
- Liu, Z. Gong, J. Huang, W. Lu, F. & Dong, H. (2021). The Effect of *Momordica charantia* in the Treatment of Diabetes, *Hindawi, Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Volume 2021.
- Mahwish, F. & Saeed, M. (2021). Bitter Melon (*Momordica charantia* L.) Fruit Bioactives Charantin and Vicine Potential for Diabetes Prophylaxis and Treatment, *Plants*, 10, 730.
- Passam, H. C., Stylianoy, M. & Kotsiras, A. (2005). Performance of eggplant grafted on tomato and eggplant rootstocks. *European Journal of Horticultural Science*, 70, 130–134.

- Proietti, S., Rouphael, Y., Colla, G., Cardarelli, M., De Agazio, M. & Zacchini, M. (2008). Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 1107–1114.
- Riga, P. (2015). Effect of rootstock on growth, fruit production and quality of tomato plants grown under low temperature and light conditions. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 56, 626–638.
- Rouphael, Y., Cardarelli, M., Rea, E. & Colla, G. (2012). Improving melon and cucumber photosynthetic activity, mineral composition, and growth performance under salinity stress by grafting onto Cucurbita hybrid rootstocks. *Photosynthetica*, 50, 180–188.
- Rouphael, Y., Schwarz, D., Krumbein, A. **&** Colla, G. (2010). Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae*, 127, 172–179.
- Salehi, R., Kashi, A., Lee, S. G., Huh, Y. C., Lee, J. M., Bablar, M. & Delshad, M. (2009). Assessing the survival and growth performance of Iranian melon to grafting onto cucurbita rootstocks. *Journal of Horticultural Science*, 27(1), 1-6. (In Farsi)
- Schwarz, D., Öztekin, G. B., Tüzel, Y., Brückner, B. & Krumbein, A. (2013). Rootstocks canenhance tomato growth and quality characteristics at low potassium supply. *Scientia Horticulturae*, 149, 70–79.
- Sing P. Tana, Tuyen C. Khab, Sophie E. Parksa,C. & D. Roacha, P. (2016). Bitter melon (*Momordica charantia* L.) bioactive composition and health benefits: A review. *Food Reviews International*, 32, (2), 181–202.
- Soteriou, G. A., Kyriacou, M. C., Siomos, A. S. & Gerasopoulos, D. (2014). Evolution of watermelon fruit physicochemical and phytochemical composition during ripening as affected by grafting. *Food Chemistry*, 165, 282–289.
- Sur, S. & Ray, R. B. (2020). Bitter Melon (*Momordica charantia*), a Nutraceutical Approach for Cancer Prevention and Therapy, *Cancers*, 12, 2064.
- Tarazona-Díaz, M. P., Viegas, J., Moldao-Martinsc, M. & Aguayoa, E. (2011). Bioactive compounds from flesh and by-product of fresh-cut watermelon cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 805–812.
- Turhan, A., Ozmen, N., Serbeci, M. S. & Seniz, V. (2011). Effects of grafting on different rootstocks on tomato fruit yield and quality. *Horticultural Science*, 38, 142–149.
- Verzera, A., Dima, G., Tripodi, G., Condurso, C., Crinò, P. & Romano, D. (2014). Aroma and sensory quality of honeydew melon fruits (*Cucumis melo* L. subsp. Melo *var. inodorus H. Jacq.*) in relation to different rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 169, 118–124.
- Yamasaki, A., Yamashita, M. & Furuya, S. (1994). Mineral concentrations and cytokinin activity in the xylem exudate of grafted watermelons as affected by rootstocks and crop load. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 62, 817-826.
- Yetisir, H. & Sari, N. (2003). Effect of different rootstock on plant growth, yield and quality of watermelon. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43, 1269–1274.
- Yetisir, H., Sari, N. & Yncel, S. (2003). Rootstock resistance to Fusarium wilt and effect on watermelon fruit yield and quality. *Phytoparasitica*, 31, 163–169.
- Zijlstra, S., Groot, S. P. C. & Jansen, J. (1994). Genotypic variation of rootstocks for growth and production in cucumber; possibilities for improving the root system by plant breeding. *Scientia Horticulturae*, 56(3), 185-196.