Journal of Vegetables Sciences, **Spring & Summer 2022, Vol 6, No 11(1), Pages (1-16)**

doi:10.22034/iuvs.2021.528996.1156 **Article Type: Research** **Online ISSN: 2676-4822**

The Effect of Grafting on Several Commercial Cucurbit Rootstocks on Growth, Yield, Nutrient Uptake and Fruit Quality of Some Greenhouse Cucumber Cultivars

Asrin Mohamadpour[1], Sahebali Bolandnazar[2*] and Jaber Panahandeh Yingjeh[3]

1- M.Sc. Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2- Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3- Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

***Corresponding author:** bolandnazar@tabrizu.ac.ir

(**Received:** 26 April 2021 **Revised:** 17 May 2021 **Accepted:** 25 May 2021)

Extended Abstract

1. Introduction: In the production of fruit vegetables in the greenhouse, grafting on resistant rootstocks is one of the most important methods to deal with problems such as low root temperatures and soil diseases.

2. Materials and Methods: In order to evaluate the effect of commercial cucurbita rootstocks (Shintoza, Rootpower, Cobalt) on qualitative and quantitative three cultivars of greenhouse cucumber (Shahin, Nogin, Katrina), an experiment was carried out in a factorial completely randomized block design (The first factor consists of three cultivars of cucumber and the second factor consists of three base cultivars (pumpkin) with the control (no grafting) under hydroponic with four replicates in the Agricultural Research Station, University of Tabriz in field Conditions at 2016. In this experiment, in addition to evaluating root and scion compatibility, fruit quality indices including acidity, TSS, pH, EL and growth indices including leaf area, stem and leaf dry weight, stem length, yield, mineral uptake (nitrogen, phosphorus and potassium) was examined in fruits, leaves and roots.

3. Results and Discussion: The results showed that rootstocks caused an increase in fresh and dry weight of shoots, yield, leaf area, number of fruits and soluble solids. The graft reduced the length of the cucumbers and had no effect on the diameter. The highest percentages of fruit dry matter were 5.46% and 5.40%, respectively, for Shahin×Shintoza and Nogin×Shintoza. The highest soluble solids of fruit 4.41 were related to Shahin×Rootpower bonding compound. Transplantation increased the uptake of nitrogen, potassium and phosphorus nutrients.

4. Conclusion: In general, grafting on these rootstocks had a positive effect on most traits especially on fruit yield and had no negative effect on the taste of greenhouse cucumbers. Keywords: Cobalt, Fruit dry weight, Katrina, Nogin, Rootpower, Shahin, Shintoza.

Keywords: Cobalt, Fruit dry weight, Katrina, Nogin, Rootpower, Shahin, Shintoza.

Citation: Mohamadpour, A., Bolandnazar, S. & Panahandeh Yingjeh, J. (2022). The effect of grafting on several commercial Cucurbit rootstocks on growth, yield, nutrient uptake and fruit quality of some greenhouse Cucumber cultivars. Journal of Vegetables Sciences, 11(1), 1-16. doi: 10.22034/iuvs.2021.528996.1156

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 علوم‌سبزی‌ها، سال ۶، دوره ۱۱، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۱، صفحات (۱۶-۱)

شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۲-۲۶۷۶ نوع مقاله: پژوهشی doi:10.22034/iuvs.2021.528996.1156

تأثیر پیوند روی پایه‌های تجاری کدو بر رشد، عملکرد، جذب عناصر و کیفیت میوه چند رقم خیار گلخانه‌ای

اسرین محمدپور[۱]، صاحبعلی بلندنظر[۲*] و جابر پناهنده‌ینگیجه[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

*نویسنده مسئول: bolandnazar@tabrizu.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۶ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۴)

چکیده

در تولید سبزی‌های میوه‌ای در گلخانه، پیوند بر روی پایه‌های مقاوم یکی از مهم‌ترین روش‌های مقابله با مشکلاتی مثل دمای پایین ریشه و بیماری‌های خاکزاد است. به‌منظور بررسی اثر پایه‌های تجاری کدو (شینتوزا، کبالت و روت‌پاور) روی شاخص‌های کیفی و کمی سه رقم خیار گلخانه‌ای (شاهین و ناگین و کاترینا) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل (فاکتور اول شامل سه رقم خیار گلخانه‌ای و فاکتور دوم سه رقم پایه تجاری کدو به همراه شاهد) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار تحت شرایط هیدروپونیک در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال ۱۳۹۵ انجام شد. در این آزمایش علاوه بر بررسی سازگاری پایه و پیوندک، شاخص‌های کیفی میوه شامل اسیدیته، مواد جامد محلول، pH، نشت‌یونی و شاخص‌های رشد شامل سطح برگ، وزن خشک ساقه و برگ، طول ساقه، عملکرد، جذب عناصر معدنی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) در میوه، برگ و ریشه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پایه‌های کدو سبب افزایش در وزن تر و خشک بخش هوایی، عملکرد، سطح برگ، تعداد میوه و مواد جامد محلول شد. پیوند سبب کاهش طول میوه خیارها شد و در قطر میوه بی‌تأثیر بود. بالاترین درصد ماده خشک میوه ۵/۴۶ و ۵/۴۰ درصد به ترتیب مربوط به ترکیب پیوندی شاهین×شینتوزا و ناگین×شینتوزا بود. بالاترین مواد جامد محلول میوه ۴/۴۱ مربوط به ترکیب پیوندی شاهین×روت‌پاور بود. پیوند منجر به افزایش جذب عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم و فسفر شد. به‌طورکلی پیوند روی این پایه‌های در اکثر صفات دارای تأثیر مثبت بود و تأثیر منفی روی طعم و مزه خیارهای گلخانه‌ای نداشت.

واژه‌های کلیدی: روت‌پاور، درصد ماده خشک میوه شینتوزا، شاهین، کاترینا، کبالت، ناگین.

استناد: محمدپور، ا.، بلندنظر، ص. و پناهنده‌ینگیجه، ج. (۱۴۰۱). تأثیر پیوند روی پایه‌های تجاری کدو بر رشد، عملکرد، جذب عناصر و کیفیت میوه چند رقم خیار گلخانه‌ای. *علوم سبزی‌ها*، ۱۱(۱)،۱۶-۱.

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

خیار (*Cucumis sativus* L.) یکی از محبوب‌ترین سبزی‌ها در جهان است و سالانه حدود ۲۲/۸ میلیون تن از آن تولید می‌شود (FAO, 2020). افزایش روزافزون جمعیت در جهان نیازمند تجدیدنظر اساسی در ساختار نظام کشت جهت تولید غذای بیشتر است. در این راستا توسعه کشت گلخانه‌ای به‌عنوان یک راهکار مناسب مطرح است. خیار همچنین یک محصول گلخانه‌ای در بسیاری از کشورها است (Davis et al., 2008). به دلیل تولید مداوم سبزی‌ها در داخل گلخانه معمولاً کشت گلخانه‌ای دارای مشکلاتی مثل دمای پایین ریشه، بیماری‌های خاکزاد و استفاده زیاد از سموم شیمیایی، رطوبت بالا در داخل گلخانه و نور ناکافی (به دلیل کشت خارج از فصل) می‌باشد. برای رفع این مشکلات پیوندزدن به‌عنوان یک راهکار توصیه می‌شود. پیوند یک روش مهم برای تولید سبزی‌ها است. در بسیاری از کشورهایی که کشت متراکم و مداوم دارند از پیوند سبزی‌ها برای بهبود عملکرد، کیفیت میوه و مقاومت در برابر بیماری‌ها در تیره‌های کدوئیان و بادنجانیان استفاده می‌شود (Savvas *et al*., 2010). پیوند در سبزی‌هایی از جمله خیار، خربزه و هندوانه در ژاپن، کره و حوزه دریای مدیترانه و چندین کشور اروپایی یک روش معمول است (Rouphael *et al*., 2012). تأثیر پیوند روی خیارها نه‌تنها شامل مقاومت بیشتر در برابر عوامل بیماری‌زا بلکه تحمل بیشتر به شرایط تنش‌های غیرزنده است (Savvas *et al*., 2010).

مطالعات متعددی گزارش کرده‌اند که ژنوتیپ‌های مختلف پایه می‌توانند تأثیر متفاوتی بر عملکرد و کیفیت سبزی‌های پیوند شده داشته باشند و عملکرد کلی تا حد زیادی به نوع ترکیب پیوندی بستگی دارد (Davis *et al*., 2008). کاهش محتوای مواد جامد محلول، افزایش تعداد باندهای زرد در گوشت میوه، فیبری شدن بافت گوشت و کاهش سفتی گوشت در هندوانه‌های پیوند شده (Lee & Oda, 2003). افزایش سفتی گوشت میوه، محتوای مواد جامد محلول و محتوای لیکوپن در هندوانه‌های پیوندی (Davis *et al*., 2008) در مطالعات مختلف به‌دست‌آمده است. این تفاوت‌ها ناشی از تفاوت در شرایط محیطی (شدت نور، دمای هوا، رطوبت)، روش‌های کاشت (کشت بدون خاک، کشت خاکی، نوع سیستم آبیاری و کوددهی)، زمان برداشت محصول و به‌ویژه نوع ترکیب پیوندی است (Satoh, 1996). گزارش‌های زیادی مبنی بر تأثیر مثبت پایه‌های کدو بر عملکرد و کیفیت میوه گزارش شده است. Zhou و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که محتوای اسید آسکوربیک، مواد جامد محلول و سفتی در خیارهای پیوندی افزایش پیدا کرده است. بااین‌حال ناسازگاری پیوند و کاهش کیفیت در برخی موارد به‌دست آمده است. برخی از محققان این کاهش کیفیت را به انتقال عوامل مؤثر در کیفیت از پایه‌های کدو به پیوندک خیار مرتبط می‌دانند. استفاده از پایه‌های متعلق به همان گونه به‌عنوان روشی برای غلبه بر این مشکلات پیشنهاد شده است (Rouphael *et al*., 2010).

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سه پایه‌ی تجاری کدو روی شاخص‌های رویشی، عملکرد، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام‌های هوایی و ریشه سه رقم خیار گلخانه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار و تابستان سال ۱۳۹۵ در گلخانه گروه باغبانی دانشگاه تبریز انجام شد. در این آزمایش سه رقم خیار تجاری گلخانه‌ای با نام‌های شاهین (Shahin)، ناگین (Nagin) و کاترینا (Katrina) روی سه‌پایه‌ی تجاری کدو با نام‌های شینتوزا ((*Cucurbita maxima*×*Cucurbita moschata*) Shintozwa)، روت‌پاور (*Cucurbita pepo* cv. Root power) و کبالت (*Cucurbita maxima* cv. Cobalt) پیوند شدند. بذر خیارها حدود یک هفته زودتر از کدوها به‌منظور تطبیق قطر گیاهچه‌های پایه و پیوندک کاشته شد. عملیات پیوند حدود ۱۵ روز پس از کشت بذر

کدوها با استفاده از روش نیمانیم تک‌لپه‌ای انجام گرفت (Lee, 1994). گیاهچه‌های پیوندی در اتاقک کشت با دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد قرار داده شدند. ابتدا در تاریکی مطلق و پس از شش روز از پیوند به‌تدریج در روشنایی قرار داده شد. رطوبت به‌تدریج کاسته و ۱۰ روز بعد از پیوند رطوبت ساز خاموش شد. ۱۴ روز بعد از پیوند، گیاهچه‌ها به سایه در گلخانه منتقل شد و روزی یک بار آبیاری شدند. بعد از دو روز سایه برداشته شد و درصد زنده‌مانی گیاهان محاسبه شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد که فاکتور اول (پایه) شامل چهار تیمار و فاکتور دوم (رقم) شامل سه تیمار بود. بستر کاشت شامل پیت و پرلیت به نسبت ۴۰ به ۶۰ مخلوط بود که در داخل هر کیسه کاشت (با حجم حدود پنج لیتری) ریخته شد. گیاهان با محلول غذایی ۱/۲ هوگلند تغذیه شدند (جدول ۱).

جدول ۱- غلظت عناصر پرمصرف و کم‌مصرف

Table 1- Concentration of macroelements and microelements

عناصر غذایی Nutrients	$N\text{-}NO_3^-$	$N\text{-}NH_4^+$	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
$mg\ l^{-1}$	196	14	31	234	48	160	64	2.5	0.5	0.5	0.02	0.05	0.01

اندازه‌گیری صفات

طول میوه‌ها در هر برداشت، با استفاده از خط‌کش کاغذی و قطر میوه‌ها با استفاده از کولیس در سه قسمت از میوه (ابتدا، انتها و وسط) اندازه‌گیری شد. شکل میوه از نسبت طول به قطر مشخص شد. وزن هر میوه با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۵ اندازه‌گیری شد. برای محاسبه وزن خشک دو عدد میوه با اندازه مناسب از هر بوته انتخاب و وزن‌تر اندازه‌گیری شد. میوه‌ها پس از برش در آون با دمای ۷۲ درجه قرار گرفت، این عدد به‌عنوان وزن خشک بیان گردید و درصد ماده خشک میوه نیز محاسبه شد.

اندازه‌گیری اسیدیته آب‌میوه (Titratable acidity) به روش تیتراسیون با NaOH ۰/۱ مولار تا رسیدن pH به ۸/۱ انجام شد و نتایج به‌صورت درصد اسید مالیک محاسبه گردید (Huang *et al*., 2010). عصاره‌ی صاف شده آب‌میوه برای سنجش مواد جامد محلول (Total soluble solids) و EC استفاده شد. میزان مواد جامد محلول میوه‌ها با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دیجیتال ATAGO Brix ٪۵۳-۰ و EC نیز با استفاده از EC متر اندازه‌گیری شد. در طول آزمایش به فاصله ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز بعد از انتقال نشاءها از برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج (SPAD-502, Konica, Minolta, Osaka, Japan) شاخص SPAD اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش گیاهان از سطح بستر کف‌بر شده و برگ‌های آن‌ها جدا شد، سپس با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج (Leaf area meter-Li COR, model Li-1300, Lincoln, NE, USA) سطح برگ اندازه‌گیری گردید (Huang *et al*., 2010). تعداد میوه‌ها نیز تا پایان آزمایش شمارش شد و برای هر بوته گزارش گردید و عملکرد تک بوته از نسبت مجموع وزن‌تر میوه‌ها به تعداد میوه‌های یک بوته به‌دست آمد.

وزن‌تر و وزن خشک ساقه و برگ محاسبه و درصد ماده خشک بخش هوایی مشخص گردید. برای محاسبه وزن خشک، نمونه‌ها در داخل آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار گرفتند. طول بوته به‌وسیله متر پارچه‌ای اندازه‌گیری گردید. وزن‌تر و خشک ریشه اندازه‌گیری گردید. برای ارزیابی عناصر غذایی ابتدا برگ‌ها و میوه و ریشه‌های در آون خشک شده به‌طور کامل پودر شدند و در ادامه ۰/۵ گرم از نمونه‌ها وزن و برای تعیین غلظت عناصر غذایی در بافت موردنظر استفاده شدند. غلظت نیتروژن کل بعد از انجام هضم و تهیه عصاره به روش کالیمتری با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام گرفت (Baethgen & Alley, 1989). اندازه‌گیری غلظت پتاسیم به روش نورسنج (نشر) شعله‌ای با استفاده از دستگاه Flame

photometer 410 (Waling *et al*., 1989) و اندازه‌گیری فسفر با روش رنگ سنجی (وانادات - مولیبدات زرد) توسط دستگاه Spectrophotometer uv 2100 انجام گرفت (Olsen & Sommers, 1982). تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام گرفت.

نتایج

نتایج نشان داد در بین ارقام، رقم کاترینا دارای وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، طول ساقه و سطح برگ کمتری در مقایسه با ارقام شاهین و ناگین بود (جدول‌های ۲ و ۳). در شاخص کلروفیل و درصد ماده خشک بخش هوایی اختلاف معنی‌داری بین ارقام وجود نداشت. همچنین پیوند بر هر سه پایه منجر به افزایش صفات مذکور گردید. ارقام در صفات مربوط به میوه (تعداد میوه، عملکرد تک بوته، وزن میوه و وزن خشک میوه) اختلاف معنی‌داری نداشتند. رقم کاترینا درصد ماده خشک میوه کمتری نسبت به شاهین و ناگین داشت. پیوند بر هر سه پایه منجر به افزایش صفات مذکور گردید (جدول ۴).

پایه‌های پیوندی به جزء در درصد ماده خشک میوه اختلاف معنی‌داری نداشتند. بالاترین میزان درصد ماده خشک میوه مربوط به ترکیب پیوندی شاهین×شینتوزا و ناگین×شینتوزا و پایین‌ترین میزان مربوط به ترکیب پیوندی کاترینا×شینتوزا بود (شکل ۲). بیشترین طول میوه و نسبت طول به قطر میوه مربوط به پایه غیرپیوندی و کم‌ترین طول میوه و نسبت طول به قطر میوه مربوط به پایه‌های پیوندی است (جدول ۴). بالاترین میزان pH، مربوط به پایه روت‌پاور و پایین‌ترین مربوط به پایه غیرپیوندی است. بیشترین نشت‌یونی مربوط به پایه غیرپیوندی (شاهد) و کمترین مربوط به پایه شینتوزا است (جدول ۵).

جدول ۲- اثر رقم و پایه بر طول بوته، وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه خیار گلخانه‌ای

Table 2- the effect of cultivar and rootstock on fresh and dry weight of shoot and root in greenhouse cucumber

رقم Cultivars	وزن تر ریشه FW of root (gr plant^{-1})	وزن خشک ریشه DW of root (gr plant^{-1})	وزن تر اندام‌های هوایی FW of shoot (gr plant^{-1})	وزن خشک اندام‌های هوایی DW of shoot (gr plant^{-1})
شاهین (Shahin)	50.6^{a}	5.4^{a}	284.8^{a}	41.1^{a}
ناگین (Nagin)	47.3^{ab}	5.5^{a}	265.5^{a}	38.2^{a}
کاترینا (Katrina)	39.1^{b}	3.9^{b}	229.6^{b}	32.9^{b}
پایه‌ها (Rootstocks)				
شینتوزا (Shintozwa)	45.3^{b}	4.8^{b}	260.4^{a}	38.2^{a}
روت‌پاور (Root power)	52.9^{a}	5.6^{ab}	279.0^{a}	42.5^{a}
کبالت (Cobalt)	52.4^{a}	5.8^{a}	270.3^{a}	42.1^{a}
غیرپیوندی (شاهد) (No-grafting- Control)	23.1^{b}	3.6^{c}	230.2^{b}	26.8^{b}

میانگین‌های هر ستون با حروف یکسان نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد است.

The means of each column with the same letters indicate no significant difference based on Duncan's multiple range test (P< 0.01).

جدول ۳- اثر رقم و پایه بر طول بوته، درصد ماده خشک بخش هوایی، سطح برگ، شاخص کلروفیل خیار گلخانه‌ای

Table 3- theeffect of cultivar and rootstock on Stem length, dry matter of shoots, leaf area, chlorophyll index of greenhouse cucumber

رقم Cultivars	شاخص کلروفیل SPAD index	سطح برگ Leaf area (cm^2)	طول ساقه Stem length (cm)	ماده خشک اندام‌هوایی Dry matter of shoot (%)
شاهین (Shahin)	52.0[a]	4548.1[a]	211.8[a]	14.3[a]
ناگین (Nagin)	52.3[a]	4401.0[a]	172[b]	14.2[a]
کاترینا (Katrina)	53.6[a]	3530.0[b]	164[b]	14.3[a]
پایه‌ها (Rootstocks)				
شینتوزا (Shintozwa)	54.1[a]	4253.0[a]	181.3[a]	14.7[a]
روت‌پاور (Root power)	55.4[a]	4393.1[a]	177.9[a]	15.2[a]
کبالت (Cobalt)	54.9[a]	4401.8[a]	190.8[a]	15.7[a]
غیرپیوندی (شاهد) (No-grafting- Control)	46.2[b]	3590.4[b]	180.4[a]	11.6[b]

میانگین‌های هر ستون با حروف یکسان نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد است.

The means of each column with the same letters indicate no significant difference based on Duncan's multiple range test (P< 0.01).

جدول ۴- اثر رقم و پایه بر تعداد میوه، وزن تک میوه، عملکرد تک بوته و طول میوه خیار گلخانه‌ای

Table 4- the effect of cultivar and rootstock on number of fruits, Fruit length, Fruit weight, Yield per plant greenhouse cucumber

رقم Cultivars	طول میوه Fruit length (cm)	عملکرد تک بوته Yield per plant (gr)	وزن تک میوه Fruit weight (gr)	تعداد میوه در بوته fruits number per plant
شاهین (Shahin)	14.5[a]	1959.1[a]	86.4[a]	23.2[a]
ناگین (Nagin)	14.4[a]	2185.3[a]	82.6[a]	26.6[a]
کاترینا (Katrina)	14.3[a]	2142.8[a]	82.5[a]	27.3[a]
پایه‌ها (Rootstocks)				
شینتوزا (Shintozwa)	14.1[b]	2267.1[a]	78.6[a]	29.3[a]
روت‌پاور (Root power)	14.1[b]	2377.3[a]	82.2[a]	29.0[a]
کبالت (Cobalt)	14.0[b]	2175.1[a]	80.8[a]	27.1[a]
غیرپیوندی (شاهد) (No-grafting- Control)	15.6[a]	1562.0[b]	93.8[a]	17.5[b]

میانگین‌های هر ستون با حروف یکسان نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد است.

The means of each column with the same letters indicate no significant difference based on Duncan's multiple range test (P< 0.01).

جدول ۵- اثر رقم و پایه بر pH، EL، TSS، و قطر و نسبت طول به قطر در میوه خیار گلخانه‌ای

Table 5- The effect of cultivar and rootstock on pH, EL, fruit diameter and length to diameter ratio in greenhouse cucumber fruit

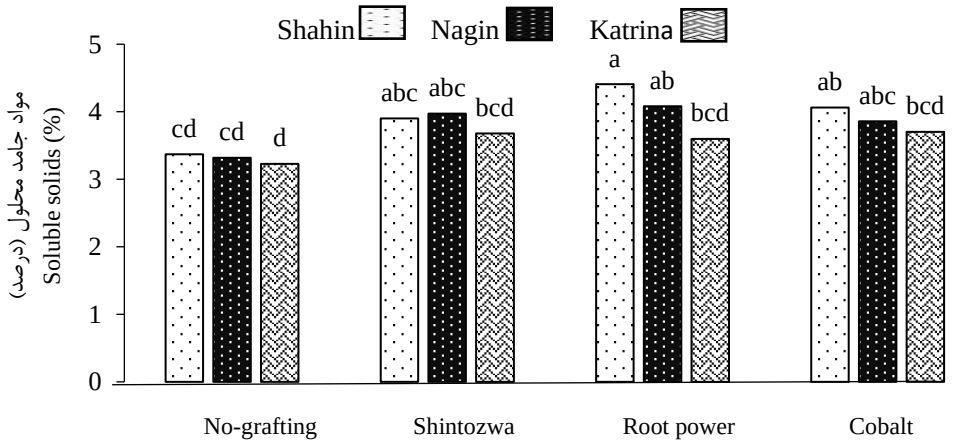
رقم (Cultivars)	نسبت طول به قطر Length to diameter ratio	قطر میوه Fruit diameter (mm)	نشت یونی EL(dS/m)	pH
شاهین (Shahin)	5.2[a]	27.6[a]	3.2[a]	6.0[a]
ناگین (Nagin)	5.4[a]	26.8[a]	3.1[a]	6.0[a]
کاترینا (Katrina)	5.3[a]	27.0[a]	3.0[a]	6.1[a]
پایه‌ها (Rootstocks)				
شینتوزا (Shintozwa)	5.1[b]	27.4[a]	2.8[b]	6.1[a]
روت‌پاور (Root power)	5.2[b]	26.8[a]	3.1[ab]	6.1[a]
کبالت (Cobalt)	5.2[b]	27.7[a]	3.2[ab]	6.0[ab]
غیرپیوندی (شاهد) (No-grafting- Control)	5.7[a]	27.3[a]	3.4[b]	5.9[b]

میانگین‌های هر ستون با حروف یکسان نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد است.

The means of each column with the same letters indicate no significant difference based on Duncan's multiple range test (P< 0.01).

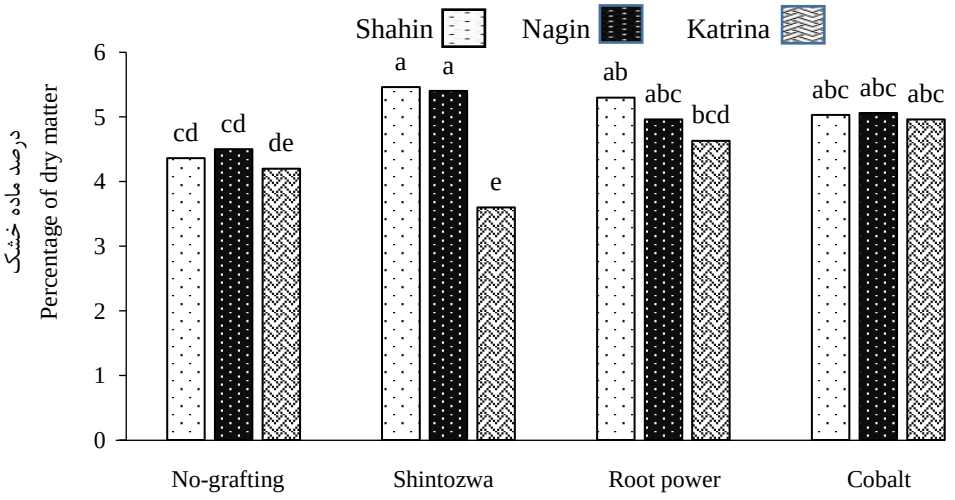
مطابق شکل ۱ اثرات متقابل بر مواد جامد محلول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده و بالاترین میزان مربوط به ترکیب پیوندی شاهین×روت‌پاور و پایین‌ترین مربوط به گیاهان غیرپیوندی به‌خصوص کاترینا است (شکل ۱). بالاترین میزان درصد ماده خشک مربوط به ترکیب پیوندی شاهین×شینتوزا و ناگین×شینتوزا و پایین‌ترین میزان مربوط به ترکیب پیوندی کاترینا×شینتوزا بود (شکل ۲).

اثرات متقابل فاکتورهای آزمایشی بر نیتروژن برگ، ریشه و میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است (شکل ۳ الف، ب و ج) و بیشترین غلظت نیتروژن میوه مربوط به ترکیب پیوندی شاهین×روت‌پاور و کم‌ترین مربوط به گیاه غیرپیوندی شاهین است (شکل ۳ الف). بالاترین غلظت نیتروژن برگ در ترکیب‌های پیوندی ناگین×شینتوزا و شاهین×کبالت و پایین‌ترین غلظت مربوط به گیاه غیرپیوندی کاترینا است (شکل ۳ ب). بالاترین میزان نیتروژن ریشه مربوط به ترکیب پیوندی ناگین×روت‌پاور و پایین‌ترین غلظت مربوط به گیاهان غیرپیوندی کاترینا و شاهین است (شکل ۳ ج).



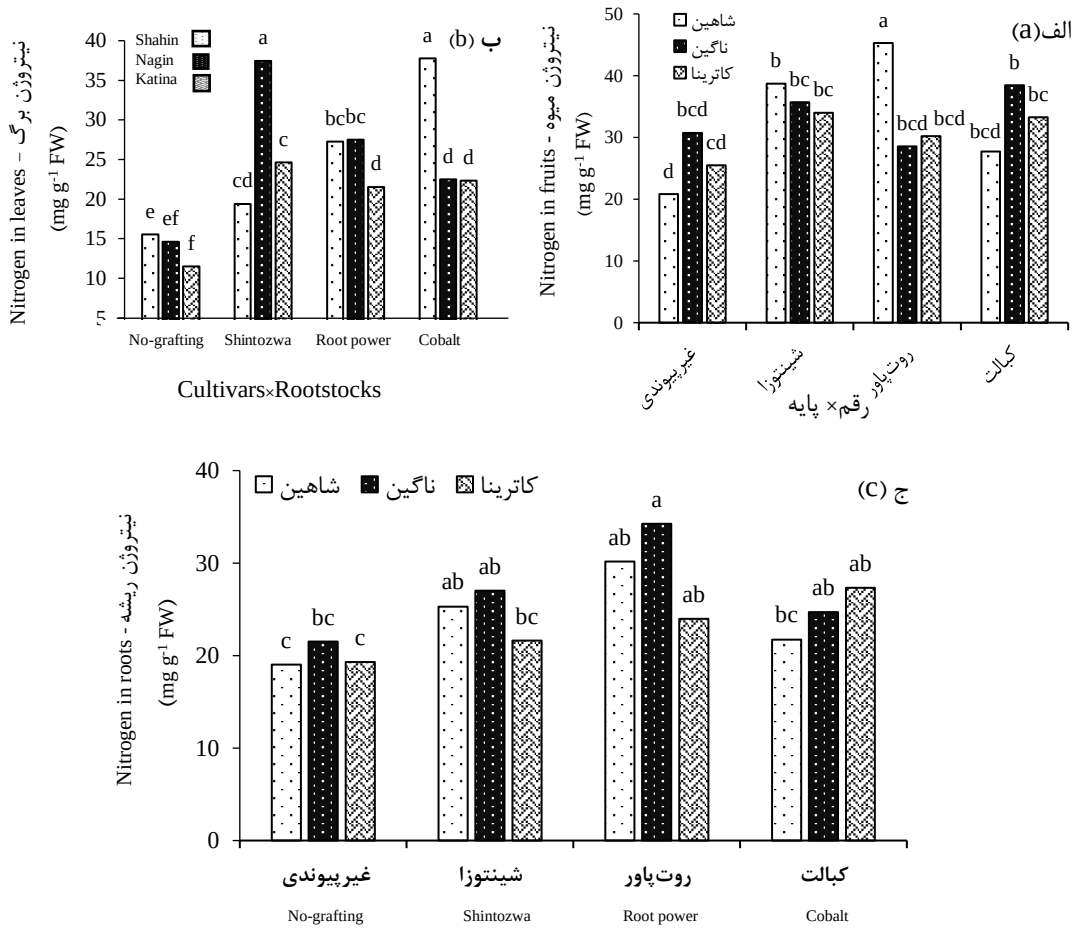
شکل ۱- تأثیر نوع پایه و رقم بر مقدار مواد جامد محلول خیار گلخانه‌ای

Figure 1- The effect of rootstock type on the amount of soluble solids in greenhouse cucumbers



شکل ۲- تأثیر نوع پایه و رقم بر درصد ماده خشک میوه خیار گلخانه‌ای

Figure 2- Effect of rootstock type on the percentage of dry matter of greenhouse cucumber



شکل ۳– تاثیر پایه و رقم بر مقدار نیتروژن میوه (الف)، برگ (ب) و ریشه (ج) خیار گلخانه‌ای

Figure 3- Effect of rootstock on nitrogen content of fruit (a), leaf (b) and root (c) of greenhouse cucumber

اثرات ساده رقم در فسفر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار نبود اما اثرات ساده پایه در فسفر میوه معنی‌دار شد و بالاترین غلظت مربوط به روت‌پاور و پایین‌ترین غلظت مربوط به غیرپیوندی است (جدول ۶). اثرات متقابل فسفر ریشه معنی‌دار بوده است و بالاترین میزان مربوط به ترکیب‌های پیوندی کاترینا×شینتوزا و ناگین×روت‌پاور و پایین‌ترین میزان مربوط به گیاهان شاهد ناگین و شاهین است (شکل ۴).

با توجه به جدول شماره ۵ غلظت پتاسیم میوه در اثرات ساده و متقابل معنی‌دار نبود و پتاسیم برگ در اثرات ساده رقم معنی‌دار بوده و بالاترین میزان در رقم ناگین و پایین‌ترین در کاترینا بود. اثرات متقابل در پتاسیم ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است و بالاترین میزان مربوط به ترکیب پیوندی شاهین×روت‌پاور و پایین‌ترین میزان مربوط به خیار کاترینا است (جدول ۶ و شکل ۵).

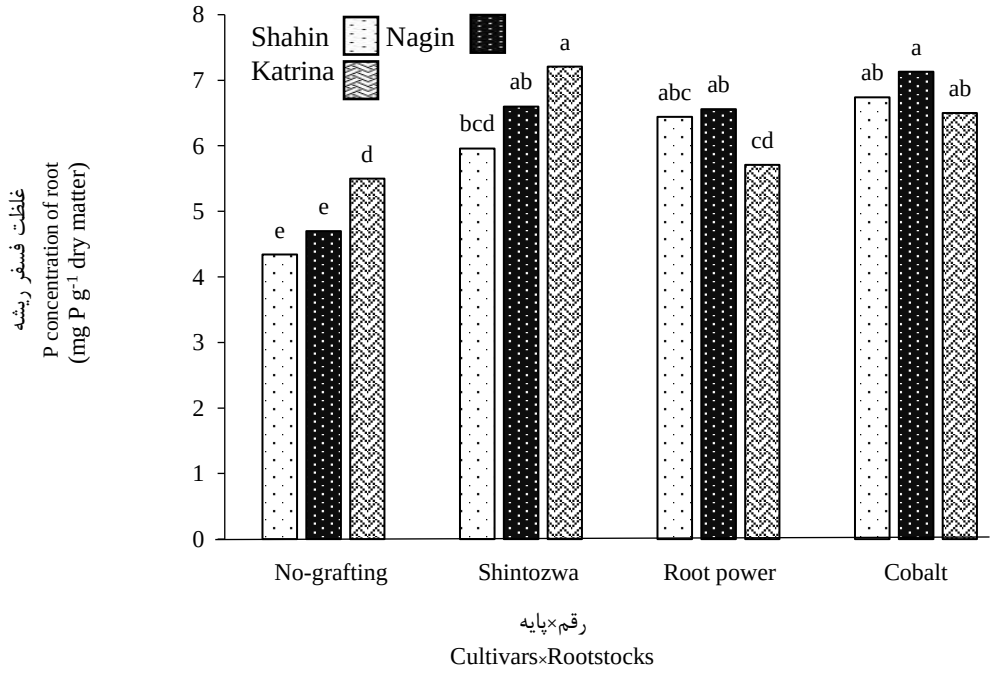
جدول ۶- مقایسه میانگین اثر رقم و پایه بر غلظت پتاسیم و فسفر میوه و برگ و ریشه خیار گلخانه‌ای

Table 6- Comparison of the mean effect of cultivar and rootstock on potassium and phosphorus concentrations of fruits and leaves of greenhouse cucumbers

رقم Cultivars	فسفر (میلی‌گرم در گرم ماده خشک) P (mg g^{-1}dry matter)		پتاسیم (میلی‌گرم در گرم ماده خشک) K (mg g^{-1}dry matter)	
	برگ Leaf	میوه Fruit	برگ Leaf	میوه Fruit
شاهین Shahin	3.8^{a}	5.2^{a}	15.3^{b}	35.0^{a}
ناگین Nagin	4.1^{a}	4.8^{a}	18.6^{a}	34.7^{a}
کاترینا Katrina	4.1^{a}	5.2^{a}	13.8^{b}	34.7^{a}
پایه‌ها Rootstocks				
شینتوزا Shintozwa	4.1^{a}	5.2^{a}	15.7^{a}	32.7^{a}
روت‌پاور Root power	3.9^{a}	5.4^{a}	14.1^{a}	35.6^{a}
کبالت Cobalt	4.2^{a}	5.1^{a}	17.0^{a}	35.9^{a}
غیرپیوندی (شاهد) No-grafting	3.8^{a}	4.4^{b}	16.9^{a}	35.0^{a}

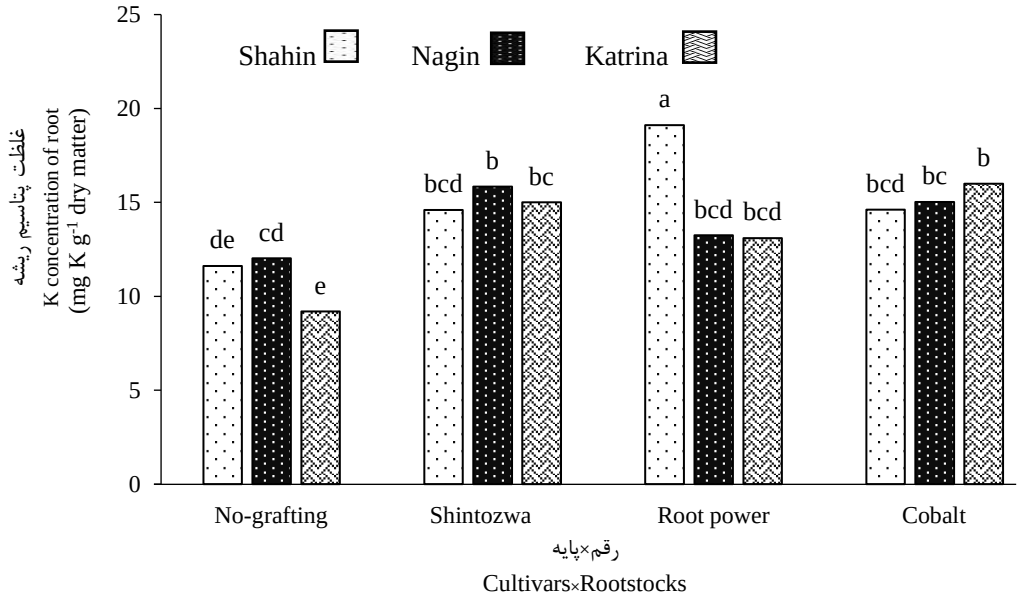
میانگین‌های هر ستون با حروف یکسان نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد است.

The means of each column with the same letters indicate no significant difference based on Duncan's multiple range test (P< 0.01).



شکل ۴– تأثیر پایه و رقم بر مقدار فسفر ریشه در خیار گلخانه‌ای

Figure 4- Effect of rootstock on the amount of root phosphorus of greenhouse cucumber



شکل ۵– تأثیر پایه و رقم بر مقدار پتاسیم ریشه در خیار گلخانه‌ای

Figure 5- Effect of rootstock on the amount of root potassium of greenhouse cucumber

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر پایه و رقم بر جذب پتاسیم، فسفر و نیتروژن در خیار گلخانه‌ای

Table 7- Comparison of mean effect of rootstock and cultivar on potassium, phosphorus and nitrogen uptake in greenhouse cucumber

رقم Cultivars	پایه‌ها Rootstocks	نیتروژن (میلی‌گرم/گیاه) N (mg plant^{-1})	فسفر (میلی‌گرم/گیاه) P (mg plant^{-1})	پتاسیم (میلی‌گرم/گیاه) K (mg plant^{-1})
شاهین Shahin	شینتوزا Shintozwa	1159.1^{bc}	823.2^{cd}	734.1^{a}
	روت‌پاور Root power	1262.3^{ab}	1431.6^{ab}	739.3^{a}
	کبالت Cobalt	1425.0^{a}	974.6^{bc}	669.6^{ab}
	غیرپیوندی (شاهد) No-grafting	482.8^{g}	445.3^{cd}	527.4^{cd}
ناگین Nagin	شینتوزا Shintozwa	1415.3^{a}	829.1^{cd}	767.2^{a}
	روت‌پاور Root power	1261.1^{b}	1622.3^{a}	738.7^{a}
	کبالت Cobalt	1056.3^{cd}	1474.7^{ab}	823.9^{a}
	غیرپیوندی (شاهد) No-grafting	420.6^{g}	404.6^{d}	541.0^{bc}
کاترینا Katrina	شینتوزا Shintozwa	749.1^{f}	517.1^{cd}	434.7^{cd}
	روت‌پاور Root power	759.3^{ef}	518.3^{cd}	538.3^{bc}
	کبالت Cobalt	913.0^{de}	713.5^{cd}	776.2^{a}
	غیرپیوندی (شاهد) No-grafting	328.1^{g}	301.7^{d}	330.2^{d}

میانگین‌های هر ستون با حروف یکسان نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد است.

The means of each column with the same letters indicate no significant difference based on Duncan's multiple range test (P< 0.01).

بحث

از جمله علت‌های گیرایی و استقرار خوب نشاءهای پیوندی در این آزمایش می‌توان به رشد یکنواخت گیاهچه‌های خیار و مراحل سنی مناسب و یکسان گیاهچه‌های خیار در زمان پیوند (دو تا سه برگی شدن)، هم‌قطر بودن پایه‌ها و پیوندک‌ها در زمان پیوند به‌دلیل کاشت زودتر گیاهچه‌های خیار، انتقال نشاءها از اتاقک کشت گلخانه‌ای جهت مقاوم‌سازی در زمان مناسب اشاره کرد. همچنین استفاده از وسایل کاملاً استریل در هنگام پیوند زدن ازجمله تیغ و گیره‌های ضدعفونی و کنترل مناسب رطوبت و دما، همگی از عواملی هستند که سبب موفقیت در گیرایی بالای پیوند شدند. به‌طورکلی گیرایی پیوند با میزان رشد پایه و پیوندک قبل از پیوند، آگاهی از خصوصیات جوانه‌زنی بذور پایه و پیوندک، رطوبت محل بریدگی، سن پایه و پیوندک (تعداد برگ حقیقی)، شرایط آب و هوایی (دما و رطوبت)، سطح برگ پایه و پیوندک، سطح تماس پایه و پیوندک، ارتفاع هیپوکوتیل پایه (حدود پنج سانتی‌متر)، تفاوت قطر پایه و پیوندک و میزان فشار وارده بر محل پیوند مرتبط است (Oda *et al*., 1993).

بسیاری از صفات رویشی بوته‌های خیار تحت تأثیر پیوند قرار گرفتند؛ وزن تر و خشک بوته و درصد ماده خشک، سطح برگ و کلروفیل در خیارهای پیوند شده در مقایسه با گیاهان غیر پیوندی بالاتر بود. در آزمایش حاضر بیش‌ترین میزان وزن تر و خشک شاخساره در گیاهان پیوندی روی پایه روت‌پاور مشاهده می‌شود که ممکن است به‌دلیل میزان کلروفیل بالا در برگ‌های گیاهان پیوندی روی این پایه باشد و یا به وضعیت تغذیه‌ای مناسب گیاهان پیوندی (محتوای بالای پتاسیم، فسفر و نیتروژن) مرتبط باشد. غلظت بالای پتاسیم در بخش هوایی موجب افزایش زیست‌توده و فلورسانس کلروفیل می‌شود (San Bautista *et al*., 2011). نیتروژن نقش بسیار مهمی در محتوای کلروپلاست برگ‌ها، سطح برگ، رشد و نمو برگ و شدت فتوسنتز دارد. افزایش در جذب نیتروژن موجب افزایش سطح برگ و محتوای کلروفیل برگ‌ها در گیاهان پیوندی نسبت به گیاهان غیرپیوندی شده است. اخیراً گزارش شده است که افزایش سطح برگ می‌تواند درنتیجه افزایش فتوسنتز خالص و محتوای کلروفیل برگ‌ها باشد که میزان مواد فتوسنتزی در دسترس را برای رشد و نمو برگ فراهم می‌کند (Colla *et al*., 2010b). با این وجود Lee و Oda (۲۰۰۳) پاسخ‌های رویشی متفاوت را در واکنش به ترکیب‌های پیوندی مختلف گزارش نمودند که با قدرت پایه‌ها و اثر متفاوت پایه و پیوندک مرتبط بوده است.

در آزمایش حاضر افزایش عملکرد در ترکیب‌های پیوندی عمدتاً در ارتباط با افزایش تعداد میوه‌ها بوده است که با نتایج Rouphael و همکاران (۲۰۰۸) سازگار است و آن‌ها پیشنهاد کردند افزایش عملکرد در خیارهای پیوندی به‌واسطه تعداد میوه نسبت به وزن میوه است. عوامل زیادی در افزایش عملکرد در گیاهان پیوندی تأثیر دارد از جمله ظرفیت بالای پایه‌ها در جذب و انتقال مواد غذایی (Rouphael *et al*., 2012) و سطح برگ بالا که هرچه بیشتر باشد جذب نور بالاتر و مواد فتوسنتزی که در گیاه ساخته می‌شود افزایش می‌یابد که موجب عملکرد بالاتر می‌شود (Colla *et al*., 2012). در آزمایش حاضر شاخص کلروفیل و سطح برگ در گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی بیشتر بود و به دنبال آن عملکرد افزایش یافت. در آزمایش حاضر افزایش وزن خشک و درصد مادهٔ خشک میوه در ترکیب‌های پیوندی نسبت به گیاهان بدون پیوند ممکن است در ارتباط با غلظت بالای املاح آلی و عناصر غذایی به‌ویژه پتاسیم در میوه و نیز مقادیر بالای انباشت و کارایی مصرف بالای عناصر غذایی در این میوه‌ها باشد (Huang *et al*., 2013). محققان دیگر نیز مشاهده کردند که وزن خشک میوه‌ها در گیاهان پیوندی در مقایسه با غیرپیوندی‌ها بیشتر بود (Böhm *et al*., 2012; Turhan *et al*., 2012). در برخی از تحقیقات نیز تفاوت معنی‌داری بین وزن خشک میوه در گیاهان پیوندی و غیرپیوندی مشاهده نشده است (Proietti *et al*., 2008). تفاوت در این نتایج ممکن است به‌دلیل تفاوت در شرایط محیطی، روش‌های

مختلف تولید، نوع پایه و پیوندک مورد استفاده و وضعیت تغذیه‌ای گیاه و به‌ویژه ترکیب‌های پیوندی مختلف باشد (Rouphael *et al*., 2010). درصد ماده خشک در ترکیب پیوندی کاترینا×شینتوزا پایین بود که به احتمال زیاد در این ترکیب پیوندی آب بسیار بالایی جذب شده که نیازمند بررسی است.

محصولاتی مانند خیار که به‌صورت نارس برداشت می‌شوند کمتر تحت تأثیر اثرات منفی پیوند قرار می‌گیرند (Muramatsu, 1981). Zhou و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند که محتوای اسید آسکوربیک و مواد جامد محلول و سفتی در خیارهای پیوندی افزایش پیدا کرده است. این امر با یافته‌های آزمایش حاضر سازگار است که پایه‌ها اثر منفی روی طعم خیارها نداشته و در عین حفظ طعم اصلی حتی موجب بهبود محتوای مواد جامد محلول در گیاهان پیوندی به‌ویژه ارقام شاهین و ناگین روی پایه‌ی روت‌پاور شدند که در گیاه شاهد مقدار مواد جامد محلول کمتر بود. Yetışır و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که غلظت مواد جامد محلول در هندوانه به‌طور چشم‌گیری تحت تأثیر پیوند قرار می‌گیرد، اما این نتایج به نوع پایه‌ی مورد استفاده بستگی دارد. مطالعات زیادی اثرات مثبت پیوند روی هندوانه را بیان نمودند که شامل افزایش سفتی، محتوای مواد جامد محلول و لیکوپن است (Davis et al., 2008). تفاوت در نتایج مطالعات بستگی به نوع محیط کشت و شرایط محیطی، روش‌های کاشت، زمان برداشت محصول و به‌ویژه نوع ترکیب پیوندی دارد (Satoh, 1996). طول خیارهای پیوندی در آزمایش حاضر کاهش یافت. به‌طورکلی خیارهای گلخانه‌ای دارای طول مناسبی هستند و پیوند روی پایه‌های کدو سبب کاهش طول و کاهش نسبت طول به قطر شد. شاخص شکل میوه از نسبت طول به قطر مشخص می‌گردد، این شاخص به همراه طول و قطر میوه در هندوانه‌ها و خیارهای پیوندی رشد کرده در شرایط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای تحت تأثیر نوع پایه و پیوندک، شرایط محیطی و وضعیت تغذیه‌ای گیاه قرار گرفت (Colla *et al*., 2010a; Huang *et al*., 2010).

نیتروژن، فسفر و پتاسیم جزء عناصر اصلی مورد نیاز گیاه می‌باشند (Lamrani *et al*., 1996). جذب بالاتر عناصر غذایی به بخش هوایی به‌خصوصیات فیزیکی سیستم ریشه مانند توسعه ریشه‌های جانبی و عمودی نسبت داده شده است (Jang, 1992). Zhou و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی اثر دو پایه‌ی مختلف روی جذب و محتوای عناصر پر نیاز در برگ‌های خربزه و طالبی متوجه شدند که غلظت فسفر، پتاسیم و به‌خصوص نیتروژن در برگ‌های گیاهان پیوندی در مقایسه با بدون پیوند بیشتر بود، آن‌ها نتیجه گرفتند که غلظت عناصر بیشتر تحت تأثیر ژنوتیپ پایه است. همچنین افزایش جذب نیتروژن در خیارهای پیوندی روی پایه‌های کدوحلوایی و شینتوزا (Traka-Mavrona *et al*., 2000) و خیار و خربزه و طالبی پیوندی روی پایه‌های شینتوزا (Rouphael *et al*., 2012) گزارش‌شده است.

Hajali و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی پیوند دو توده‌ی خیار بومی آذربایجان روی شینتوزا و کبالت و روت‌پاور دریافتند که نیتروژن برگ و پتاسیم و فسفر برگ، ساقه و اندام هوایی روی پایه‌های شینتوزا و روت‌پاور زیاد بوده و در کل پیوند روی شاخص‌های رویشی مثل سطح برگ، سبزینه، طول ساقه، وزن خشک اندام هوایی، شمار میوه و عملکرد میوه در تک بوته تأثیر مثبت داشته است. Colla و همکاران (۲۰۱۰ الف) در بررسی اثر پیوند روی بهبود مقاومت به pH بالا در هندوانه، تفاوت معنی‌داری در وضعیت نیتروژن موجود در گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی مشاهده نکردند. این نتایج ممکن است به‌دلیل اثر متقابل بین پایه و پیوندک و شرایط محیطی باشد (Venema et al., 2008). در این آزمایش مشاهده شده که غلظت نیتروژن در برگ و ریشه و میوه گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهان غیرپیوندی بیشتر بود و احتمالاً دلیل برتری گیاهان پیوندی در خصوصیات کیفی و کمی مربوط به جذب و انتقال عناصر غذایی بیشتر از خاک به بخش هوایی گیاه است (Colla *et al*., 2010b). در این آزمایش، سطح برگ و محتوای

کلروفیل بالا در برگ‌های گیاهان پیوندی در مقایسه با بدون پیوند ممکن است، درنتیجه غلظت بالای نیتروژن انباشته شده در برگ‌ها و نیز کارایی مصرف پایین این عنصر باشد. Rouphael و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که غلظت فسفر در برگ، میوه و ساقه خیارهای پیوندی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر پیوند قرار گرفت و نسبت به گیاهان غیرپیوندی بیشتر بود. در آزمایش حاضر غلظت بیشتر فسفر در ریشه و میوه‌های گیاهان پیوندی در مقایسه با غیر پیوندی‌ها که نشان‌دهنده کارایی بالای ریشه‌ها در جذب و انتقال این عنصر است (Huang *et al*., 2010). تفاوت معنی‌داری در غلظت فسفر در برگ‌ها و میوه‌ها در خیار پیوندی روی دو پایه مشاهده نکردند. نتایج نشان‌دهنده این است که خصوصیات مورفولوژی ریشه تنها فاکتور تأثیرگذار روی جذب و انتقال فسفر در گیاه نبوده و ژنوتیپ پیوندک و نوع گونه نیز باید در نظر گرفته شود (Martínez-Ballesta *et al*., 2010). Yetisir و Erhan (۲۰۱۳) افزایش غلظت پتاسیم را در برگ و میوه‌ی هندوانه‌های پیوندی روی پایه‌ی شینتوزا گزارش نمودند و افزایش عملکرد و بهبود شاخص‌های کیفی را مرتبط با غلظت بالای پتاسیم در اندام‌های گیاه دانستند. البته Rouphael و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که پتاسیم در همه اندام‌های گیاهان پیوندی افزایش یافته اما در میوه‌ها افزایش نیافته است و دلیل این موضوع را نوع ترکیب پیوندی دانستند. در آزمایش حاضر نیز پتاسیم در میوه و برگ افزایش نیافته است ولی پتاسیم ریشه در پایه‌های کدو افزایش را نشان می‌دهد. گزارش‌های زیادی وجود دارد مبنی بر این‌که پیوند موجب بهبود جذب و افزایش نقل‌وانتقال عناصر غذایی در گیاهان پیوندی شده وجود دارد (Ruiz *et al*., 1997; Zhou *et al*., 2007). در آزمایش حاضر ممکن است بهبود شاخص‌های رشد، افزایش عملکرد و کیفیت خیارهای پیوندی نسبت به گیاهان غیرپیوندی در ارتباط با سیستم ریشه‌ای بسیار قوی پایه‌های کدو به‌خصوص شینتوزا و روت‌پاور باشد. بنابراین پیوند به‌عنوان روشی جهت بهبود کیفیت و عملکرد در شرایط نامناسب و تنش‌زا در کشاورزی مدرن پذیرفته شده است. چون‌که این ویژگی‌ها تا حد زیادی به سیستم ریشه‌ای وابسته است و این با نتایج Lee (۱۹۹۴) و Yetisir و همکاران (۱۹۹۴) سازگار است. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که توانایی پایه‌های شینتوزا و روت‌پاور و کبالت نسبت به خیارهای شاهد جهت جذب، انتقال و انباشت عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن در اندام‌های بخش هوایی بیشتر است.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی سازگاری پیوندی بسیار خوبی بین پایه‌های کدوی شینتوزا، روت‌پاور و کبالت با خیارهای گلخانه‌ای شاهین، ناگین و کاترینا وجود دارد. این سبب بهبود شاخص‌های رویشی و عملکرد و عدم اثر مخرب در کیفیت گیاه شدند. از مهم‌ترین دلایل برتری پایه‌های کدو نسبت به خیارها می‌توان به سیستم ریشه‌ای گسترده و مقاوم در کدوها اشاره کرد که با کارایی بیشتری آب و مواد معدنی را جذب و به بخش‌های هوایی منتقل می‌کنند.

References

- Baethgen, W. E. & Alley, M. M. (1989). A manual colorimetric procedure for measuring ammonium nitrogen in soil and plant kjeldahl digests. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 20, 961-969.
- Bautista, A. S., Calatayud, A., Nebauer, S. G., Pascual, B., Maroto, J. V. & López-Galarza, S. (2011). Effects of simple and double grafting melon plants on mineral absorption, photosynthesis, biomass and yield. *Scientia Horticulturae*, 130, 575-580.
- Böhm, V., Kappel, N., Balázs, G. & Fekete, D. (2012). Using different

potassium and magnesium treatments in watermelon production. *Review on Agriculture and Rural Development*, 1, 72-77.
- Colla, G., Rouphael, Y., Cardarelli, M., Salerno, A. & Rea, E. (2010a). The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon. *Environmental and Experimental Botany*, 68, 283-291.
- Colla, G., Rouphael, Y., Rea, E. & Cardarelli, M. (2012). Grafting cucumber plants enhance tolerance to sodium chloride and sulfate salinization. *Scientia Horticulturae*, 135, 177-185.
- Colla, G., Suarez, C. M. C., Cardarelli, M. & Rouphael, Y. (2010b). Improving nitrogen use efficiency in melon by grafting. *Scientia Horticulturae*, 45, 559-565.
- Davis, A.R., Perhins-Veazie, P., Sakata, Y., Lopez-Galarza, S., Maroto, J. V., Lee, Sang-Gyu., Huh, Yun-Chan., Sun, Zh., Miguel, A. & King, S. R. (2008). Cucurbit Grafting. *Journal of Critical Reviews in Plant Sciences*, 27, 50-74.
- Davis, A.R., Perhins-Veazie, P., Sakata, Y., Maroto, J.V., Lee, S.G., Huh, Y.C. & Miguel, A. (2008). Grafting effects on vegetable quality. *Scientia Horticulturae*, 43, 1670-1672.
- FAO. (2020). Statistics at FAO. Available online: www.fao.org/statistics/en.
- Hajali, E., Bolandnazar, S. A. & Panahande, J. (2018). Improvement of nutrient uptake, growth index and yield in two populations of East Azerbaijan cucumber by grafting rootstocks. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 49(1), 135-148. (In Farsi)
- Huang, Y., Bie, Z. L., He, S. P., Hua, B., Zhen, A. & Liu, Z. X. (2010). Improving cucumber tolerance to major nutrients induced salinity by grafting onto Cucurbita ficifolia. *Environmental and Experimental Botany*, 69, 32-38.
- Huang, Y., Li, J., Hua, B., Liu, Z., Fan, M. & Bie, Z. (2013). Grafting onto different rootstocks as a means to improve watermelon tolerance to low potassium stress. *Scientia Horticulturae*, 149, 80-85.
- Jang, K. U. (1992). Utilization of sap and fruit juice of Luffa cylindrica L. Res. Rept. Korean Ginseng and Tobacco Institute, Taejon, South Korea: 116.
- Kamiya, E. & Tamura, S. (1964). Studies on grafting in muskmelon. Bull. Shizuoka Pref. *Agriculture and Environment*, 9, 79-83.
- Lamrani, Z., Belakbir, A., Ruiz, JM., Ragala, L., López-Cantarero, I. & Romero, L. (1996). Influence of nitrogen, phosphorus, and potassium on pigment concentration in cucumber leaves. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 27, 1001-1012.
- Lee, J. M. (1994). Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits. *Horticlutural Science*, 29, 235-239.
- Lee, M. & Oda, J. (2003). Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Horticlutural Reviwe*, 28, 61-124.
- Martínez-Ballesta, M. C., Alcaraz-López, C., Muries, B., Mota-Cadenas, C. & Carvajal, M. (2010). Physiological aspects of rootstock–scion interactions. *Scientia Horticulturae*, 127, 112-118.
- Muramatsu, V. (1981). Problems on vegetable grafting. *Shisetu Engei*, 10, 48-53.
- Oda, M., Tsuji, K. & Sasaki, H. (1993). Effect of Hypocotyl Morphology on Survival Rate and Growth of Cucumber Seedlings Grafted on *Cucurbita* spp. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 26, 259-259.
- Olsen, S. R. & Sommers, L. E. (1982). Phosphorus in AL Page, (Ed). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. *Agronomy Mongraphs*, 9.
- Proietti, S., Rouphael, Y., Colla, G., Cardarelli, M., Agazio, M. D., Zacchini, M., Rea, E., Moscatello, S. & Battistelli, A. (2008). Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and

irrigation regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 1107-1114.
- 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., Cardarelli, M., Colla, G. & Rea, E. (2008). Yield, mineral composition, water relations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. *Horticulturae Science*, 43, 730-736.
- Rouphael, Y., Schwarz, D., Krumbein, A. & Colla, G. (2010). Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae*, 127, 172-179.
- Satoh, S. (1996). Inhibition of flowering of cucumber grafted on rooted squash stock. Physiologia Plantarum, 97, 440-444.
- Savvas, D., Colla, G., Rouphael, Y. & Schwarz, D. (2010). Amelioration of heavy metal and nutrient stress in fruit vegetables by grafting. *Scientia Horticulturae*, 127, 156-161.
- Traka-Mavrona, E., Koutsika-Sotiriou, M. & Pritsa, T. (2000). Response of squash (Cucurbita spp.(as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). *Scientia Horticulturae*, 83, 353-362.
- Turhan, A., Ozmen, N., Kuscu, H., Serbeci, M. S. & Seniz, V. (2012). Influence of rootstocks on yield and fruit characteristics and quality of watermelon. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 53, 336-341.
- Venema, J. H., Dijk, B. E., Bax, J. M., van Hasselt, P. R. & Elzenga, J. T.M. (2008). Grafting tomato (*Solanum lycopersicum*) onto the rootstock of a high-altitude accession of Solanum habrochaites improves suboptimal-temperature tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 63, 359-367.
- Waling, I., Vark, W. V., G Houba, G. & Van der Lee, J. J. (1989). Soil and plant analysis, a series of syllabi: Part 7. Plant Analysis ProceduresWageningen Agriculture University.
- Yetışır, H., Sari, N. & Yücel, S. (2003). Rootstock resistance to Fusarium wilt and effect on watermelon fruit yield and quality. *Phytoparasitica*, 31, 163-169.
- Yetisir, H. & Erhan, A. (2013). Rootstocks effect on plant nutrition concentration in different organ of grafted watermelon.
- Zhou, Y., Huang, L., Zhang, Y., Shi, K., Yu, J. & Nogués, S. (2007). Chill-induced decrease in capacity of RuBP carboxylation and associated H2O2 accumulation in cucumber leaves are alleviated by grafting onto figleaf gourd. *Annals of Botany*, 100, 839-848.
- Zhou, Y., Zhou, J. Huang, L., Ding, X., Shi, K. & Yu, J. (2009). Grafting of Cucumis sativus onto Cucurbita ficifolia leads to improved plant growth, increased light utilization and reduced accumulation of reactive oxygen species in chilled plants. *Journal of Plant Research* 122, 529-540.

The Effect of Grafting on Several Commercial Cucurbit Rootstocks on Growth, Yield, Nutrient Uptake and Fruit Quality of Some Greenhouse Cucumber Cultivars

Asrin Mohamadpour[1], Sahebali Bolandnazar[2*] and Jaber Panahandeh Yingjeh[3]

Journal of Vegetables Sciences, Spring & Summer 2022, Vol 6, No 11(1), Pages (1-16)
doi:10.22034/iuvs.2021.528996.1156