

Evaluation of the Growth and Yield of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Fruit Grafted on Different Rootstock in Hydroponic Greenhouse Cultivation

Morteza Ghalamkariannejad¹, Reza Salehi^{2*}, Majid Shokrpour²

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

*Corresponding author: salehir@ut.ac.ir

(Received: 18 August 2024

Revised: 06 September 2024

Accepted: 06 September 2024)

Extended Abstract

- 1. Introduction:** Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is a highly significant vegetable cultivated worldwide. Cucumber belongs to the Cucurbitaceae family and is the third most significant vegetable cultivated globally, following tomatoes and onions. It also has a significant role in the Iranian food basket. The cultivation of various vegetables, including cucumber, is encountering challenges such as harm inflicted by numerous soil-borne fungal diseases and adverse environmental conditions like drought and salinity. However, by grafting cucumber onto appropriate rootstocks, these issues can effectively be mitigated or entirely overcome. Grafting in herbaceous vegetables is a distinctive technique where a commercially viable scion is fused with a compatible rootstock to address both biotic and abiotic challenges in production. This study examines the impact of certain rootstocks on the yield and morphological characteristics of cucumber.
- 2. Materials and Methods:** To assess the impact of different rootstocks on cucumber yield and morphological characteristics, we used a commercial cultivar, 'Monza' as the scion, which was grafted onto three different commercial rootstocks, including 'Marvel' (an inter-specific squash), 'Sentinel' (a melon type), and a bottle gourd line. The experiment was conducted from November 2019 to August 2020 in a greenhouse located at the Department of Horticultural Sciences, Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. After sowing seeds of both rootstocks and scion, plants were grafted, and for healing grafted plants, they placed them in a grafting room with controlled conditions for humidity (100% RH) and temperature. Grafted plants are held in the grafting room for one week to allow the union of the grafted area, and then, the grafted plants are moved out of the grafting room. Transplants obtained through grafting were hydroponically grown under greenhouse conditions, and the experiment was run based on a randomized complete block design. Growing media was cocopeat and perlite with a 1:1 ratio and filled in pots. Several traits were measured, including yield, fruit juice total soluble solids (TSS), fruit juice pH, number of fruits per plant, mean fruit weight, fruit dry matter percentage, stem length, fresh and dry weights of roots, shoots, stems, leaves, and total fresh and dry weights. In addition, the dry-to-fresh weight ratio was determined for all plant organs, including roots, shoots, stems, and leaves, as well as the ratio of total dry weight of plants to fresh weight.
- 3. Results and Discussion:** The findings indicated that the self-grafted plants had the highest yield, followed by the non-grafted plants (10331.6 and 10038.1 g/plant, respectively), with no significant difference. The lowest yield was observed in the Sentinel rootstock (6686.5 g/plant). Highest yield obtained from Marvel and Bottle gourd rootstocks (7760.1 and 7693 g/plant, respectively). All rootstocks exhibited lower yield ($p < 0.01$) compared to the self-grafted and non-grafted control groups. The bottle gourd had the highest total soluble solids (TSS) content at 4.12%, while the Marvel had the lowest TSS content at 3.8%. Both rootstocks showed a significant difference compared to the self-grafted and non-grafted controls. The maximum stem length achieved through self-grafting control was 12.69m, followed by plants grafted on Marvel rootstock, while the minimum stem length obtained from the Sentinel group was 8.88cm, which was significantly lower than both the self-grafted and non-grafted control groups. The maximum stem length between rootstocks obtained from the Marvel variety is 12.04cm, which did not show a significant difference compared to the self-grafted and non-grafted controls. The Marvel rootstock yielded the highest fresh and dry root weight compared to all other treatments ($p < 0.01$). No significant difference was observed between the pH of fruit juice in any of the grafted and non-grafted plants.
- 4. Conclusion:** The interaction between the scion and rootstock yields varying outcomes in grafted plants. The level of compatibility between the scion and rootstock can significantly impact the physiological and morphological characteristics of the grafted plant. The results obtained indicate that 'Marvel' and bottle

gourd rootstocks were the most compatible with 'Monza'. On the other hand, the lowest compatibility was observed with the 'Sentinel' rootstock, which had the lowest measured indexes in terms of yield, stem length, fresh and dry weight of shoot, root, leaves, and total fresh and dry weight. Further experimentation with altered nutrition and cultivation conditions is necessary to assess the capabilities of rootstocks under various cultivation conditions and enhance the yield and quality of the crop.

Keywords: Bottle gourd, Grafting, Marvel, Monza, Sentinel

Citation: Ghalamkariannejad, M., Salehi, R. & Shokrpour, M. (2026). Evaluation of the Growth and Yield of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Fruit Grafted on Different Rootstocks in Hydroponic Greenhouse Cultivation . *Journal of Vegetables Sciences*, 18(2), 173-186. doi:10.22034/iuvs.2024.2039033.1382

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>).



ارزیابی رشد و عملکرد میوه خیار (*Cucumis sativus* L.) پیوند شده

روی پایه‌های مختلف در کشت گلخانه‌ای هیدروپونیک

مرتضی قلمکاریان نژاد^۱، رضا صالحی^{۲*}، مجید شکرپور^۲^۱ - دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران^۲ - دانشیار گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران*نویسنده مسئول: salehir@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۸

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر پایه‌های مختلف بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی خیار (*Cucumis sativus* L.) انجام شد. به همین منظور با استفاده از سه پایه تجاری مارول (Marvel)، سنتینل (Sentinel) و کدو قلیانی (Bottle gourd) و یک رقم تجاری خیار با نام مونزا (Monza) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به صورت کشت هیدروپونیک در گلخانه سبزیکاری گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۳۹۹ به اجرا در آمد. در این آزمایش شاخص‌هایی مانند عملکرد، تعداد میوه در بوته، متوسط وزن میوه، کل مواد جامد محلول (TSS)، طول ساقه، وزن تر و خشک ساقه، برگ، ریشه و کل بوته و نسبت بین آنها، pH آب میوه و نسبت وزن خشک به تر میوه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پیوند بر افزایش عملکرد تاثیر نداشت. بیشترین میزان عملکرد از بوته‌های شاهد غیر پیوندی و خود پیوندی (۱۰۳۳۱/۶ و ۱۰۰۳۸/۱ گرم) به دست آمد که به طور معناداری بالاتر از کلیه پایه‌های مورد استفاده بود. کمترین میزان عملکرد در پایه سنتینل به میزان (۶۶۸۶/۵ گرم) مشاهده گردید. بیشترین میزان کل مواد جامد محلول در پایه کدو قلیانی مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نشان داد. کمترین میزان کل مواد جامد محلول هم از پایه مارول به دست آمد و پس از آن کمترین میزان متعلق به پایه سنتینل بود. با توجه به نتایج به دست آمده پایه‌های مارول و کدو قلیانی با رقم خیار مونزا سازگاری بهتری نسبت به پایه سنتینل داشتند.

واژه‌های کلیدی: پیوند، سنتینل، کدو قلیانی، مارول، مونزا.

استناد: قلمکاریان نژاد، م.، صالحی، ر.، شکرپور، م. (۱۴۰۴). ارزیابی رشد و عملکرد میوه خیار (*Cucumis sativus* L.) پیوند شده روی پایه‌های مختلف در کشت گلخانه‌ای هیدروپونیک. علوم سبزی‌ها، ۱۸(۲)، ۱۸۶-۱۷۳.

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 به صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

مقدمه

خیار گیاهی است از خانواده کدوییان (Cucurbitaceae) که با نام انگلیسی (Cucumber) و با نام علمی (*Cucumis sativus* L. var. *sativus*) شناخته می‌شود (Staub *et al.*, 2008). خیار یکی از محصولات مهم در سراسر جهان است، به طوریکه پس از گوجه فرنگی و پیاز در رده سوم مهمترین سبزیهای قرار دارد که مورد کشت و کار قرار می‌گیرند (Zhao *et al.*, 2018, Sun & Weng, 2011). در سبب غذایی ایرانیان نیز در میان سبزی‌ها، خیار سهم عمده‌ای را به خود اختصاص داده و همه اقشار جامعه این محصول را استفاده می‌کنند (Sandooghiet *al.*, 2018).

تولید بسیاری از سبزی‌ها از جمله خیار در همه نقاط جهان با مشکلاتی روبه‌رو می‌باشد. از جمله مشکلاتی که امروزه تولید خیار با آن مواجه است می‌توان به مواردی همچون خسارت ناشی از بسیاری بیماریهای قارچی خاکزاد، آسیب آفاتی همچون نماتدها و تنش‌های غیر زیستی مانند خشکی، شوری، تنش غرقابی و دماهای پایین اشاره نمود که بسیاری از آنها با استفاده از پیوند خیار روی پایه‌های مناسب یا به کلی رفع شده و یا تا حد زیادی از تاثیرشان کاسته می‌گردد (Singh & Rao, 2014). به همین دلیل امروزه پیوند به عنوان روشی معمول برای افزایش تولید در سبزی‌ها، خصوصا در دو خانواده کدوییان و بادنجان سانان، مورد استفاده قرار می‌گیرد که نسبت به روشهای قدیمی همچون روشهای به زراعی به تنهایی، گزینه مناسبتری محسوب می‌گردد. چرا که در روش کاشت گیاهان پیوند شده، همزمان از خصوصیات مثبت و منحصر به فرد دو گیاه با ژنوتیپ‌های مختلف بهره برداری می‌شود که منجر به نتایج بهتری در امر تولید محصولات خواهد شد (Gautier *et al.*, 2019)، (Gaion *et al.*, 2017). پیوند ابزاری است که در سبزی‌ها برای بهبود تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد. این عمل شامل استفاده از یک گیاه قوی برای جایگزینی با سیستم ریشه یک رقم تجاری مطلوب

است که نسبت به یک یا چند عامل تنش زای محل تولید حساسیت دارد. به گیاهی که سیستم ریشه‌ای جدید را تولید می‌کند پایه و گیاهی که بر روی آن رشد می‌کند پیوندک می‌گویند. اولین گزارش ثبت شده در مورد استفاده از پیوند سبزی‌ها مربوط به اواخر دهه ۱۹۲۰ میلادی در ژاپن است که در آن گیاه هندوانه بر روی کدوی قلیانی به منظور جلوگیری از پژمردگی فوزاریومی پیوند شد (Gaion *et al.*, 2017). 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 گرفته است (Hassanzadeh *et al.*, 2022).

با وجود اینکه تولید نشاهای پیوندی کاری بسیار پرهزینه می‌باشد، اما مزیت‌هایی که گیاهان پیوندی دارند موجب گردیده تا استفاده از این نشاها هر ساله در سطح جهان گسترده‌تر شود. دلایلی که موجب می‌گردد استفاده از نشاء پیوندی با وجود هزینه بالا توجیه پذیر باشد عبارتند از: مقابله با تنش‌های زیستی و غیر زیستی (که سبزیجات میوه‌ای همچون خیار را تحت تاثیر قرار داده و موجب تاثیرات منفی شدید در رشد و تولید آنها می‌گردد)، افزایش عملکرد و کیفیت و افزایش کارایی مصرف آب (Kumar *et al.*, 2017; Colla *et al.*, 2014; Kubota *et al.*, 2008). همچنین پیوند در خیارهایی که با روش هیدروپونیک کشت می‌شوند به منظور طولانی‌تر شدن دوره برداشت مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این حال کیفیت میوه بر روی گیاهان پیوندی در مقایسه با گیاهانی که بر روی ریشه خود رشد می‌کنند می‌تواند شدیداً کاهش پیدا کند (Lee, J.M, 2003). در سال ۱۹۸۱ موراماتسو (Muramatsu) گزارش داد که محصولات پیوندی مانند خیار که در مرحله نارس برداشت می‌شوند در مواردی در اثر پیوند دچار کاهش کیفیت میوه می‌شوند (Singh & Rao, 2014). تحقیقات نشان داده پیوند می‌تواند بر عملکرد و صفات کیفی خیار تاثیر منفی داشته باشد. در تحقیقی خیار رقم خسیب

moschata, *C.maxima* x *C.moschata*, *Cucurbita ficifolia*) پیوند زدند و سپس گیاهان پیوندی و شاهد غیر پیوندی را در تونل های پلاستیکی کشت کردند. نتایج نشان داد که بوته های پیوند شده روی پایه هیبرید بین گونه ای (*C.maxima* x *C.moschata*) به طور معناداری عملکرد بالاتری نسبت به بوته های شاهد غیر پیوندی داشتند، اما پایه های دیگر تفاوت معناداری از نظر عملکرد با بوته های شاهد غیر پیوندی نداشت (Guan & Haseman, 2020). این تحقیق با هدف بررسی سه پایه تجاری خانواده کدویان روی شاخص های رویشی و عملکرد گیاه خیار به منظور تعیین یک پایه مناسب برای این گیاه انجام شد. در این آزمایش فرض بر این است که پایه می تواند بر خصوصیات رشدی و عملکردی در خیار تاثیر قابل توجهی بگذارد.

مواد و روش ها

این تحقیق به منظور بررسی و مقایسه برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و شیمیایی بوته و میوه خیارهای پیوندی با غیر پیوندی انجام گرفت. در این آزمایش از یک رقم کدوی هیبرید به نام مارول 'Marvel'، یک رقم ملون هیبرید به نام سنتینل 'Sentinel' تهیه شده از شرکت بذر تاکی ژاپن (Takii Seed) و یک رقم کدو قلیانی (Bottlegourd) تهیه شده از شرکت بذر نانگ وو بیو کره جنوبی (Nongwoo Bio) به عنوان پایه و یک رقم خیار تجاری به نام مونزا 'Monza' محصول شرکت بذر سمینیس آلمان (Seminis) به عنوان گیاه شاهد، خودپیوندی و همچنین پیوندک مورد استفاده قرار گرفتند (جدول شماره ۱). این تحقیق در فصل زمستان سال ۱۳۹۸ تا تابستان ۱۳۹۹ در گلخانه های بخش سبزیکاری گروه علوم باغبانی دانشکده گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهر کرج در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار به روش کشت هیدروپونیک انجام گرفت

(Khasib) به منظور بررسی تاثیر کارایی پیوند در کشت گلخانه ای هیدروپونیک، بر روی چندین پایه شامل دو پایه محلی (*Local landrace*) و کدو قلیانی (*Lagenaria siceraria*) و کدو تنبل (*Cucurbita maxima*) و هیبریدهای بین گونه ای شامل (909، 913، Ferro، 19-64 و شینتوزا) پیوند گردید و با گیاهان شاهد غیر پیوندی کشت و مقایسه گردید. نتایج حاکی از آن بود که پیوند موجب افزایش عملکرد نشد. بیشترین میزان عملکرد بوته های پیوندی از پایه Ferro به دست آمد که تفاوتی با بوته های شاهد غیر پیوندی نداشت. عملکرد روی برخی پایه ها به میزان قابل توجهی پایین تر از بوته های شاهد بود. به طوریکه روی پایه کدو قلیانی (۴۴٪-)، پایه 913 (۷۳٪-) و پایه 19-64 (۳۵٪-) کم تر از عملکرد بوته های شاهد بود. میزان کل مواد جامد محلول (TSS) در میوه های تولید شده روی بوته های غیر پیوندی به طور معناداری بالاتر از میوه بوته های پیوندی بود (Farhadi et al., 2016). در تحقیقی که در دانشگاه کوکورووا انجام گرفت هندوانه رقم (Crimson Tide) بر روی ۱۰ پایه از (*Cucurbita moschata*)، (*Lagenaria siceraria* و *Cucurbitamaxima*) پایه های هیبرید (*C.maxima* x *C.moschata*) شامل (P360 و Gold Tosa، Strong Tosa) و چهار پایه هیبرید (*Lagenaria spp*) شامل (Skopje، Emphasis، 211 و FR6) پیوند گردید و در تونل پلاستیکی کشت شد. نتایج نشان داد که گیاهان پیوندی رشد قوی تری نسبت به شاهد داشته و وزن تر بالاتری نسبت به گیاهان شاهد دارا بودند. همچنین گیاهان پیوندی دارای وزن خشک بالاتری نسبت به گیاهان شاهد بودند. پایه های جنس (*Lagenaria*) عملکرد بالاتر و پایه های جنس (*Cucurbita*) عملکرد پایین تری نسبت به گیاهان شاهد ثبت کردند (Yetisir and Sari, 2003). در یک مطالعه گوان و هاسمن (Socrates) را به منظور بررسی عملکرد و رشد بوته ها بر روی چند پایه شامل (*Cucurbita*)

جدول ۱- خصوصیات پایه و پیوندک مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Scion and rootstock type, names and characteristics

مشخصات پایه و پیوندک Scion & Rootstock Characteristics	دسته بندی محصول Crop Type	تولید کننده Developer	نوع پایه و پیوندک Scion & Rootstock Type
رقم رشد نامحدود مخصوص تولید گلخانه، میوه فرم رسمی، تولید یک تا دو گل در هر گره، تولید مناسب در فصل سرد Indeterminate growth habit suitable for greenhouse production, 1-2 fruits per node, Suitable for cold and warm season production, Fusarium wilt sensitive	Cucumber (<i>Cucumis sativus</i>)	شرکت Seminis	خیار رقم مونزا (Monza)
قدرت رشد متوسط تا زیاد، رشد مناسب در دمای پایین، مقاوم به فوزاریوم Medium to high growth rate, good growth at low temperature, Fusarium wilt resistant	<i>C. maxima</i> x <i>C. moschata</i>	شرکت Takii Seed	کدو مارول Marvel
قدرت رشد متوسط، مقاوم به فوزاریوم Intermediate growth vigor, Fusarium wilt resistant	<i>Cucumis melo</i>	شرکت Takii Seed	ملون هیبرید Sentinel
قدرت رشد متوسط تا زیاد، مقاوم به فوزاریوم Intermediate to high growth vigor, Fusarium wilt resistant	<i>Lagenaria siceraria</i>	شرکت Nong Woo Bio	کدو قلیانی هیبرید Bottle gourd

کشت بذرها و انجام پیوند

ابتدا محیط کشت نشاها آماده سازی شد. به این منظور کوکوپیت فشرده خیسانده شد و پس از باز شدن بافت فشرده آن شستشو به منظور رفع شوری انجام شد. پس از آن کوکوپیت در حفرات سینی‌های کاشت ۵۰ حفره‌ای ریخته شد و بذرها در آن کشت گردید. کاشت بذرهاى سنتینل و پایه کدو قلیانی در تاریخ ۱ آذر ۱۳۹۸ و ۵ روز قبل از کاشت بذرهاى خیار و کاشت بذرهاى پایه مارول ۵ روز پس از کاشت بذر خیار صورت گرفت تا از نظر میزان رشد و آمادگی پایه و پیوندک از نظر قطر ساقه و مراحل رشدی مطابقت بهتری ایجاد شود. کاشت بذر خیار جهت گیاهان شاهد هم همزمان با کاشت پایه مارول صورت گرفت. آبیاری روزانه سینی‌ها تا جوانه زنی بذرها به طور منظم انجام گرفت.

پیوند و مقاوم سازی گیاهچه‌های پیوندی

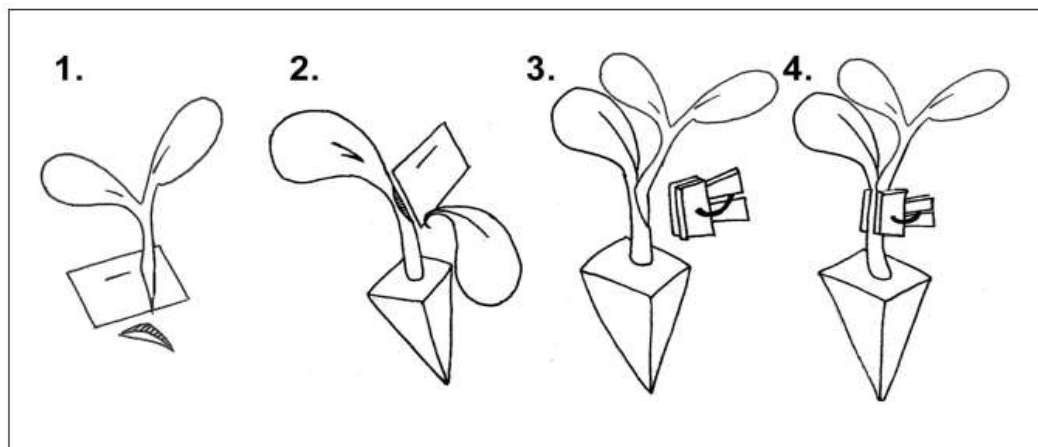
در تاریخ ۲۳ آذرماه ۱۳۹۸ گیاهچه‌ها در مرحله برگ حقیقی اول به اتاق پیوند منتقل گردید و عمل پیوند

انجام شد. عمل پیوند با استفاده از روش پیوند تک لپه (نیمانییم) انجام شد و پس از قرار گیری پیوندک روی پایه، محل پیوند به وسیله گیره پیوند جهت جوش خوردن ثابت گردید (شکل ۱).

پس از انجام پیوند گیاهچه‌های پیوند شده داخل سینی‌های کاشت قرار گرفت و در اتاقک مخصوص پیوند با دما، نور و رطوبت کنترل شده جهت التیام و جوش خوردن محل پیوند قرار گرفت. دمای اتاقک پیوند روی ۲۵ درجه قرار گرفت و رطوبت محیط با استفاده از رطوبت ساز سرد روی ۱۰۰ درصد رطوبت نسبی تنظیم گردید. در دو روز اول گیاهچه‌های پیوندی در تاریکی کامل قرار گرفت تا عمل جوش خوردن محل پیوند بهتر صورت گیرد و پس از آن گیاهچه‌ها در ۸ ساعت روشنایی نور سفید و ۱۶ ساعت تاریکی قرار گرفت. رطوبت نسبی پس از روز دوم به ۹۰ درصد کاهش داده شد تا موجب گندیدگی محل پیوند و آلودگی برگها به قارچ و باکتری نشود. آبیاری بسترها پس از کاهش رطوبت به منظور جلوگیری از خشک شدن گیاهچه‌های

قرار گرفت تا عمل مقاوم سازی در آنها صورت گیرد. همزمان با مقاوم سازی آبیاری روزانه با محلول غذایی مناسب برای نشاء صورت گرفت (جدول ۲).

پیوندی انجام شد. گیاهچه‌های پیوند شده پس از روز هفتم به خارج از اتاقک پیوند منتقل گردید و در محیط گلخانه و دور از نور مستقیم خورشید به مدت یک هفته



شکل ۱- نحوه انجام پیوند تک لپه (نیمانیم) (Davis et al, 2013)

۱- برش مورب ساقه پیوندک با زاویه ۳۵ تا ۴۵ درجه از ۱ سانتیمتر زیر لپه‌ها ۲- برش یک لپه و جوانه جانبی و انتهایی ساقه پایه با همان زاویه برش پیوندک و نگهداری یک لپه ۳- قرار دادن محل برش پایه و پیوندک روی هم ۴- ثابت کردن محل پیوند با گیره پیوند

Figure 1. The one cotyledon grafting method.

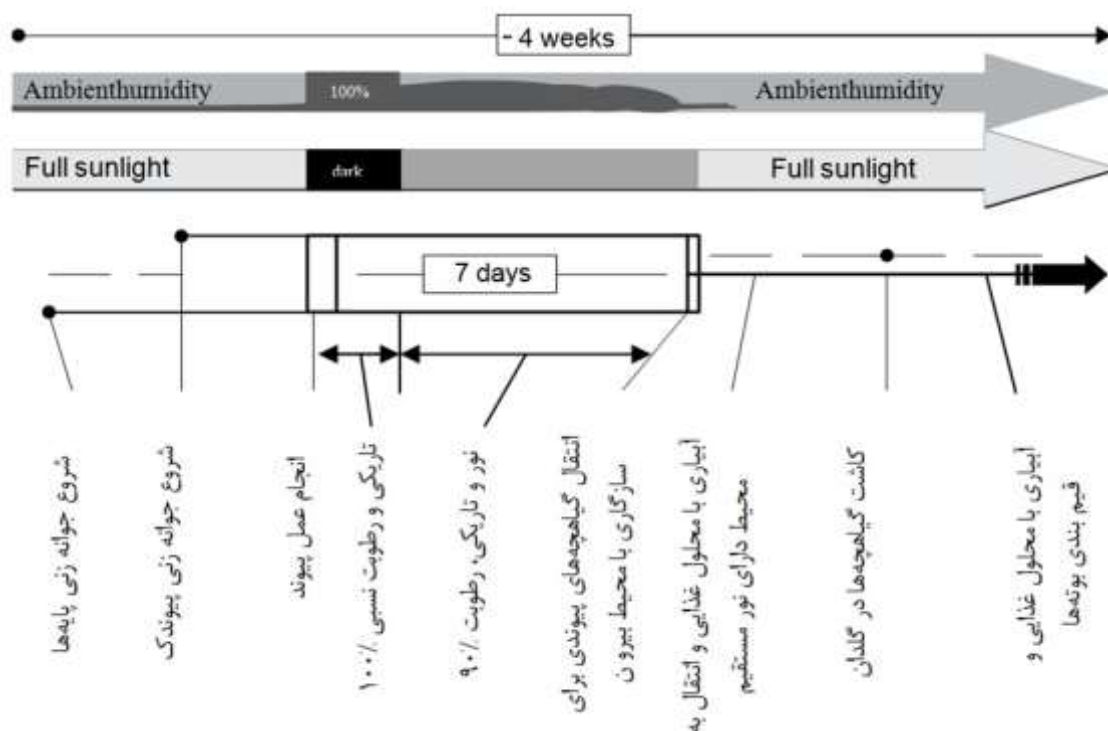
Step1- Preparing the scion by making a diagonal cut 1cm under the cotyledons with 35'-45' angle; step2- Preparing the rootstock with the same diagonal cut in the scion; step3- joining the plants; step 4- securing the joined region with a grafting clip

شده در گلخانه قرار گرفت. شرایط دمایی گلخانه نگهداری نشاء و گلخانه اصلی ۲۴ درجه در روز و ۱۷ درجه سانتیگراد در هنگام شب بود و از نظر رطوبت نسبی ۶۰ تا ۶۵ درصد بود. از نظر شرایط نوری هم نور وابسته به فصل در گلخانه وجود داشت. آبیاری قطره‌ای با محلول غذایی از همان ابتدا آغاز

پس از گذشت ۸ روز با رشد ریشه‌ها در گلدان و استقرار گیاهچه‌ها قیم بندی با نخ‌های پلاستیکی انجام شد و با رشد بوته‌ها عمل تاب دادن بوته‌ها به دور قیم‌ها به صورت منظم و روزانه انجام شد. (شکل ۲ مراحل مختلف کاشت بذر تا انتقال نشاء پیوندی به گلخانه).

کاشت گیاهچه‌ها در گلدان و قیم بندی بوته‌ها

پس از مقاوم سازی گیاهچه‌ها کاشت آنها در گلدان انجام شد. به همین منظور گلدانهای پلاستیکی ۱۰ لیتری تهیه شد و بستر کاشت تشکیل شده از مخلوط کوکوپیت شستشو شده و پرلیت به نسبت ۱:۱ در آنها ریخته شد. سپس گیاهچه‌ها در گلدان کاشته شد و در محل تعیین گردید (جدول ۳). آبیاری به صورت تمام اتوماتیک و توسط سیستم مجهز به زمان سنج دیجیتال در ساعات مشخص روزانه ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۶ در فصل زمستان تا نیمه اردیبهشت و پس از آن تا پایان دوره برداشت یک دور آبیاری در ساعت ۱۸ اضافه گردید که با هر آبیاری ۳۵۰ میلی لیتر محلول غذایی به بوته‌ها داده شد.



شکل ۲- مراحل تولید نشاء پیوندی از کاشت بذر پایه و پیوندک تا انتقال به گلخانه در نگاه کلی

Fig 2- Production of grafted plants from start to end in a general view

جدول ۲- غلظت عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف محلول غذایی مورد استفاده در تغذیه نشاءها

Table 1- concentration of macro and micro elements in nutrient solution for transplants

عناصر غذایی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	منگنز	روی	بور	مس	مولیبدن
Nutrients	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
غلظت mg/l	126.5	34.5	194.3	93.5	32.4	5	0.5	0.05	0.5	0.02	0.01

جدول ۳- غلظت عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف محلول غذایی مورد استفاده در تغذیه بوته‌های در حال رشد

Table 2- concentration of macro and micro elements in nutrient solution in the greenhouse

عناصر غذایی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	منگنز	روی	بور	مس	مولیبدن
Nutrients	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
غلظت mg/l	190	52.6	293.3	140.3	48.6	5	0.5	0.05	0.5	0.02	0.01

پایینی بوته‌ها حذف گردید و بوته‌ها به تدریج پایین کشیده شد و برگهای برداشت شده وزن کشی شد و جهت اندازه‌گیری وزن خشک در پاکت‌های کاغذی نگهداری گردید. همزمان در چند مرحله میوه‌های برداشت شده جهت اندازه‌گیری صفات کل مواد جامد محلول، pH و وزن خشک میوه‌ها انتخاب و خشک

صفات مورد ارزیابی

سه هفته پس از انتقال نشاءها با رسیدن اولین میوه‌ها برداشت و توزین همزمان میوه‌های برداشت شده آغاز گردید. برداشت میوه‌ها تا اواسط شهریورماه انجام شد و کلیه داده‌های مربوطه جهت انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری ثبت گردید. همزمان با رشد بوته‌ها برگهای

مارول (۷۷۶۰/۱ و ۷۶۹۳ گرم) به دست آمد که از بوته‌های شاهد پایین‌تر بود و تفاوت معنی‌داری را بین عملکرد بوته‌های پیوندی و شاهد خودپیوندی و غیر پیوندی نشان داد. (شکل ۳). گزارش شده که پیوند بر روی برخی پایه‌ها (*Lagenaria siceraria*)، ۹۱۳ و ۱۹-۶۴) منجر به کاهش عملکرد شده و پیوند روی برخی دیگر از پایه‌ها (Ferro) تفاوتی معناداری در عملکرد گیاهان پیوندی با بوته‌های شاهد ایجاد نمی‌کند (Farhadi et al., 2016). از نظر تعداد میوه در بوته بیشترین تعداد به ترتیب متعلق به بوته‌های خودپیوندی و غیر پیوندی (۹۷/۰۶ و ۹۳/۶۶ عدد) و کمترین تعداد متعلق به بوته‌های پیوند شده روی پایه سنتینل بود (۶۳/۸۳ عدد). از نظر صفت تعداد میوه در بوته بین بوته‌های شاهد و پیوندی تفاوت معناداری در سطح ۵ درصد مشاهده گردید که با توجه به عدم وجود تفاوت معنادار در متوسط وزن میوه در تیمارهای مختلف مشخص می‌شود که عملکرد بالاتر در بوته‌های شاهد خودپیوندی و غیر پیوندی از افزایش تعداد میوه در بوته ناشی می‌شود (شکل ۴).

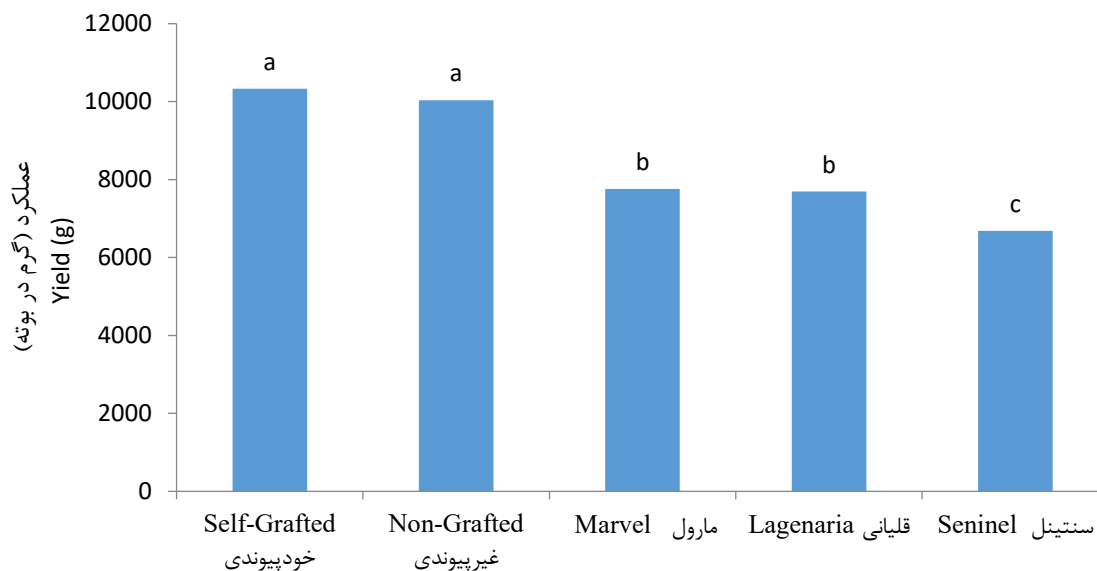
گردید. در پایان دوره کاشت کل بوته‌ها به طور کامل جمع آوری شد و ریشه‌ها، ساقه‌ها و برگ‌های باقی مانده بوته‌ها خشک گردید. کلیه قسمت‌های خشک شده در پاکت‌های کاغذی قرار داده شد و پاکت‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آن ۷۲ درجه سانتیگراد قرار گرفت و پس از آن توزین وزن خشک قسمت‌های مختلف توسط ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم انجام گرفت. کل مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر دستی و pH توسط دستگاه رومیزی برقی اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار Minitab نسخه 18 انجام شد و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

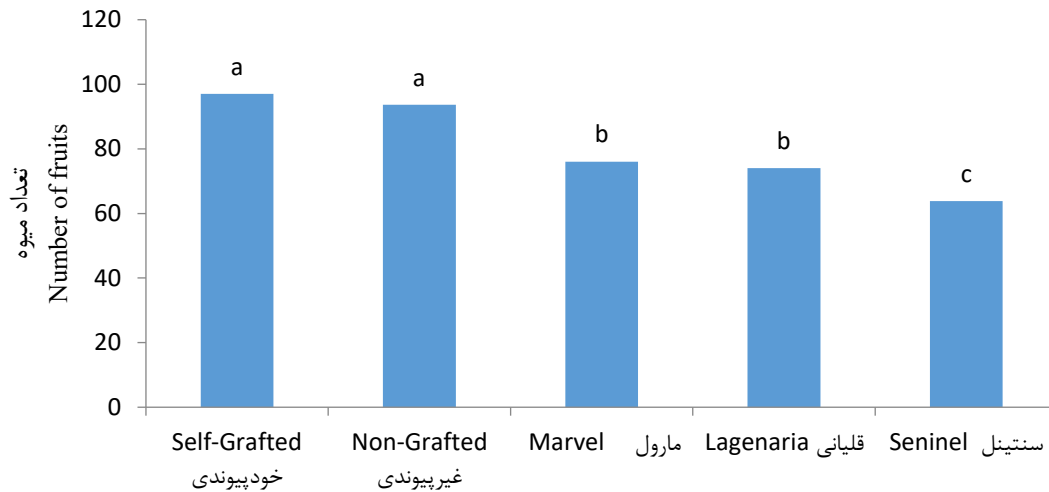
نتایج و بحث

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین عملکرد به ترتیب از بوته‌های خودپیوندی و غیر پیوندی (۱۰۳۳۱/۶ و ۱۰۰۳۸/۱ گرم) و کمترین عملکرد از بوته‌های پیوند شده بر روی پایه سنتینل (۶۶۸۶/۵ گرم) به دست آمد. بیشترین عملکرد بوته‌های پیوندی از پایه کدوقلیانی و



شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد بوته‌های خیار. میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Figure 3- Comparison of the mean yield of cucumber plants. Means sharing a common letter are not statistically significantly different.



شکل ۴- مقایسه میانگین تعداد میوه بوته‌های خیار. میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

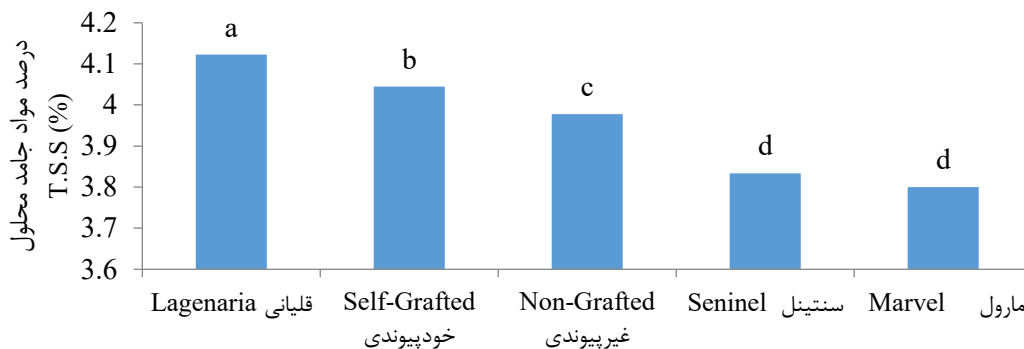
Figure 4- Comparison of the mean number of fruit of cucumber plants. Means sharing a common letter are not statistically significantly different.

به تنش‌ها می‌توانند عملکرد مناسبی داشته باشند. در مطالعه‌ای که توسط محققین در کشت هیدروپونیک خیارهای پیوندی صورت گرفت مشخص گردید پایه‌های کدوی هیبرید (Ferro و 913) بیشترین وزن ریشه را داشتند، اما با این وجود نسبت به خیارهای شاهد غیر پیوندی محصول کمتری تولید کردند (Farhadi *et al.*, 2016). این موضوع نشان می‌دهد در صورت بهینه بودن شرایط کشت احتمالاً استفاده از برخی از پایه‌های قوی برای پیوند خیار ممکن است به عملکرد پایین‌تری در بوته‌های خیار منجر گردد.

بر اساس مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) بیشترین طول ساقه متعلق به بوته‌های خودپیوندی به میزان (۱۲/۶۹ متر) و پایه مارول به میزان (۱۲/۰۴ متر) و کم‌ترین طول ساقه متعلق به بوته‌های پیوند شده روی پایه سنتینل به میزان (۸/۸۸ متر) بود. مطالعات نشان داده استفاده از پایه‌های هیبرید بین گونه‌ای (*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*) مثل (RS841 و Kubai ، Cremna) می‌تواند موجب افزایش طول ساقه نسبت به گیاهان شاهد گردد (Coskun & Toprak, 2023).

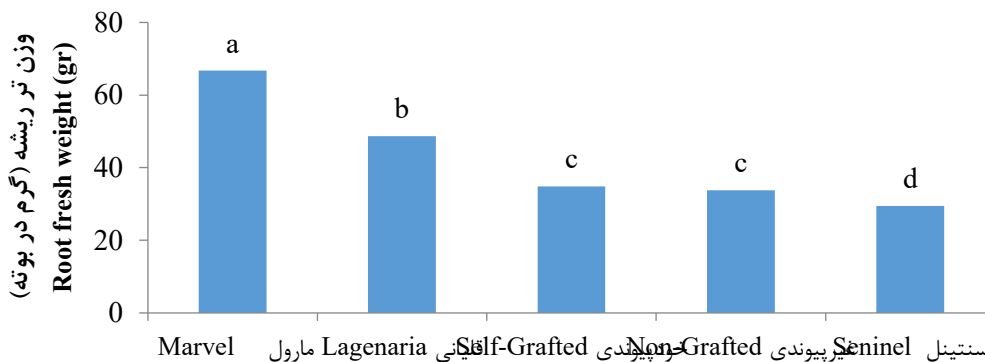
بر پایه نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان مواد جامد محلول (TSS) متعلق به میوه بوته‌های پیوند شده بر روی پایه کدو قلیانی به میزان (۴/۱۲) درصد و کمترین آن متعلق به میوه بوته‌های پیوند شده بر روی پایه مارول به میزان (۸.۳) درصد بود (شکل ۵). بر اساس گزارش محققین میزان کل مواد جامد محلول در میوه‌های خیارهای شاهد با اختلاف معناداری بالاتر از میوه‌های پیوند شده روی پایه‌های مختلف مورد استفاده بود که کمترین میزان آن در میوه تولید شده روی پایه‌های هیبرید بین گونه‌ای (*Cucurbita*) مثل پایه‌های (Shintoza ، Ferro و 913) بود (Farhadi *et al.*, 2016).

بر طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها بیشترین وزن تر ریشه به ترتیب متعلق به پایه مارول و کدو قلیانی بود (۶۶/۷۲ و ۴۸/۶۶ گرم) و کمترین وزن تر ریشه متعلق به پایه سنتینل (۲۹/۴۸ گرم) بود (شکل ۶). این موضوع نشان می‌دهد این پایه‌ها قدرت بالایی در توسعه سیستم ریشه‌ای دارند که در کشت‌های خاکی که محدودیت محیط رشد ریشه وجود ندارد توانایی بالاتری نسبت به ریشه خیار یا ملون داشته و به دلیل مقاومت



شکل ۵- مقایسه میانگین مواد جامد محلول میوه بوته‌های خیار. میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Figure 4- Comparison of the mean TSS of cucumber plants. Means sharing a common letter are not statistically significantly different.



شکل ۶- مقایسه میانگین وزن تر ریشه بوته‌های خیار. میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Figure 6- Comparison of the mean root fresh weights of cucumber plants. Means sharing a common letter are not statistically significantly different.

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی صفات مورفولوژیکی در خیارهای پیوندی و شاهد

Table 5- Mean comparison of some morphological traits in grafted and control Cucumbers

ترکیب پیوندی	طول ساقه (متر)	وزن خشک ریشه (گرم)	نسبت وزن خشک به تر ریشه	وزن تر برگ (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)
Rootstock	Stem length (mr)	Root fresh weight (gr)	Root dry/fresh weight	Leaf fresh weight (gr)	Leaf dry weight (gr)
غیر پیوندی Non-grafted	11.60 ^b	2.82 ^c	0.083 ^a	1014.75 ^a	137.48 ^a
خود پیوندی Self-grafted	12.69 ^a	2.95 ^c	0.084 ^a	950.74 ^{ab}	134.31 ^a
مارول Marvel	12.04 ^{ab}	4.48 ^a	0.077 ^c	922.93 ^b	120.36 ^b
قلیانی Bottle gourd	9.04 ^c	3.78 ^b	0.067 ^b	733.37 ^c	104.94 ^c
سنتینل Sentinel	8.88 ^c	1.92 ^d	0.065 ^d	684.22 ^c	96.35 ^c

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف 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%)

برخی پایه‌های هیبرید بین گونه‌ای کدو مثل (Ferro) بالاتر از شاهد غیر پیوندی بود و در خیارهای پیوندی روی پایه‌هایی مثل کدو قلیانی و شینتوزا وزن خشک پایین‌تری نسبت به بوته‌های شاهد تولید نمود (Farhadi *et al.*, 2016). از نظر وزن تر کل بیشترین میزان متعلق به بوته‌های غیر پیوندی به میزان (۱۳۵۱/۹۵ گرم) و کم‌ترین میزان متعلق به پایه‌های سنتینل و کدو قلیانی (۹۰۰/۹۹ و ۹۹۸/۱۹ گرم) بود که با بوته‌های شاهد غیر پیوندی و پیوندی و پایه مارول اختلاف معناداری نشان داد. در تحقیقی که بر روی هندوانه‌های پیوند شده روی چند نوع پایه کدو انجام گرفت بیشترین میزان وزن تر و خشک کل بوته روی پایه کدو مسمایی (*Cucurbita pepo*) به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر بوته‌ها در سطح ۵ درصد نشان داد، اما پایه‌های کدوی هیبرید (Ferro) و کدو قلیانی با بوته‌های شاهد اختلاف معناداری نشان نداد. با این حال میزان محصول تولیدی روی پایه کدو مسمایی از هر دو نوع پایه دیگر با اختلاف معناداری پایین‌تر بود. میزان ماده خشک تولیدی بیشتر در بوته‌های پیوند شده می‌تواند در اثر جذب بالاتر آب و عناصر غذایی و هورمون‌های درونی تولید شده باشد (Bekhradi *et al.*, 2016). این موضوع نشان می‌دهد میزان ماده خشک تولید شده توسط پایه ارتباط مستقیمی با عملکرد ندارد و سایر فاکتورها از جمله برهمکنش بین پایه و پیوندک بر خصوصیات کمی و کیفی محصول تولیدی موثر خواهد بود.

نتیجه‌گیری کلی

برهمکنش متقابل بین پایه و پیوندک در ترکیبات مختلف پایه و پیوندک تاثیرات بسیار متفاوتی ایجاد می‌کند که در اثر آن، تفاوت در خصوصیات کمی و کیفی بوته‌ها همچون عملکرد، ماده خشک تولیدی و مواد جامد محلول ایجاد می‌شود. چنانچه یک محصول یا یک رقم از یک محصول با یک پایه سازگار، محصولی با کمیت و کیفیت بالاتر تولید می‌کند و یک محصول و یا یک رقم دیگر از یک محصول مشابه، با پیوند روی همان

بر طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان وزن خشک ریشه مربوط به پایه مارول به میزان (۴/۴۸ گرم) و پس از آن پایه کدو قلیانی به میزان (۳/۷۸ گرم) قرار داشت که با بوته‌های شاهد دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بود. گزارش‌ها نشان داده وزن خشک ریشه بیشتر پایه‌های هیبرید کدو همچون (Cremna, Cubai, Devrim, RS41) در خیارهای پیوندی از خیارهای شاهد غیر پیوندی بالاتر است (Coskun & Toprak, 2023). بیشترین نسبت وزن خشک به تر ریشه در خیارهای شاهد خود پیوندی و غیر پیوندی (۰/۰۸۴ و ۰/۰۸۳) مشاهده گردید که با کلیه پایه‌های کدو و ملون دارای اختلاف معنی‌داری بود. تحقیقی نشان داده نسبت بین وزن خشک به تر ریشه در کلیه پایه‌های مورد استفاده در خیارهای پیوندی به طور معناداری پایین‌تر از این نسبت در ریشه خیارهای شاهد غیر پیوندی بود (Coskun & Toprak, 2023). از نظر صفت وزن تر برگ بیشترین مقدار متعلق به بوته‌های شاهد غیر پیوندی و خود پیوندی (۱۰۱۴/۷۵ و ۹۵۰/۷۴ گرم) و کم‌ترین مقدار متعلق به پایه سنتینل (۹۶/۳۵ گرم) بود. از نظر وزن خشک برگ نیز بوته‌های شاهد غیر پیوندی و خود پیوندی (۱۳۷/۴۸ و ۱۳۴/۳۱ گرم) با سایر تیمارها اختلاف معناداری در سطح ۵ درصد داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ۵) بالاترین وزن تر ساقه متعلق به پایه مارول (۳۳۵/۳۴ گرم) بود که با سایر تیمارها اختلاف معناداری در سطح ۵ درصد نشان داد و کمترین میزان وزن تر ساقه متعلق به پایه‌های سنتینل و کدو قلیانی (۱۸۷/۲۸ و ۲۱۶/۱۶ گرم) بود. گزارش‌ها نشان داده وزن تر ساقه در خیارهای پیوند شده روی هیبریدهای بین گونه‌ای کدو مثل (Cremna و Devrim) اختلاف معناداری در سطح ۱ درصد با بوته‌های شاهد غیر پیوندی دارد (Coskun & Toprak, 2023). از نظر وزن خشک ساقه بالاترین وزن خشک ساقه متعلق به بوته‌های خود پیوندی به میزان (۳۱/۶۹ گرم) و کمترین آن متعلق به پایه‌های سنتینل و کدو قلیانی به ترتیب با (۱۷/۹۳ و ۱۹/۹۷ گرم) بود. تحقیقات نشان داده وزن خشک ساقه خیار بر روی

کرد. در نتیجه دو پایه اول گزینه‌های مناسب تری برای استفاده جهت پیوند این رقم خیار در نظر گرفته می‌شود که می‌توان در آزمایشات بعدی با ایجاد تغییرات در شرایط محیطی و تغذیه‌ای کارآیی تولید محصول آنها را بهبود بخشید.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از کلیه کسانی که در مراحل مختلف این پژوهش یاری رسانی نمودند سپاسگزاری می‌نمایند.

پایه نتیجه متفاوتی ایجاد می‌کند و محصول با کمیت و کیفیت متفاوت تولید خواهد کرد. همچنین شرایط محیط کشت و شرایط آب و هوایی مانند دما، نور و شرایط متفاوت تغذیه‌ای می‌تواند در یک ترکیب خاص پایه و پیوندک نتیجه متفاوتی را ایجاد کند که به دلیل ایجاد تغییرات فیزیولوژیک در گیاه در شرایط کشت متفاوت ایجاد می‌شود. بر اساس نتایج به دست آمده از این آزمایش پایه‌های مارول و کدو قلیانی سازگاری مناسب تری با خیار رقم مونزا داشتند در حالی که پایه ملون سنتینل سازگاری ضعیفی را با این رقم خیار ایجاد

جدول ۵- مقایسه میانگین برخی صفات مورفولوژیکی در خیارهای پیوندی و شاهد

Table 6- Mean comparison of some morphological traits in grafted and control Cucumbers

ترکیب پیوندی Rootstock	وزن تر ساقه Stem fresh weight (gr)	وزن خشک ساقه Stem dry weight(gr)	وزن تر کل Total fresh weight(gr)	وزن خشک کل Total dry weight(gr)
غیر پیوندی Non-grafted	303.41 ^b	28.24 ^c	1351.95 ^a	168.54 ^{ab}
خود پیوندی Self-grafted	329.33 ^a	31.69 ^a	1314.94 ^a	178.01 ^a
مارول Marvel	335.34 ^a	29.70 ^b	1318.34 ^a	154.54 ^b
کدو قلیانی Bottle gourd	216.16 ^c	19.97 ^d	998.19 ^b	128.70 ^c
سنتینل Sentinel	187.28 ^d	17.93 ^e	900.99 ^c	116.21 ^c

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک براساس 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%)

References

Bekhradi, F., Kashi, A. & Delshad, M. (2011). Effect of three cucurbits rootstocks on vegetative and yield of 'Charleston Gray' watermelon. *International Journal of Plant Production*, 5 (2), 105-110.
<https://doi.org/10.22069/ijpp.2012.724>

Colla, G., Fiorillo, A., Cardarelli, M. & Roupael, Y. (2014). Grafting to improve abiotic stress tolerance of fruit vegetables. *Acta Horticulturae*, 1041, 119-126.

<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1041.12>

Coskun, O.F. & Toprak, S. (2023). Determination of the effect of cucumber grafting on some morphological and physiological characteristics in hydroponic conditions. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 7(1), 163-170.

<http://doi.org/10.31015/jaefs.2023.1.20>

Davis, A.R., Perkins Veazie, P., Sakata, Y., Lopez Galarza, S., Maroto, J.V., Lee, S.g., Huh, Y.C., Sun, Z., Miguel, A., King, S.R., Cohen, R. & Lee, J.M. (2013).

- Cucurbit grafting. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 27(1), 50-74.
<https://doi.org/10.1080/07352680802053940>
- Farhadi, A., Aroei, H., Nemati, H., Salehi, R. & Giuffrida, F. (2016). The Effectiveness of Different Rootstocks for Improving Yield and Growth of Cucumber Cultivated Hydroponically in a Greenhouse. *Horticulturae*, 2(1), 1-7.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae2010001>
- Gaion, L.A., Braz, L.T. & Carvalho, R.F. (2017). Grafting in Vegetable Crops: A Great Technique for Agriculture. *International Journal of Vegetable Science*, 24(5), 1-18.
<https://doi.org/10.1080/19315260.2017.1357062>
- Gautier, A., Chambaud, C., Brocard, L., Ollat, N., Gambetta, G.A., Delrot, S. & Cookson, S.J. (2019). Merging genotypes: graft union formation and scion/rootstock interactions. *Journal of Experimental Botany*, 70, 747-755.
<https://doi.org/10.1093/jxb/ery422>
- Guan, W., Haseman, D. & Nowaskie, D. (2020). Rootstock Evaluation for Grafted Cucumbers Grown in High Tunnels: Yield and Plant Growth. *HortScience*, 55, 914-919.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI14867-20>
- Hassanzadeh, K., Salehi, 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. (In Persian)
<https://doi.org/10.22034/iuvs.2022.556578.1216>
- Kubota, C., McClure, M.A, Kokalis-Burelle, N., Bausher, M.G. & Rosskopf, E.N. (2008). Vegetable grafting: history, use and current technology status in North America. *HortScience*, 43, 1664-1669.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.6.1664>
- Lee, J.M. & Oda, M. (2003). Grafting of herbaceous vegetables and ornamental crops. *Horticultural reviews*, 28, 61-124.
<https://doi.org/10.1002/9780470650851.ch2>
- Sandooghi, A. & Amini, M. (20). Evaluation of knowledge, attitude and performance of cucumber and tomato greenhouse owners in Isfahan city in healthy crop production. *Journal of soil and plant interactions*, 7(3), 155-166. (In Persian)
<http://dx.doi.org/10.18869/acadpub.ejgcs.t.7.27.155>
- Singh, K.P. & Rao, K.M. (2014). Role of grafting in cucurbitaceous crops- a review. *Agricultural Reviews*, 35 (1), 24-33.
<http://dx.doi.org/10.5958/j.0976-0741.35.1.003>
- Singh, K. P., Roupael, Y., Cardarelli, M. & Colla, G. (2017). Vegetable Grafting as a Tool to Improve Drought Resistance and Water Use Efficiency, *Frontiers in Plant Science*. 8, 1130.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01130>
- Staub, J.E., Robbins, M.D. & Wehner, T.C. (2008). Cucumber. In: Prohens, J. & Nuez, F (Eds) *Handbook of Plant Breeding – Vegetables I, Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae*. Springer, Berlin, Germany. (pp241-282.)
- Weng Y. & Sun Z.Y. (2011). *Genetics, Genomics and Breeding of Cucurbits*. CRC Press.
- Yetisir, H. & Sari, N. (2003). Effect of Different Rootstocks on Plant Growth, Yield, and Quality of Watermelon. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43, 1269-1274.
<https://doi.org/10.1071/EA02095>
- Zhao, L., Liu, A., Song, T., Jin, Y., Xu, X., Gao, Y., Ye, X. & Qi, H. (2018). Transcriptome analysis reveals the effects of grafting on sugar and α -linolenic acid metabolisms in fruits of cucumber with two different rootstocks. *Plant Physiology and Biochemistry*, 130, 289-302.
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.07.008>