فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد بیست و یکم/ شمارهٔ دوم/ صفحات ۹۱-۱۰۵/ پاییز و زمستان ۱۴۰۰
DOI: 10.22084/PPT.2022.17084.1866

تأثیر پیوند و تنش دمایی بر شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی خیار پیوندی بر کدو حلوایی و مسمایی

The Effect of Grafting and Temperature Stress on Growth and Physiological Characteristics of Grafted Cucumber on *Cucurbita moschata* and *Cucurbita pepo*

صابر محمدنیا[۱]، مریم حقیقی[۲*] و علی فرهادی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴
(مقاله پژوهشی)

چکیده

جهت بررسی اثر پیوند خیار (*Cucumis sativus* var. Super daminos) بر روی پایه‌های کدوی حلوایی توده اصفهان (*Cucurbita moschata* var. Isfahan) (Ri) و کدوی مسمایی (*Cucurbita pepo*) (Rm) و مقایسه آن با خیار غیرپیوندی (Rn) و پیوند خیار روی خیار (خودی) (Rc) به‌عنوان شاهد، آزمایشی به‌صورت آزمایش مرکب در مکان در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار دمای مطلوب رشد خیار (۲±۲۷ درجه سانتی‌گراد) و دمای کمینه رشد خیار (۲±۱۵ درجه سانتی‌گراد) به‌ترتیب به‌عنوان شاهد و تنش دمایی پایین با چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا گردید. نتایج پژوهش نشان داد که وزن‌خشک شاخساره در اثر تنش دمایی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و پیوند بر پایه کدو حلوایی و مسمایی باعث افزایش معنی‌داری وزن‌خشک شاخساره تحت تنش دمایی شد. پیوند بر پایه کدو حلوایی و پایه خودی باعث افزایش میزان کلروفیل در شرایط بدون تنش نسبت به سایر تیمارها شد. در شرایط تنش دمای پایین پیوند خیار بر پایه کدو مسمایی باعث افزایش معنی‌دار فتوسنتز نسبت به تیمار غیرپیوندی، پایه خودی و پیوند بر پایه مسمایی شد. هدایت مزوفیلی در اثر تنش دمایی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و پیوند بر پایه مسمایی باعث افزایش جزئی در هدایت مزوفیلی شد. به‌طورکلی پایه کدو بومی اصفهان با بهبود برخی فاکتورهای رشدی و فیزیولوژیکی تحمل خیار را به تنش دمایی نسبت به گیاهان غیرپیوندی افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: فتوسنتز، میوه، فنول، آنتی‌اکسیدان، ریشه

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۳. استادیار، بخش باغبانی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، اصفهان، ایران
*: نویسنده مسئول Email: mhaghighi@cc.iut.ac.ir
مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده اول به‌راهنمایی سرکارخانم مریم حقیقی می‌باشد.

مقدمه

منشأ خیار با نام علمی (*Cucumis sativus* L.) از هند و چین می‌باشد که سپس در اروپا به‌صورت اهلی درآمده است. این گیاه علفی از تیره‌ی کدوئیان که دارای ۱۱۸ جنس و ۸۲۵ گونه است، می‌باشد (*شیتی و وهنر*[1]، 2002). خیار نسبت به دیگر سبزی‌های تیره‌ی کدوئیان در سطح وسیع‌تری کشت می‌شود و ایران سومین تولیدکننده این محصول در دنیا می‌باشد (*فاو*[2]، 2006). این گیاه ازلحاظ باغبانی جزء گیاهان بسیار حساس به سرما است (کلانتر و همکاران، ۱۳۸۷) و در مراحل رشد و نمو نیاز به دمای بالای مناسب به‌خصوص در ناحیه ریشه دارد (*یان*[3] و همکاران، 2013). گیاهان برای رشد بهینه به محدوده دمایی خاصی احتیاج دارند و خارج شدن از این محدوده به‌عنوان یک تنش محسوب می‌شود. گزارش شده است که وقتی گیاه در معرض دماهای بین صفر تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد تغییرات فیزیولوژیکی در آن به‌وجود می آید. از آثار اولیه تنش سرما می‌توان به تغییر رنگ، کلروز، کاهش عمومی رشد، تخریب بافت‌های سلولی، عدم جذب عناصر غذایی، کاهش فتوسنتز، عدم انتقال مواد فتوسنتزی اشاره نمود (*سپانن*[4]، 2000). فتوسنتز جزء اولین فرآیندهایی است که در گیاهان عالی و جلبک‌های سبز تحت تأثیر دمای پایین قرار می‌گیرد (*هاتچیسون*[5] و همکاران، 2000). تنش سرما با تأثیر بر بخش‌های مختلف دستگاه فتوسنتز، ازجمله تنظیم قطر منافذ روزنه‌ها، سنتز رنگیزه‌های فتوسنتزی، فعالیت فتوسیستم‌های I و II هم‌چنین فعالیت آنزیم‌های سیکل کالوین، تثبیت CO_2 در فرآیند فتوسنتز را با مشکل مواجه ساخته و فعالیت فرآیند فتوسنتز را کاهش می‌دهد (*آلن و اورت*[6]، 2001). پیوند روشی است که علاوه‌بر افزایش تحمل گیاهان به بیماری‌ها می‌تواند باعث تحریک رشد و افزایش عملکرد، تأثیر بر کیفیت میوه، تحمل به سرما، مقاومت به شرایط شور و غرقابی و افزایش طول دوره برداشت شود (پوستچی، ۱۳۷۹). در حال حاضر، در کشورهای کره و ژاپن در طول فصول سرد هنگامی‌که درجه حرارت خاک پایین است، از گیاهان پیوندی به‌عنوان یک روش معمول برای تولید موفقیت‌آمیز کدوییان (خیار، کدو و خربزه) در کشت خاکی گلخانه‌های پلی‌اتیلن و به‌منظور بهبود عملکرد میوه، استفاده می‌شود (*لی*[7] و همکاران، 2005b). به‌دلیل مقاومت کدوی برگ‌انجیری و کدوی مسمایی به دمای پایین، این دو گیاه به‌عنوان پایه برای خیار استفاده می‌شوند. چندین مطالعه نشان داده که این پایه‌ها سبب بهبود رشد رویشی و عملکرد اولیه در دمای کم‌تر از حد مطلوب می‌گردند (*ترکا-ماورونا*[8] و همکاران، 2000). بوته‌های خیار که روی کدو پیوند شده بودند زودرس‌تر بودند، به بیماری‌های ریشه‌ای مقاومت بیش‌تری نشان دادند و محصول بیش‌تری نسبت به تیمار شاهد (بدون پیوند) تولید کردند. گیاهان پیوند شده در دماهای پایین‌تر خاک نیز توانستند پایدارتر بمانند (*ویتور و هامنا*[9]، 1999). هم‌چنین پایه می‌تواند اثرات زیادی روی رشد گیاه، عملکرد و کیفیت میوه داشته باشد. پیوند خیار روی پایه های کدو باعث تولید ماده خشک بیش‌تری نسبت به گیاهان غیرپیوندی می‌شود. هم‌چنین با پیوند گوجه‌فرنگی بر روی پایه‌های مناسب می‌توان به عملکردهای بالا دست یافت. علاوه بر هدف‌های اصلی پیوند، خواسته‌های جانبی دیگری نظیر تحریک رشد ساقه، تغییر مراحل نونهالی و بلوغ، بیان جنسیت گل، تنظیم هورمونی، غلبه بر ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی، ازدیاد گیاه، افزایش کیفیت میوه، زودرسی، کنترل اندازه گیاه و طولانی کردن دوره برداشت میوه مطرح می‌باشند (کاشی و همکاران، ۱۳۷۸).

پایه‌های مختلف کدو دارای اثرات متفاوتی بر روی رشد و عملکرد خیار می‌باشند. در تحقیقی چهار پایه مختلف هیبرید Shintozwa (*C. maxima* × *C. moschata*)، کدو مسمایی (*Cucurbita pepo*)، کدو تنبل (*Cucurbita maxima*) و کدوی برگ انجیری (*Cucurbit ficifolia*) برای خیار مورداستفاده قرار گرفت و نتایج نشان داد که پیوند موجب زودرسی محصول شده و عملکرد کل را افزایش داد اما تأثیر معنی‌داری بر کیفیت میوه، مزه، اندازه و شکل میوه خیارهای پیوندی نداشت (کاشی و همکاران، ۱۳۷۸).

بهترین دمای سازگاری در گیاهان از گونه‌ای به گونه‌ای دیگر و حتی درون یک گونه بسته به تنوع ژنتیکی و مورفولوژیکی ژنوتیپ‌ها متفاوت است (*بروا*[10] و همکاران، 2002) و می‌توان از این خاصیت برای مقاومت گیاهان حساس به دمای پایین استفاده کرد. با وجود کاربرد گستردهٔ تکنیک پیوند در پرورش سبزی‌ها در سایر نقاط جهان، مخصوصاً کشورهای شرق آسیا و استفاده از مزایای بی‌شمار این روش، کارهای تحقیقاتی در این زمینه در ایران بسیار نوپا می‌باشد. با توجه به این‌که رشد و عملکرد خیار در دماهای پایین کاهش می‌یابد هدف از اجرای این پژوهش، این است که بتوان به کمک پیوند و معرفی

1. Shetty and Wehner
2. FAO
3. Yan
4. Seppanen
5. Hutchison
6. Allen DJ and Ort
7. Lee
8. Traka-Mavrona
9. Wittwer and Honma
10. Berova

پایه‌های بومی و مقاوم‌تر به سرما مقاومت خیار به تنش سرمایی را افزایش داد و بدین صورت می‌توان تلفات خیار را کم‌تر و در مصرف انرژی در گلخانه‌ها صرفه‌جویی کرد.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر پیوند خیار (*Cucumis sativus* var. Super daminos) بر روی پایه‌های کدوی حلوایی توده اصفهان *Cucurbita moschata* var. Isfahan (Ri) و کدوی مسمایی (*Cucurbita pepo*) (Rm) و مقایسه آن با خیار غیرپیوندی (Rn) و پیوند خیار روی خیار (خودی) (Rc) به‌عنوان شاهد، آزمایشی به‌صورت آزمایش مرکب در مکان در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار دمای مطلوب رشد خیار (۲±۲۷ درجه سانتی‌گراد) و دمای کمینه رشد خیار (۲±۱۵ درجه سانتی‌گراد) با چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا گردید. کنترل روزانه دما جهت تنظیم تیمارها انجام شد، میزان رطوبت نسبی در محدوده ۳۰ تا ۵۰ درصد بود و ۶۰۰۰ لوکس روشنایی تکمیلی با استفاده از لامپ جیوه‌ای به‌صورت ۱۴ ساعت روشنایی، ۱۰ ساعت خاموشی تأمین گردید. بذرها به‌مدت ۱۲ ساعت در آب خیسانده و سپس در گلدان‌های حاوی مخلوط ماسه و خاک باغچه به نسبت ۱ به ۱ کاشته شدند. پیوندک قبل از ظهور برگ حقیقی از ۱ سانتی‌متر زیر برگ‌های لپه‌ای قطع شد و بعد از ظهور برگ حقیقی و رسیدن ساقه به قطر حدود ۰/۵ سانتی‌متر در پایه‌ها، پیوند حفره‌ای بر پایه‌های مختلف انجام گرفت. پس از دو هفته و حصول اطمینان از گرفتن پیوند و پس از عمل مقاوم‌سازی گیاهان پیوندی، گیاهان به گلدان‌های ۴ لیتری منتقل شده و سپس به گلخانه‌های تنظیم شده برای تیمارهای دمایی موردنظر، منتقل گردیدند. در مدت ۴ ماه آزمایش هر هفته ۲۰۰ میلی‌لیتر کود کامل به هر گیاه داده شده و آبیاری به‌صورت منظم انجام شد.

فاکتورهای تعداد گره، برگ، میوه، طول بوته، طول میان‌گره، وزن‌تر و خشک ساقه (از طوقه به بالا)، ریشه، فاکتورهای فتوسنتزی، حجم ریشه، میزان فنول و آنتی‌اکسیدان و خصوصیات میوه و میزان عناصر در آخرین مرحله از آزمایش اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری وزن‌تر و خشک اندام هوایی و ریشه ابتدا ریشه از محل طوقه از قسمت شاخساره جدا شد و وزن‌تر شاخساره و ریشه با ترازوی دیجیتال دقیق دقت اندازه‌گیری یک هزارم گرم اندازه‌گیری گردید. سپس نمونه‌های شاخساره و ریشه به‌صورت جداگانه درون پاکت قرار گرفتند و در آزمایشگاه درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. از ترازوی دیجیتالی دقیق دقت اندازه‌گیری یک هزارم گرم برای اندازه‌گیری وزن‌خشک نمونه‌ها استفاده شد. برای محاسبه طول بوته از محل طوقه تا بلندترین شاخساره، طول گره فاصله بین دو گره متوالی در قسمت میانی بوته، طول ریشه از محل طوقه تا بلندترین ریشه، طول میوه از ابتدا تا انتهای هر میوه به کمک خط‌کش با دقت یک میلی‌متر اندازه گیری شد. در پایان آزمایش تعداد برگ، گره و میوه در هر بوته شمارش گردید. وزن مجموع میوه‌های برداشت‌شده با ترازو اندازه‌گیری شد. حجم ریشه از طریق تغییر حجم آب بر اساس قانون ارشمیدس محاسبه شد. اندازه‌گیری فنول نیز به شیوه فولین سیو کالتئو در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر انجام گرفت (سینگ[1] و همکاران، 2002). اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه به شیوه DPPH انجام شد. عصاره گیاهی در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر قرائت و سپس فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به‌صورت درصد بازدارندگی DPPH محاسبه گردید (یو[2] و همکاران، 2002). مواد جامد محلول میوه توسط رفرکتومتر (مدل OSK10576-II) و سفتی میوه با پنترومتر اندازه گرفته شد (رئیسی[3] و همکاران، 2014). میزان کلروفیل برگ توسط دستگاه کلروفیل‌سنج (مدل ۵۰۲ ساخت شرکت مینولتا، ژاپن) اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ، هدایت روزنه‌ای، میزان تعرق و غلظت CO_2 درون روزنه‌ای از دستگاه پرتابل سنجش فتوسنتز (LI, 6100 شرکت لای کور، ایالات‌متحده آمریکا) استفاده گردید. تمامی اندازه‌گیری‌ها در ساعت ۱۱ صبح و در شدت نور معادل ۱۴۰۰-۱۲۰۰ میکرومول فوتون بر مترمربع بر ثانیه انجام شد. در هر تیمار صفات موردنظر از برگ‌های میانی کاملاً توسعه یافته با ۳ تکرار اندازه‌گیری شدند. داده‌ها ۳۰ ثانیه پس از قرار دادن برگ در داخل محفظه دستگاه اعداد ثبت گردید. هدایت مزوفیلی از تقسیم کردن فتوسنتز به غلظت CO_2 درون روزنه‌ای به‌دست آمد. به‌منظور تعیین کارآیی مصرف آب فتوسنتزی میزان فتوسنتز به هدایت روزنه‌ای تقسیم شده است (فیشر و همکاران، 1998). جهت اندازه‌گیری میزان عناصر بخش هوایی چهار برگ جوان و کامل از هر تیمار جمع‌آوری، سپس به‌طور کامل با آب مقطر شسته شدند، در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و از این ماده خشک برای تعیین میزان ترکیبات معدنی استفاده گردید. تعیین میزان نیتروژن کل در نمونه‌های برگ بر اساس روش کجلدال بود. غلظت پتاسیم و کلسیم

1. Sing
2. Yu
3. Raeisi

توسط روش طیف‌سنجی[1] تعیین شد. درحالی‌که غلظت فسفر توسط روش رنگ‌سنجی[2] در طول‌موج ۴۶۰ نانومتر تخمین زده شد. تعیین رنگ‌سنجی فسفر با استفاده از اسپکتوفتومتر[3] انجام شد. داده‌ها در نرم‌افزار اکسل طبقه‌بندی و با برنامه آماری Statitix 8 آنالیز شدند و مقایسه میانگین داده‌ها به کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد محاسبه شد.

نتایج

تنش دمای پایین باعث کاهش طول بوته، تعداد برگ، طول گره، تعداد گره و وزن‌تر ساقه شد اما بر وزن خشک ساقه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). تحت تأثیر دمای پایین شاخص های فتوسنتزی شامل مقاومت روزنه‌ای، دی‌اکسیدکربن داخل روزنه، تعرق، شاخص فتوسنتز، هدایت مزوفیلی و کارایی آب مصرفی فتوسنتز کاهش معنی‌داری داشت اما بر شاخص کلروفیل اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). وزن‌تر، طول و حجم ریشه تحت تأثیر کاهش دما تغییر معنی‌داری نداشت اما آنتی اکسیدان و فنول افزایش یافت (جدول ۳). طول میوه با کاهش دما کاهش یافت اما سایر خصوصیات میوه تغییر معنی‌داری نداشت (جدول ۴). با کاهش دما جذب کلسیم و سدیم افزایش و سایر عناصر کاهش یافت (جدول ۵).

اثر نوع پایه‌ها بر صفات رویشی نشان داد که بیش‌ترین طول بوته، طول گره در پایه اصفهان و کم‌ترین طول بوته متعلق به پایه کدو مسمایی و کم‌ترین طول گره در پایه پیوند خودی و مسمایی دیده شد (جدول ۱). بیش‌ترین وزن‌تر و خشک ساقه در تیمار پایه غیرپیوندی و کم‌ترین وزن خشک در تیمار مسمایی دیده شد (جدول ۱). مقاومت روزنه‌ای و شاخص فتوسنتز در پایه اصفهان و مسمایی بیش از سایر پایه‌ها و بیش ترین میزان دی‌اکسیدکربن داخل روزنه‌ای در تیمار پایه اصفهان دیده شد. هدایت مزوفیلی و کارایی آب فتوسنتزی در پایه‌های پیوندی کاهش یافت و حداکثر میزان آن در پایه غیرپیوندی بود. تعرق با ایجاد پیوند در کلیه پایه‌ها افزایش یافت (جدول ۲). حجم ریشه در پایه غیرپیوندی و خودی میزان فنول در پایه مسمایی بیش‌ترین میزان را داشت و آنتی اکسیدان میزان طول ریشه و وزن‌تر ریشه در پایه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). طول میوه و میزان مواد جامد محلول بین پایه‌ها تغییری نشان نداد اما تعداد میوه، وزن میوه و سفتی میوه در پایه اصفهان بیش‌ترین میزان را داشت (جدول ۶). میزان جذب عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر در پایه غیرپیوندی و منیزیم در پایه خودی و سدیم در پایه غیرپیوندی و خودی بیش‌ترین میزان را نشان داد و کلسیم در پایه اصفهان بیش‌ترین بود (جدول ۷).

تعداد گره در بوته در اثر تنش دمای پایین در پایه اصفهان و خودی نسبت به شرایط دمایی مطلوب کاهش معنی‌داری داشت اما در پایه مسمایی و غیرپیوندی تفاوت معنی‌داری نداشت و بیش‌ترین تعداد گره در پایه غیرپیوندی و دمای مطلوب و کم‌ترین در پایه اصفهان و دمای کمینه دیده شد (شکل 1b). طول بوته در کلیه پایه‌ها و شاهد در دمای پایین نسبت به دمای مطلوب کاهش یافت و این کاهش در گیاهان با پیوند خودی بیش‌ترین میزان بود. کم‌ترین طول بوته در تیمار پایه اصفهان و کدو مسمایی در دمای کمینه بود و بیش‌ترین طول بوته در گیاهان با پیوند خودی و دمای مطلوب دیده شد (شکل 1a). طول گره در پایه اصفهان و مسمایی با کاهش دما نسبت به دمای مطلوب کاهش یافت اما در پایه پیوند خودی و غیرپیوندی تفاوت معنی‌داری بین دو دما دیده نشد (شکل 1a). تعداد برگ در اثر تنش دمای پایین در پایه اصفهان کاهش یافت اما در سایر پایه‌ها تفاوت معنی‌داری دیده نشد (شکل 1c). وزن‌تر ساقه در پایه خودی و غیرپیوندی و در دمای پایین نسبت به دمای مطلوب کاهش یافت اما بین سایر پایه‌ها در دو دما تفاوت معنی‌داری دیده نشد (شکل 1f). یک مفهوم میزان تخصیص ماده خشک به ساقه است، یک مفهوم درصد ماده خشک میوه است و در دمای پایین پایه خودی و غیرپیوندی نسبت به دمای مطلوب کاهش معنی‌داری داشت اما در پایه اصفهان و مسمایی در دو دما تفاوت معنی‌داری دیده نشد (شکل 1e). شاخص کلروفیل پایه‌های اصفهان، مسمایی و غیرپیوندی در دوره تفاوت معنی‌دار نداشته و در پایه پیوند خودی با کاهش دما کاهش یافته است (شکل 2a). بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای در تیمار غیرپیوندی و دمای مطلوب دیده شد و در پایه مسمایی و پیوندی خودی بین دو دما هدایت روزنه‌ای تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل 2d). دی‌اکسیدکربن داخل روزنه‌ای در دمای کمینه نسبت به مطلوب در کلیه پایه‌ها افزایش داشت و حداکثر میزان آن در پایه مسمایی و دمای کمینه دیده شد (شکل 2f). میزان تعرق در دمای مطلوب نسبت به دمای پایین در پایه‌های اصفهان، مسمایی و غیرپیوندی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از دمای پایین بود و حداکثر مقدار تعرق در تیمار اصفهان و مسمایی در دمای مطلوب بود (شکل 2e). میزان فتوسنتز در شرایط تنش دمای پایین در پایه مسمایی و پیوند خودی نسبت به دمای مطلوب کاهش داشت اما در پایه اصفهان و غیرپیوندی تفاوت

1. ICP (Coupled plasma) (Shield Torch System, Agilent 7500a; Agilent Technologies, Santa Clara, Calif)
2. Vanadomolybdophosphoric Acid Colorimetric Method
3. Shimadzo UV 2401 PC

معنی‌داری دیده نشد و حداکثر فتوسنتز در دمای مطلوب در پایه مسمایی دیده شد (شکل 2b). هدایت مزوفیلی در پایه مسمایی و غیرپیوندی با تنش سرما کاهش یافت اما تفاوت معنی‌داری در پایه اصفهان و پیوند خودی بین دو دما دیده نشد (شکل 2c). کارآیی آب مصرفی فتوسنتزی در کلیه پایه‌ها در دمای کم بیش‌تر از دمای مطلوب و حداکثر مقدار در پایه غیرپیوندی و دمای کمینه دیده شد (شکل 2g). طول میوه با کاهش دما در کلیه پایه‌ها کاهش و تعداد میوه افزایش یافت (شکل 3a, b). بیش‌ترین میزان عملکرد و سفتی میوه در پایه اصفهان در هر دو دما و کم‌ترین در پایه مسمایی بود (شکل 3d). میزان سفتی در پایه مسمایی و پایه غیرپیوندی با کاهش دما به‌ترتیب افزایش و کاهش یافت (شکل 3c). میزان مواد جامد محلول با کاهش دما در کلیه پایه‌ها افزایش یافت (شکل 3e). میزان طول ریشه تحت تأثیر دما در پایه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نشان نداد (داده‌ها آورده نشده است). وزن‌تر ریشه با کاهش دما در کلیه پایه‌ها نسبت به دمای مطلوب کاهش یافت (شکل 4b). حجم ریشه در پایه خودی در هر دو دما کم‌ترین و در پایه خودی و دمای مطلوب بیش‌ترین میزان را داشت (شکل 4a). میزان فنول با کاهش دما افزایش چشمگیری داشت و بیش‌ترین افزایش در پایه مسمایی دیده شد. میزان آنتی‌اکسیدان در کلیه پایه‌ها با کاهش دما افزایش یافت (شکل 5a, b). اثر متقابل دما و پایه بر میزان جذب عناصر نشان داد که بیش‌ترین میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم در تیمار پایه غیرپیوندی و دمای کمینه و بیش‌ترین میزان کلسیم و منیزیم در پایه مسمایی و دمای کمینه و سدیم در پایه خودی و دمای کمینه مشاهده شد (جدول ۸).

جدول ۱: اثر دماهای مختلف بر شاخص‌های رشد

Table 1: Effect of different temperatures on growth characteristics

تیمار دمایی Temperature treatment	طول بوته (سانتی متر) plant length (cm)	طول گره (سانتی متر) Node length (cm)	تعداد برگ به ازای بوته Leave number per plant	تعداد گره به ازای بوته Node number per plant	وزن‌تر شاخساره (گرم) Fresh weight shoot (g)	وزن خشک شاخساره (گرم) Dry weight shoot (g)
دمای اپتیمم (To) Optimum temperature (To)	217.13[a]	8.79[a]	22.45[a]	33.57[a]	75.26[a]	13.14[a]
دمای مینیمم (Tc) Minimum temperature (Tc)	76.12[b]	7.03[b]	16.57[b]	20.12[b]	51.22[b]	7.415[a]

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with Common letters in each column are no significantly different at 5% level

جدول ۲: اثر دماهای مختلف بر اندازه‌گیری تبادلات گازی

Table 2: Effects of different temperatures on gas exchange measurements

تیمار دمایی Temperature treatment	شاخص سبزینگی (عدد اسپاد) Chlorophyll (Spad value)	هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول آب در مترمربع در ثانیه) Stomata conductance (mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)	دی‌اکسیدکربن داخل روزنه (میکرومول در مول) intercellular CO_2 concentration ($\mu mol.mol^{-1}$)	تعرق (میلی‌مول آب در مترمربع در ثانیه) Transpiration (mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)	فتوسنتز (میکرومول دی‌اکسیدکربن در مترمربع در ثانیه) Photosynthesis (μmol CO_2 m^2s^{-1})	هدایت مزوفیلی (میلی‌مول Co_2 در مترمربع در ثانیه) Mesophyll conductance (mmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$)	کارایی مصرف آب فتوسنتزی (میکرومول دی‌اکسیدکربن در میلی‌مول آب) Photosynthetic water use efficiency (μmol CO_2 mmol H_20)
دمای اپتیمم (To) Optimum temperature (To)	11.32a	0.132a	249.38a	3.93a	6.99a	0.036a	62.62b
دمای مینیمم (Tc) Minimum temperature (Tc)	10.48a	0.039b	430.98b	1.26b	5.11b	0.015b	175.84a

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with Common letters in each column are no significantly different at 5% level

جدول ۳: اثر دماهای مختلف بر خصوصیات ریشه، فنول و آنتی‌اکسیدان

Table 3: Effect of different temperatures on root, phenol and antioxidant characteristics

تیمار دمایی Temperature treatment	فنول (میلی‌گرم در گرم) Phenol ($mg.g^{-1}$)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد) Antioxidant activity (DPPH%)	حجم ریشه (میلی لیتر) Root volume (ml)	طول ریشه (سانتی متر) Root length (cm)	وزن‌تر ریشه (گرم) Fresh weight root (g)
دمای اپتیمم (To) Optimum temperature (To)	20.60^{b}	0.21^{b}	13.41^{a}	51.30^{a}	17.07^{a}
دمای مینیمم (Tc) Minimum temperature (Tc)	296.55^{a}	0.42^{a}	7.41^{a}	48.04^{a}	9.48^{a}

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with Common letters in each column are no significantly different at 5% level

جدول ۴: اثر دماهای مختلف بر خصوصیات میوه

Table 4: Effects of different temperatures on fruit characteristics

تیمار دمایی Temperature treatment	سفتی (نیوتن) Firmness (N)	محتوای قند میوه (بریکس) TSS (Brix)	وزن مجموع میوه‌های برداشت (کیلوگرم) Total harvest weight (kg)	تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant	طول میوه (سانتی‌متر) Fruit length (cm)
دمای اپتیمم (To) Optimum temperature (To)	7.96^{a}	2.03^{a}	64.36^{a}	0.73^{a}	13.16^{a}
دمای مینیمم (Tc) Minimum temperature (Tc)	8.23^{a}	2.59^{a}	75.78^{a}	1.45^{a}	9.67^{b}

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with Common letters in each column are no significantly different at 5% level

جدول ۵: اثر دماهای مختلف بر میزان عناصر

Table 5: The effect of different temperatures on the amount of elements

تیمار دمایی Temperature treatment	سدیم (درصد) Na (%)	منیزیم (درصد) Mg (%)	کلسیم (درصد) Ca (%)	پتاسیم (درصد) K (%)	فسفر (درصد) P (%)	نیتروژن (درصد) N (%)
دمای اپتیمم (To) Optimum temperature (To)	0.14^{b}	0.74^{a}	1.54^{b}	3.11^{a}	0.43^{a}	3.51^{a}
دمای مینیمم (Tc) Minimum temperature (Tc)	0.21^{a}	0.68^{b}	1.66^{a}	2.54^{b}	0.39^{b}	3.37^{b}

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with Common letters in each column are no significantly different at 5% level

جدول ۶: اثر پایه‌های مختلف بر شاخص‌های رشد

Table 6: Effect of different rootstock on growth characteristics

تیمار دمایی Temperature treatment	طول بوته (سانتی‌متر) plant length (cm)	طول گره (سانتی متر) Node length (cm)	تعداد برگ به ازای بوته Leave number per plant	تعداد گره به ازای بوته Node number per plant	وزن‌تر شاخساره (گرم) Fresh weight shoot (g)	وزن خشک شاخساره (گرم) Dry weight shoot (g)
پایه خودی (Rn) Cucumber (Rn)	165.91^{b}	8.33^{b}	24.25^{a}	32.62^{a}	92.34^{a}	16.22^{a}
شاهد (Rc) Control (Rc)	85.31^{d}	6.17^{c}	17.75^{a}	22.88^{b}	56.61^{b}	8.18^{ab}
پایه اصفهان (Ri) *Cucurbita moschata* var. Isfahan (Ri)	208.66^{a}	10.40^{a}	18.50^{a}	28.75^{ab}	63.90^{ab}	13.71^{a}
پایه مسمایی (Rm) *Cucurbita pepo* (Rm)	126.62^{c}	6.74^{c}	17.25^{a}	23.13^{b}	40.11^{b}	3.53^{b}

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with Common letters in each column are no significantly different at 5% level

جدول ۷: اثر پایه‌های مختلف بر تبادلات گازی

Table 7: Effects of different rootstock on gas exchange measurements

تیمار دمایی Temperature treatment	شاخص سبزینگی (عدد اسپاد) Chlorophyll (Spad value)	هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول آب در مترمربع در ثانیه) Stomata conductance ($mmol\ H_2O\ m^{-2}s^{-1}$)	دی‌اکسیدکربن داخل روزنه (میکرومول در مول) Intercellular CO_2 concentration ($\mu mol\ mol^{-1}$)	تعرق (میلی‌مول آب در مترمربع در ثانیه) Transpiration ($mmol\ H_2O\ m^{-2}s^{-1}$)	فتوسنتز (میکرومول دی‌اکسیدکربن در مترمربع در ثانیه Photosynthesis ($\mu mol\ CO_2\ m^2s^{-1}$)	هدایت مزوفیلی (میلی‌مول Co_2 در مترمربع در ثانیه) Mesophyll conductance ($mmol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	کارایی مصرف آب فتوسنتزی (میکرومول دی‌اکسیدکربن در میلی‌مول آب) Photosynthetic water use efficiency ($\mu mol\ CO_2\ mmol\ H_20$)
پایه خودی (Rn) Cucumber (Rn)	8.52[b]	0.038[c]	244.63[ab]	1.65[b]	4.94[b]	0.03a	188.79[a]
شاهد (Rc) Control (Rc)	11.35[a]	0.07[b]	380.25[ab]	2.69[a]	3.83[b]	0.01[b]	71.94[b]
پایه اصفهان (Ri) *Cucurbita moschata* var. Isfahan (Ri)	11.95[a]	0.11[a]	391.5[a]	2.73[a]	7.56[a]	0.02[ab]	83.29[b]
پایه مسمایی (Rm) *Cucurbita pepo* (Rm)	11.59[a]	0.12[a]	344.36[b]	3.30[a]	7.87[a]	0.03[ab]	132.89[ab]

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with Common letters in each column are no significantly different at 5% level

جدول ۸: اثر پایه‌های مختلف بر خصوصیات ریشه، فنول و آنتی‌اکسیدان

Table 8: Effect of different temperatures on root, phenol and antioxidant characteristics

تیمار دمایی Temperature treatment	فنول (میلی‌گرم در گرم) Phenol (mg/g)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد) Antioxidant activity (DPPH%)	حجم ریشه (میلی لیتر) Root volume (ml)	طول ریشه (سانتی متر) Root length (cm)	وزن‌تر ریشه (گرم) Fresh weight root (g)
پایه خودی (Rn) Cucumber (Rn)	124.54[bc]	0.33[a]	16.22[a]	49.55[ab]	15.76[b]
شاهد (Rc) Control (Rc)	115.07[c]	0.35[a]	13.71[b]	53.00[a]	17.21[a]
پایه اصفهان (Ri) *Cucurbita moschata* var. Isfahan (Ri)	157.10[b]	0.31[a]	8.18[c]	53.75[a]	15.70[b]
پایه مسمایی (Rm) *Cucurbita pepo* (Rm)	237.59[a]	0.27[a]	3.53[d]	42.37[b]	3.42[c]

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with Common letters in each column are no significantly different at 5% level

جدول ۹: اثر پایه‌های مختلف بر خصوصیات میوه

Table 9: Effects of different temperatures on fruit characteristics

تیمار دمایی Temperature treatment	سفتی (نیوتن) Firmness (N)	محتوای قند میوه (بریکس) TSS (Brix)	وزن مجموع میوه های برداشت (کیلوگرم) Total harvest weight (kg)	تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant	طول میوه (سانتی‌متر) Fruit length (cm)
شاهد (Rc) Control (Rc)	8.08[b]	2.31[a]	63.87[ab]	0.875[b]	12.00[a]
پایه اصفهان (Ri) *Cucurbita moschata* var. Isfahan (Ri)	8.87[a]	2.52[a]	120.50[a]	1.875[a]	11.10[a]
پایه مسمایی (Rm) *Cucurbita pepo* (Rm)	7.33[c]	2.10[a]	25.85[b]	0.541[b]	11.14[a]

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with Common letters in each column are no significantly different at 5% level

جدول ۱۰: اثر پایه‌های مختلف بر میزان عناصر

Table 10: The effect of different temperatures on the amount of elements

نیتروژن (درصد) N (%)	فسفر (درصد) P (%)	پتاسیم (درصد) K (%)	کلسیم (درصد) Ca (%)	منیزیم (درصد) Mg (%)	سدیم (درصد) Na (%)	تیمار دمایی Temperature treatment
3.85[a]	0.47[a]	3.65[a]	1.05[d]	0.70[b]	0.19[a]	پایه خودی (Rn) Cucumber (Rn)
3.64[b]	0.33[d]	2.57[b]	1.32[c]	0.69[c]	0.20[a]	شاهد (Rc) Control (Rc)
3.19[c]	0.45[b]	2.52[d]	2.11[a]	0.51[d]	0.14[c]	پایه اصفهان (Ri) *Cucurbita moschata* var. Isfahan (Ri)
3.08[d]	0.38[c]	2.55[c]	1.89[b]	0.93[a]	0.18[b]	پایه مسمایی (Rm) *Cucurbita pepo* (Rm)

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with Common letters in each column are no significantly different at 5% level

جدول ۱۱: اثرمتقابل پایه‌ها و دماهای مختلف بر میزان عناصر

Table 11: Interaction of different rootstock and temperatures on the amount of elements

نیتروژن N		فسفر P		پتاسیم K		کلسیم Ca		منیزیم Mg		سدیم Na		
Tc	To	Tc	To	Tc	To	To	To	Tc	To	Tc	To	
3.36[d]	4.34[a]	0.42[d]	0.52[a]	3.45[b]	3.85[a]	1.28[e]	0.83[h]	0.81[c]	0.60[e]	0.18[c]	0.21[b]	پایه خودی (Rn) Cucumber (Rn)
3.08[f]	3.08[f]	0.33[g]	0.34[f]	3.00[d]	2.15[g]	1.65[d]	1.00[g]	0.88[b]	0.51[g]	0.12[e]	0.28[a]	شاهد (Rc) Control (Rc)
2.97[g]	3.42[c]	0.51[b]	0.40[e]	2.65[e]	2.40[f]	2.01[c]	2.22[b]	0.57[f]	0.45[h]	0.12[e]	0.16[d]	پایه اصفهان (Ri) *Cucurbita moschata* var. Isfahan (Ri)
4.06[b]	3.22[e]	0.45[c]	0.32[h]	3.35[c]	1.75[h]	1.21[f]	2.58[a]	0.71[d]	1.15[a]	0.16[d]	0.21[b]	پایه مسمایی (Rm) *Cucurbita pepo* (Rm)

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

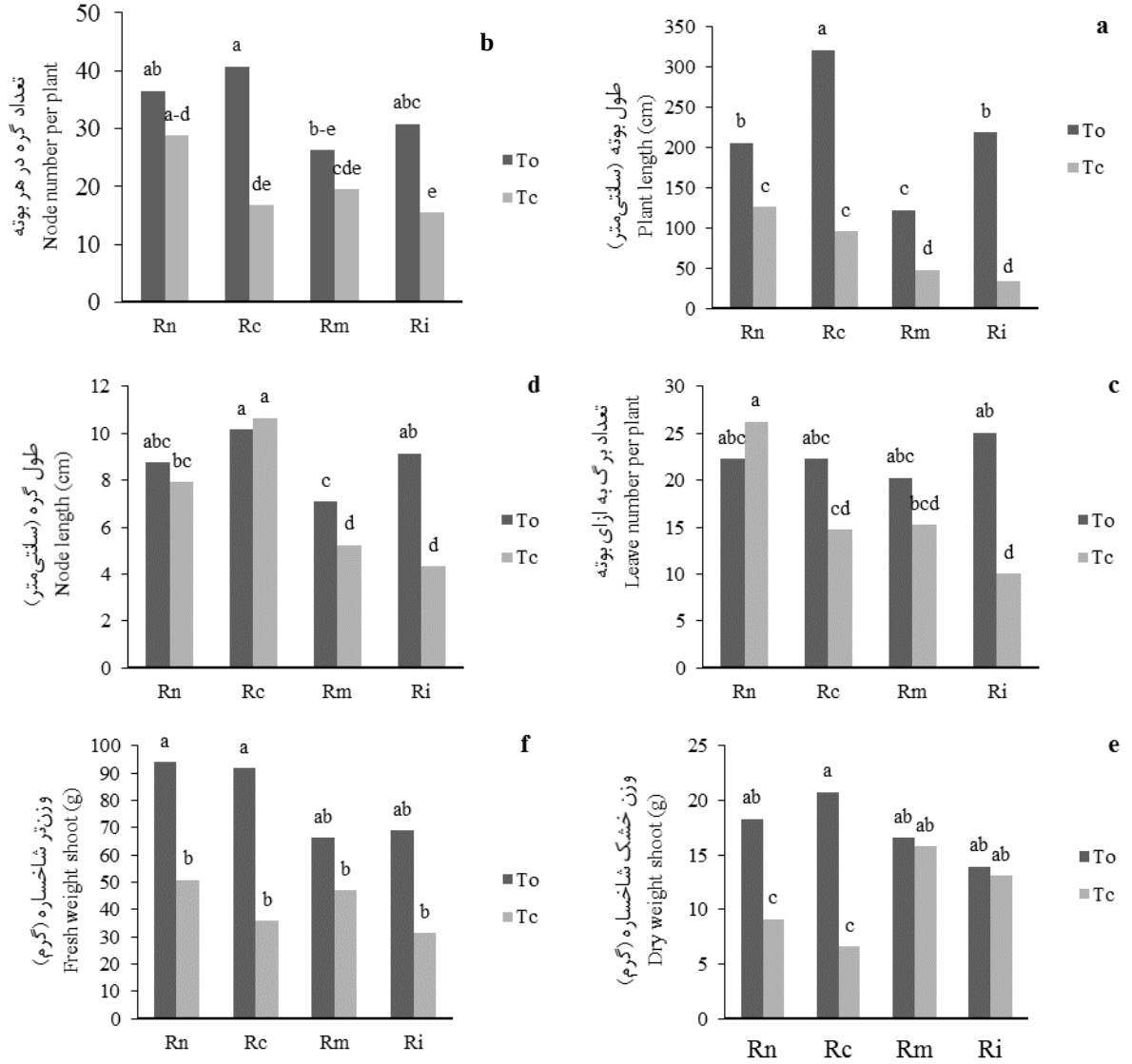
Means with Common letters in each column are no significantly different at 5% level

دمای مینیمم (Tc)، دمای اپتیمم (To)

Optimum temperature (To), Minimum temperature (Tc)

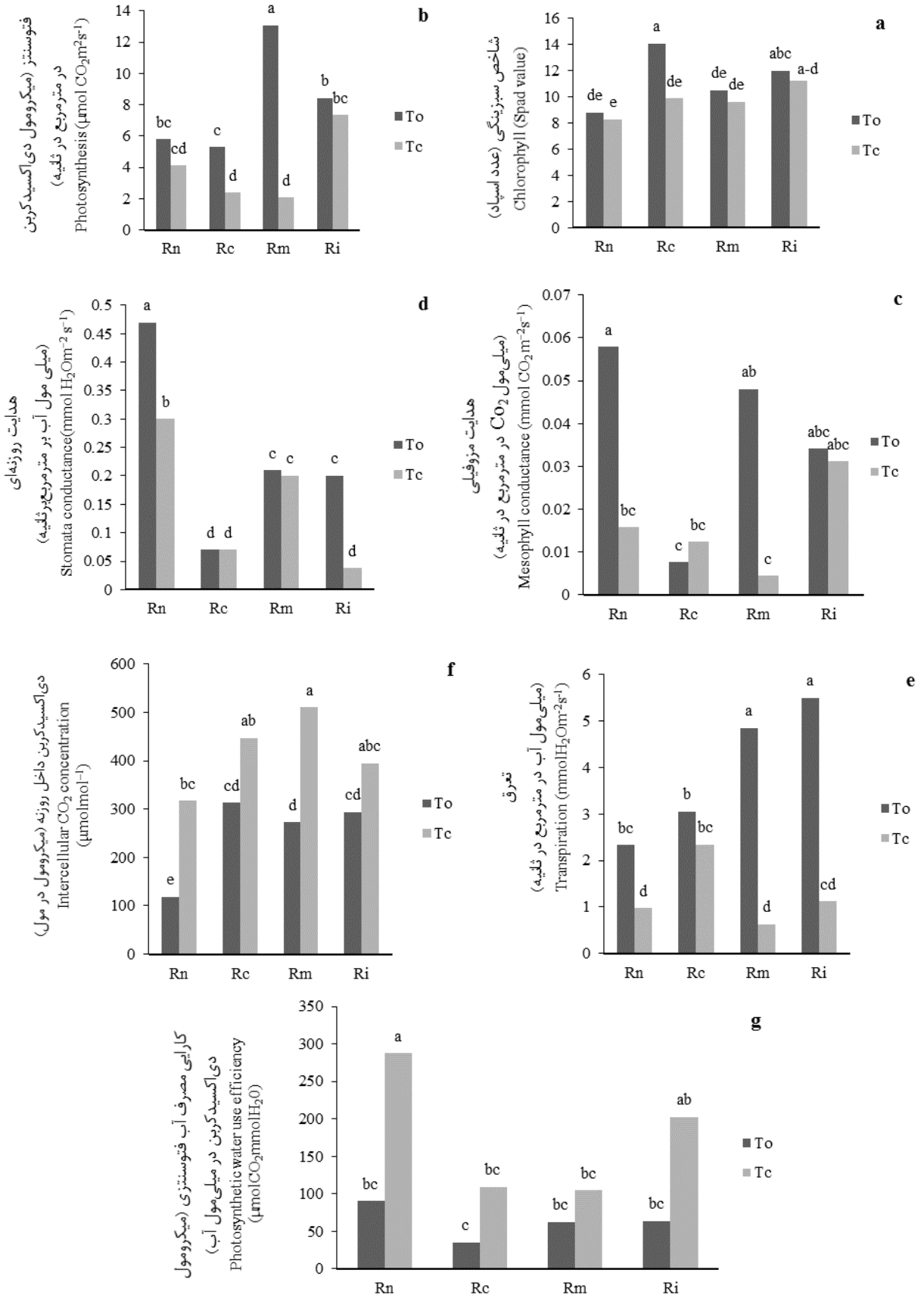
بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تنش دمای پایین باعث کاهش طول بوته، تعداد برگ، طول گره، تعداد گره و وزن‌تر ساقه، گردید. به نظر می‌رسد کاهش طول بوته در اثر تنش دما در پایه پیوند خودی و غیرپیوندی ناشی از کاهش تعداد گره بوده است و نه کاهش طول گره؛ درحالی‌که در پایه‌های اصفهان کاهش طول بوته ناشی از کاهش تعداد گره و طول گره بوده است و در پایه مسمایی ناشی از کاهش طول گره بوده است. از سوی دیگر به نظر می‌رسد پایه اصفهان و مسمایی توانایی کاهش خسارت دمای پایین به رشد ساقه را داشته است به‌طوری‌که با کاهش دما وزن‌تر شاخساره در گیاهان غیرپیوندی و پایه خودی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت اما در پایه‌های اصفهان و مسمایی این کاهش جزئی و معنی‌دار نبود. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که وزن‌تر ریشه با کاهش دما در کلیه پایه‌ها نسبت به دمای مطلوب کاهش یافت. از ویژگی‌های ریشه که نقش اصلی در جذب آب و مواد غذایی به عهده دارد می‌توان به طول و حجم ریشه، تعداد ریشه‌های مویین و طول‌ها آن‌ها اشاره کرد. کاهش رشد ریشه در اثر کاهش دما باعث کم شدن ظرفیت جذب آب و موادمعدنی توسط ریشه و به دنبال آن ظهور اثرات ثانویه ناشی از کمبود مواد غذایی و اختلال در رشد گیاه می‌شود (میرمحمدی‌میبدی و ترکش اصفهانی، ۱۳۸۳). نتایج چندین پژوهش دیگر نشان داد که اغلب صفات رویشی خیار، تحت تأثیر شدید پایه‌ها قرار گرفتند و گیاهان پیوندی نسبت به گیاهان غیرپیوندی از رشد بهتر و بیشتری برخوردار بودند (اکبری‌چشمه‌منش و همکاران، ۱۳۸۰؛ مسیحا و همکاران، ۱۳۷۸).



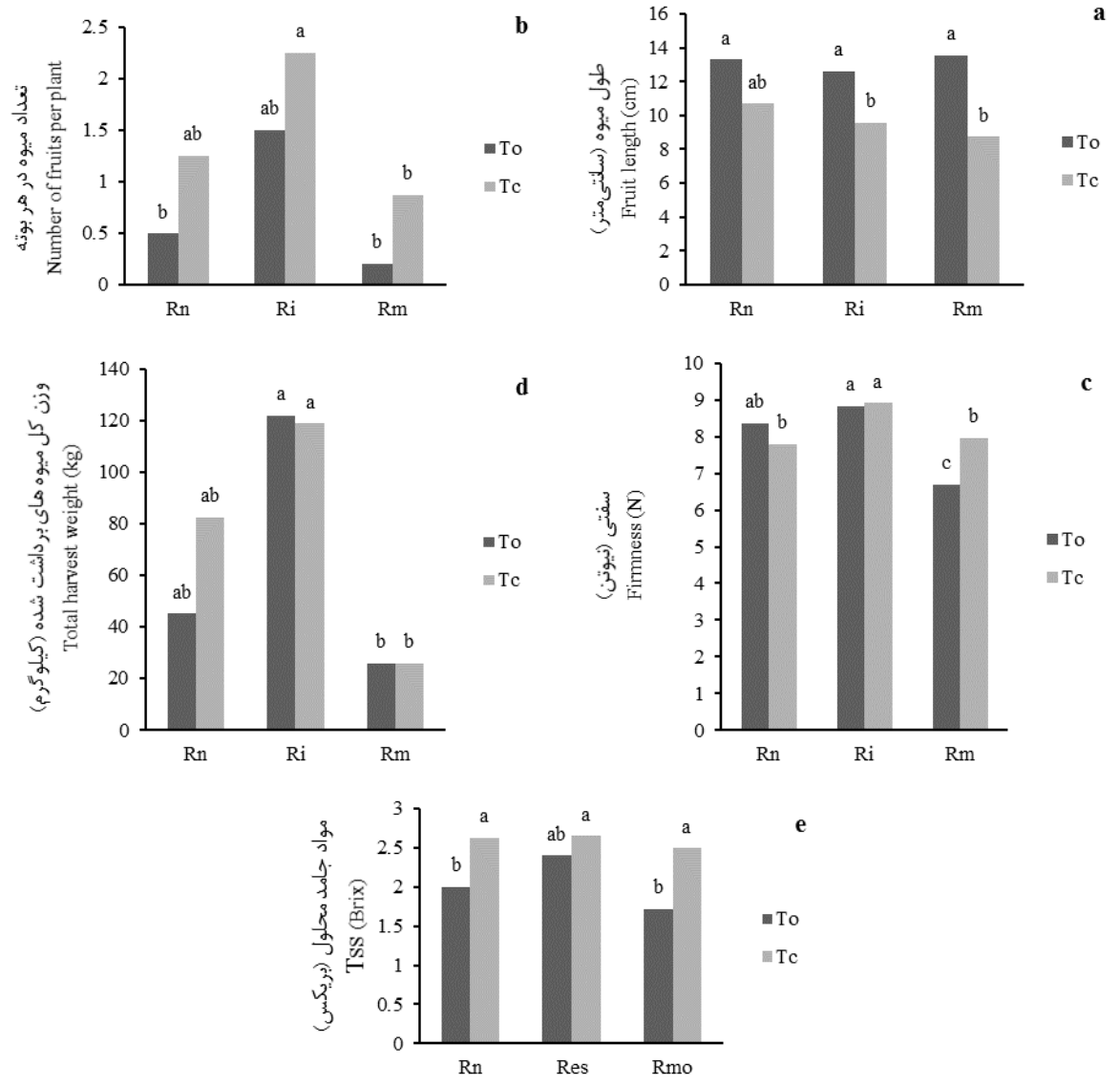
شکل ۱: اثر متقابل پایه‌ها و دماهای مختلف بر طول بوته (a)، تعداد گره در هر بوته (b)، تعداد برگ به ازای بوته (c)، طول گره (d)، وزن خشک شاخساره (e) و وزن‌تر شاخساره (f). To: دمای اپتیمم، Tc: دمای مینیمم، Rn: پایه غیرپیوندی، Rc: پایه خودی، Ri: پایه اصفهان، Rm: پایه مسمایی

Fig. 1: Interaction of different rootstock and temperature on plant length (a), node number per plant (b), leave number per plant(c), node length (d), shoot dry weight (e), shoot fresh weight (f). To: Optimum temperature, Tc: Low temperature, Rn: Non grafted, Rc: Self grafted, Ri: *Cucurbita moschata* var. Esfahan, Rm: *Cucurbita moschata*



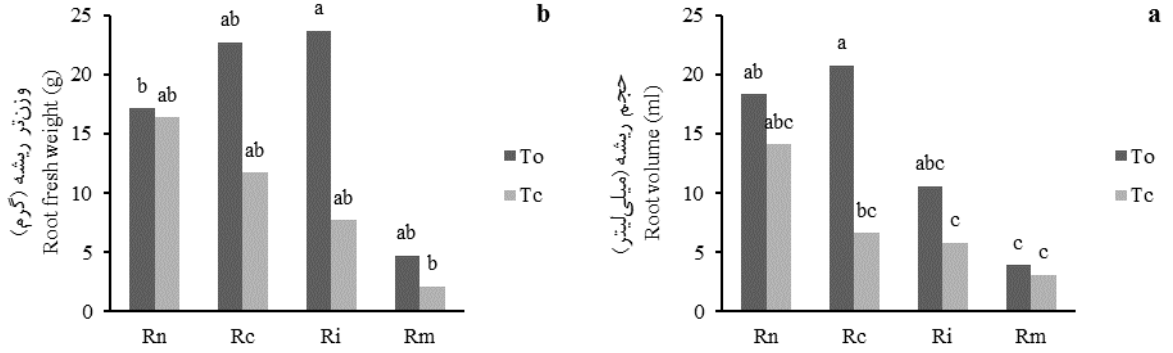
شکل ۲: اثر متقابل پایه‌ها و دماهای مختلف بر شاخص کلروفیل (a)، شاخص فتوسنتز (b)، هدایت مزوفیلی (c) مقاومت روزنه‌ای (d)، میزان تعرق (e)، دی‌اکسیدکربن داخل روزنه (f) و کارایی آب مصرفی فتوسنتزی (g). To: دمای اپتیمم، Tc: دمای مینیمم، Rn: پایه غیرپیوندی، Rc: پایه خودی، Ri: پایه اصفهان، Rm: پایه مسمایی

Fig. 2: Interaction of different rootstock and temperature on Chlorophyll (a), photosynthesis (b), Mesophyll conductance (c), stomata conductance (d), Transpiration (e), intercellular CO_2 concentration (f), Photosynthetic water use (g). To: Optimum temperature, Tc: Low temperature, Rn: Non grafted, Rc: Self grafted, Ri: *Cucurbita moschata* var. Esfahan, Rm: *Cucurbita moschata*



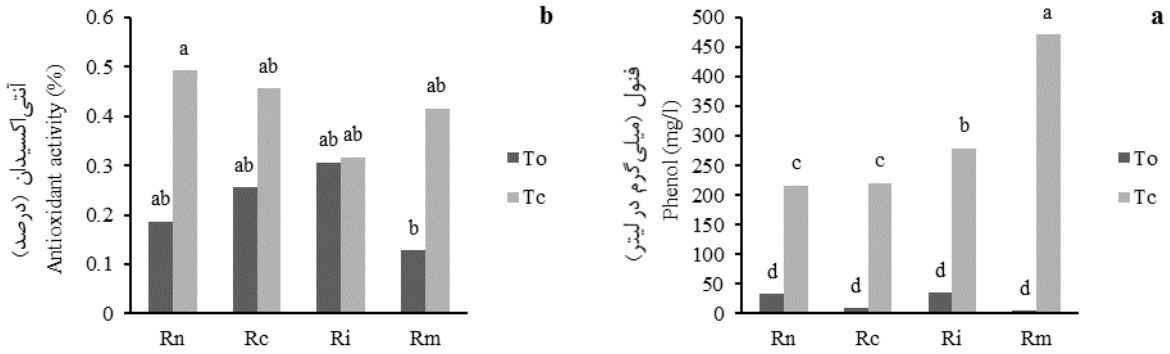
شکل ۳: اثر متقابل پایه‌ها و دماهای مختلف بر طول میوه (a)، تعداد میوه در هر بوته (b)، سفتی (c)، وزن کل میوه های برداشت شده (d) و مواد جامد محلول (f). To: دمای اپتیمم، Tc: دمای مینیمم، Rn: پایه غیرپیوندی، Rc: پایه خودی، Ri: پایه اصفهان، Rm: پایه مسمایی

Fig. 3: Interaction of different rootstock and temperature on Friut lenght (a), number of fruit per plant (b), fimness (c), Total harvest weight (d), TSS (e). To: Optimum temperature, Tc: Low temperature, Rn: Non grafted, Rc: Self grafted, Ri: *Cucurbita moschata* var. Esfahan, Rm: *Cucurbita moschata*



شکل ۴: اثر متقابل پایه‌ها و دماهای مختلف بر وزن‌تر ریشه (الف) و حجم ریشه (ب). To: دمای اپتیمم، Tc: دمای مینیمم، Rn: پایه غیرپیوندی، Rc: پایه خودی، Ri: پایه اصفهان، Rm: پایه مسمایی

Fig. 4: Interaction of different rootstock and temperature on Root volume (a), Root fresh weight (b). To: Optimum temperature, Tc: Low temperature, Rn: Non grafted, Rc: Self grafted, Ri: *Cucurbita moschata* var. Esfahan, Rm: *Cucurbita moschata*



شکل ۵: اثر متقابل پایه‌ها و دماهای مختلف بر آنتی اکسیدان (الف) و فنول (ب). To: دمای اپتیمم، Tc: دمای مینیمم، Rn: پایه غیرپیوندی، Rc: پایه خودی، Ri: پایه اصفهان، Rm: پایه مسمایی

Fig. 5: Interaction of different rootstock and temperature on Antioxidant activity (a), phenol (b). To: Optimum temperature, Tc: Low temperature, Rn: Non grafted, Rc: Self grafted, Ri: *Cucurbita moschata* var. Esfahan, Rm: *Cucurbita moschata*

این افزایش رشد را چنین می‌توان توجیه کرد که بین گیاهان پایه و پیوندک ازلحاظ ساختار ریشه، تفاوت‌های فیزیولوژیکی خاصی وجود دارد. ریشه کدوها، قوی و عمیق هستند و منطقه توسعه ریشه‌ای وسیعی را نسبت به خیار در خاک تشکیل می‌دهند و این باعث تسهیل در جذب عناصر معدنی و مواد غذایی توسط ریشه گیاه شده و منجر به رشدونمو سریع اندام‌های هوایی، به‌ویژه ساقه گیاه می‌گردد و در اثر افزایش طول ساقه، صفات تعداد برگ، عملکرد و وزن‌تر بوته نیز افزایش می‌یابند. با افزایش طول ساقه، تعداد میان‌گره‌ها افزایش یافته و با افزایش آن‌ها تعداد جوانه‌های برگ و میوه افزایش یافته و در نتیجه عملکرد گیاه بیشتر می‌شود (اکبری‌چشمه منش و همکاران، ۱۳۸۰؛ مسیحا و همکاران، ۱۳۷۸؛ *چوکا و جباری*[1]، 1999). ولی دمای کم سبب کاهش رشد بخش هوایی، ریشه‌ها، فتوسنتز و برخی دیگر فرآیندهای فیزیولوژیکی در دانهال‌های خیار می‌گردد (میو[2] و همکاران، 2007). در تایید نتایج تحقیق حاضر صالحی محمدی و همکاران (۱۳۸۳) بیان کردند که پایه‌های کدومسمایی (*Cucurbita pepo* L.)، کدو حلوایی (*Cucurbita moschata* L.) و کدو برگ‌انجیری (*Cucurbita ficifolia*) سبب افزایش طول ساقه اصلی، عملکرد بوته، وزن‌تر بوته، وزن‌تر و خشک ریشه و درصد ماده خشک میوه پیوندک خیار رقم سلطان می‌گردد (صالحی محمدی و همکاران، ۱۳۸۳). پیوند خیار بر پایه کدوی برگ‌انجیری اثر مثبتی بر رشد گیاه نسبت به گیاهان غیرپیوندی در تنش دمایی کم دارد و علت آن افزایش جذب آب و عناصر غذایی می‌باشد (*ملرد و مک‌ویلیام*[3]، 1968). هم‌چنین مشاهده کردند که پیوند هندوانه بر کدوی تنبل کاهش کم‌تری در رشد نسبت به گیاهان غیرپیوندی و پیوند شده بر کدوی قلیانی در تنش محیط‌کشت قلیایی دارد (*چوکا و جباری*، 1999). در این آزمایش مشاهده شد که وزن خشک شاخساره تحت تنش دمایی کاهش و پیوند بر پایه اصفهان و مسمایی به‌طور یکسان باعث بهبود کاهش وزن خشک گردید.

در این پژوهش مقاومت روزنه‌ای، دی‌اکسیدکربن داخل روزنه، تعرق، شاخص فتوسنتز، هدایت مزوفیلی در اثر دمای پایین کاهش یافت. هدایت مزوفیلی و کارایی آب فتوسنتزی در پایه‌های پیوندی کاهش یافت و حداکثر میزان آن در پایه غیرپیوندی بود. تنش سرما سبب اختلال درتولید کلروفیل (*آلن و اورت*، 2001) و بروز آسیب در واکنش‌های کلروپلاست‌ها می‌گردد (*ملرد و مک‌ویلیام*، 1968)؛ بنابراین کاهش فتوسنتز ممکن است به علت اختلال در تولید کلروفیل و از بین رفتن ساختار کلروپلاست‌ها باشد. با نزول بیش‌تر دما کل فرآیند کلروفیل سازی متوقف می‌شود و رنگ برگ‌ها به زردی می گراید که نشان‌دهنده کمبود کلروفیل است (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). نخستین مکان دریافت تنش سرما احتمالاً فتوسیستم دو است که باعث کاهش فلورسانس فتوسیستم دو و توقف فعالیت فتوسنتز بر اثر سرما می‌شود (میرمحمدی‌میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). کاهش رنگیزه‌ها می‌تواند به‌علت تأثیر سرما در افزایش میزان پراکسیداسیون باشد. این تخریب می‌تواند در غشاء کلروپلاست‌ها و تیلاکوئیدها رخ دهد و به کاهش میزان رنگیزه‌ها منتهی گردد (*فلکس*[4] و همکاران، 1999؛ *سوفر*[5] و همکاران، 1999). این تنش انتقال الکترون در تیلاکوئیدها و چرخه احیاءکربنی هدایت روزنه‌ای وفعالیت روبیسکو را کاهش می‌دهد (اکبری‌چشمه‌منش و همکاران، ۱۳۸۰). با پیوندزدن می‌توان برخی از خصوصیات

1. Chouka and Jebari
2. Miao
3. Mellerd and Mcwilliam
4. Flexas
5. Sopher

مطلوب پایه را بـه پیونـدک انتقـال داد و از ایـن ویژگـی‌هـا در تنش‌ها بهره برد. باتوجه به این نکته در ایـن پـژوهش مشـاهده شد که بیش‌ترین میزان مقاومت روزنه‌ای و شاخص فتوسنتز در پایه اصـفهان و مسـمایی و بـیش‌تـرین میـزان دی‌اکسـیدکربن داخل روزنه‌ای در تیمار پایه اصفهان بود. هم‌چنین میزان تعرق در همه پایه‌های پیوندی افزایش یافت. *لـی* و همکـاران (2014) نیز گزارش کردند که تأثیر پایه بر فتوسنتز را می‌توان از طریـق تأثیر بر هدایت روزنه‌ای و هدایت مزوفیلی بیان کرد. *صالحی*[1] و همکـاران (2010) بیـان کردنـد کـه طـالبی‌هـای خـاطونی (*Cucumis melo* var. inodorus) پیوند شده بر کدو دارای نـرخ جذب دی‌اکسید بـیش‌تـری از طریـق افـزایش دی‌اکسـیدکربن درون روزنه‌ای و هدایت روزنه‌ای مـی‌شـود. در آزمـایش حاضـر پیوند بـر پایـه اصـفهان در شـرایط غیـرتنش و پیونـد بـر پایـه مسمایی در شرایط تنش باعث بهبود فتوسنتز خیار شد. انـدازه میوه باعث افزایش عملکرد می‌شود چـون گیاهـان پیونـد شـده مقاوم به بیماری‌های خاکزاد هستند و سیسـتم ریشـه‌ای قـوی دارند و میزان فتوسنتز در آن‌ها افزایش می‌یابد. هم‌چنـین ایـن محققان گزارش کردند که هندوانه پیوند شده بر کدوی هیبرید (*C. maxima* Duchesne × *C. moschata* Duchesne) دارای افزایش اندازه میوه تـا ۵۲ درصـد اسـت. عـلاوه‌بـر ایـن، *آلـن* و همکـاران (2007) وزن بـیش‌تـر میـوه (۲۲ درصـد) را در رقـم هندوانه Crispy در پیوند شده بر هیبریدهای متقـاطع مختلـف به‌دست آوردند. نتایج حاصل از این پژوهش هم نشان مـی‌دهـد که طول میوه با کاهش دما در کلیه پایه‌ها کاهش و تعداد میـوه افزایش یافت و بیش‌ترین میزان عملکرد و سفتی میـوه در پایـه اصفهان در هر دو دما و کم‌ترین در پایـه مسـمایی بـود. پیونـد می‌تواند سفتی میوه را از طرق مختلف تحت تأثیر قرار دهد.

میوه‌های هندوانه حـاصل از پیـونـد بـر پـایه کـدوی قـلیانـی و *C. maxima* × *C. moschata* به‌ترتیب ۲۴ درصد و ۲۷ درصد نسبت به میوه‌های حاصل از گیاهان غیرپیوندی رشـد یافتـه در شرایط گلخانه نرم‌تر بودنـد. میـزان سـفتی در پایـه مسـمایی و غیرپیوندی با کاهش دما به‌ترتیب افزایش و کاهش یافت.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بیش‌ترین میزان کلسیم و منیـزیم در پایـه مسـمایی و دمـای کمینـه و سـدیم در پایـه خودی و دمای کمینه بود. یکی از اهداف اساسـی بـرای پیونـد، استفاده از سیستم قوی ریشه پایـه‌هـا اسـت. گیاهـان پیونـدی نسبت به گیاهان غیرپیوندی، معمولاً آب و عناصر معـدنی را بـا کارایی بالایی جذب می‌کنند. غلظت یون‌ها در شیره‌ی آوندهای چوب گیاهان پیوندی، کم‌تر از گیاهـان غیرپیونـدی مـی‌باشـد. به‌علت جذب بالای آب و رقت احتمالی شیره‌ی آوند چوبی، کـم تر از گیاهان پیوندی می‌باشد. در بوته‌هـای پیونـدی خربـزه بـر روی پایه‌های مختلف، محتوای نیتروژن، سدیم و پتاسـیم بـرگ تحت تأثیر ژنوتیپ پایه قرار می‌گیرد و هم‌چنین میزان نیتروژن و سدیم برگ، تفاوت‌هایی را در مقدار عملکرد بوته‌ها ایجاد مـی نماید.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج نشان داد که تنش دمای پـایین باعـث کـاهش طول بوته، تعداد برگ، طول گـره، تعـداد گـره و وزن‌تـر سـاقه، مقاومت روزنه‌ای، دی‌اکسیدکربن داخل روزنـه، تعـرق، شـاخص فتوسنتز، هدایت مزوفیلـی و کـارایی آب مصـرفی فتوسـنتز در گیاه خیار ... گردید. پیوند بر پایه‌های نام کامل اصـفهان و کـدو مسمایی می‌تواند به‌عنوان راهکاری برای افزایش مقاومـت خیـار به دمای پایین باشد؛ هرچند که این پایه‌ها در شرایط غیـرتنش پاسخ بهتری می‌دهند.

منابع

اکبری چشمه‌منش، ع.، کاشی، ع. و خصوصی، م. ۱۳۸۰. اثر پیوند دو رقـم خیـار گلخانـه‌ای ویلمـورین و رویـال 24189 بـر روی پایـه کدوی برگ‌انجیری. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۵۲ صفحه.

پوستچی، ا. ۱۳۷۹. خیار و کشت آن. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران، ۱۰۰ صفحه.

صالحی محمدی، ر.، کاشی، ع. ک. و لسانی، ح. ۱۳۸۳. اثرهای پایه‌های مختلف کدو بر رشد و عملکرد خیـار گلخانـه‌ای رقـم سـلطان، علوم و فنون باغبانی ایران، ۵ (۱): ۵۹-۶۶.

کاشی، ع. ک.، صالحی محمدی، ر. و جوانپور هروی، ر. ۱۳۸۷. فناوری پیوند در پرورش و تولید سـبزی‌هـا. انتشـارات دانشـگاه تهـران. ۲۱۲ صفحه.

کلانتر، م.، خلیقی، ا.، حسنپور، ا. و تفضلی، ع. ۱۳۸۷. بررسی اثر اکسین، اتفن و سیستم کاشت بـر صـفات کمـی خیـار هیبریـد (F1) ملیتا رقم *Cucumis sativus* cv. Melita، پژوهش در علوم کشاورزی، ۴ (۲): ۲۱۴-۲۲۴.

1. Salehi

مسیحا، س.، منصوری گرگر، غ. و ولی‌زاده، م. ۱۳۷۸. مقایسه ویژگی‌های زراعی خیارگلخانه‌ای پیوند شده بر روی پایه کدو *Cucurbita ficifolia* Bouche، علوم و فنون باغبانی ایران، ۹: ۱۱-۱۹.

میرمحمدی‌میبدی، ع. و قره‌یاضی، ب. ۱۳۸۱. جنبه‌های فیزیولوژیک و به‌نژادی تنش شوری گیاهان. انتشارات گلبن، ۲۴۷ صفحه.

میرمحمدی‌میبدی، ع. و ترکش اصفهانی، س. ۱۳۸۳. مدیریت تنش‌های سرما و یخزدگی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان، ۳۳۶ صفحه.

Allen, D. J. and Ort, D. R. 2001. Impact of chilling temperature on photosynthesis in warm climate plants, Journal of Trends in Plant Science, 6: 36-42.

Berova, M., Zlatev, Z. and Stoeva, N. 2002. Effect of paclobutrazol on wheat seedling under low temperature stress, Bulgarian Journal of Plant Physiology, 28 (1-2): 75-84.

Chouka, A. S. and Jebari, H. 1999. Effect of grafting on watermelon vegetative and root development, production and fruit quality, Journal of Acta Horticulturae, 492: 85-93.

FAO. 2006. Statistics projects [onlion]. http://faostat.fao.org/faostat/.

Fisher, R. A., Rees, D. Sayre, K. D. Lu, Z. M. Candon, A. G. and A. L. Saavedra. 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. Journal of Crop Science, 38: 1467-1475.

Flexas, J., Badgerm M., Chow, W. S. Medrano, H. and Osmond, C. B. 1999. Analysis of the relative increase in photosynthetic O_2 uptake when photosynthesis in grapevine leaves is inhibited following low night temperatures and/or water stress, Journal of Plant Physiology, 121: 675-684.

Hutchison, R. S., Groom, Q. and Ort, D. R. 2000. Differential effects of chilling-induced photo oxidation on the redox regulation of photosynthetic enzymes, Journal of Biochemistry, 39: 6679-6688.

Lee, S. H., Chung, G. C. and Steudle, E. 2005b. Low temperature and mechanical stresses differently gate aquaporin of root cortical cells of chilling-sensitive cucumber and -resistant fig leaf gourd, Plant, Cell and Environment, 28: 1191-1202.

Mellerd, A. and Mcwilliam, J. R. 1968. Studies on a maize mutant sensitive to low temperature, Plant Physiology, 43: 1967.

Miao, M. M., Xu, X. F., Chen, X. H., Xue, L. B. and Cao, B. S. 2007. Cucumber carbohydrate metabolism and translocation under chilling night temperature, Journal of Plant Physiology, 164: 621-628.

Raeisi, M., Babaie, Z. and Palashi, M. 2014. Effect of chemical fertilizers and bio-stimulators containing amino acid on quality and quantitative and qualitative characteristics of tomato (*Lycopersicum esculentum* var. Calj). International Journal of Biosciences, 4 (1): 425-431.

Salehi, R., Casi, A., Lee, J. M., Cabalar, M., Delshad, M., Lee, S. G. and Huh, Y. C. 2010. Leaf gas exchange and mineral ion composition in xylem sap of Iranian melon affected by rootstocks and training methods, Journal of Horticultural Science, 45: 766-770.

Seppanen, M. M. 2000. Characterize of freezing tolerance in *Solanum commersonii* (dun.) with special reference of the relationship between and oxidative stress, University of Helsinki Department of Production Section of Crop Husbandry, 56: 4-44.

Sing, R. P., Chidambara Murthy, K. N. and Jayaprakash, G. K. 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate peel and seed extracts using in vitro models. The Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 81-86.

Sopher, C. R., Krol, M., Huner, N. P., Moor, A. E. and Fletcher, R. A. 1999. Chloroplastic changes associated with paclobutrazol–induced stress protection in maize seedling, Canadian Journal Botany, 77: 297-290.

Shetty, N. V. and Wehner, T. C. 2002. Screening the cucumber germ plasm collection for fruit yield and quality. Journal of Crop Science, 42: 2174-2183.

Traka-Mavrona, E., Koutsika-Sotiriou, M. and Pritsa, T. 2000. Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.), Journal of Scientia Horticulturae, 83: 353-362.

Wittwer, S. H. and Honma, S. 1999. Greenhouse Tomatoes, Lettuces and Cucumber. Michigan State University Press, USA, 536p.

Yan, Q., Zeng-qiang, D., Jing-dong, M., Xun, L. and Fei, D. 2013. Low root zone temperature limits nutrient effects on cucumber seedling growth and induces adversity physiological response, Journal of Integrative Agriculture, 12 (8): 1450-1460.

Yu, L., Haley, S., Perret, J., Harris, M., Wison, J. and Qian, M. 2002. Free radical scavenging properties of wheat extracts. Agricultural and Food Chemistry, 50: 1619-1624.

The Effect of Grafting and Temperature Stress on Growth and Physiological Characteristics of Cucumber plants Grafted on *Cucurbita moschata* and *Cucurbita pepo*

Mohammadnia[1], S., Haghighi[2*], M. and Farhadi[3], A.

Abstract

To evaluate the effect of grafting cucumber **(***Cucumis sativus* var. Super daminos) on *Cucurbita moschata* collected in Isfahan and *Cucurbita pepo* on plant growth and physiology, comparing with self-grafted and non-garfted *as* a control an experiment was designed. The experiment based on carried out as a compound experiment based on a completely randomized design (CRD) with 4 replications. Treatments were temperature included optimum temperature (27±2) and cold temperature (12±2) on cucumber **(***Cucumis sativus* var. Super daminos*)* in the greenhouse of Isfahan University of Technology. Results were shown that the dry weight of the shoot decreased with temperature stress and grafting on *C. moschata* and *C. pepo* (Isfahan) enhance the dry weight of the shoot under stress. Grafting on Isfahan rootstock and self-grafted cucumber increased chlorophyll content compare with other treatments in optimum condition. Grafted cucumber on *C. pepo* (Isfahan) increased photosynthesis compare with other treatments in stress conditions. Mesophyll conductance decreased in stress temperature and grafting on *C. pepo* (Isfahan) improved it. Generally, grafting on *C. pepo* (Isfahan) with improving some growth and physiological characteristics of cucumber increased it tolerate to low temperature compare with non-grafted plants.

Keywords: Photosynthesis, Fruit, Phenol, Antioxidant, Root

1 and 2. MSc Student and Assistant Professor, Respectively, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

3. Assistant Professor, Department of Horticulture, Isfahan Research Center of Agriculture and Natural Resources, Isfahan, Iran

*: Corresponding author Email: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

This paper has been extracted from the first author's MSc thesis under the guidance of Maryam Haghighi.