

## بررسی تغییرات رشدی و فتوسنتزی خیار پیوند شده بر روی پایه کدو حلوایی و قلیانی در شرایط تنش سرما

### Investigation Hanges of Growth and Photosynthesis Parameters of Grafted Cucumber on *Cucurbita moschata* and *Lagenaria siceraria* During Chilling Stress

صابر محمدنیا<sup>۱</sup>، مریم حقیقی<sup>۲\*</sup> و علی فرهادی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۵  
(مقاله پژوهشی)

#### چکیده

دما یکی از عوامل اصلی محیطی است که بر میزان رشد گیاه تأثیر می‌گذارد. پیوند در خانواده کدویان به علت افزایش مقاومت گیاه پیوندی در برابر تنش‌هایی چون دمای پایین، دمای بالا و شوری مورد توجه قرار گرفته است. آزمایشی جهت بررسی اثر پیوند خیار *Cucumis sativus* Super daminos بر روی پایه‌های کدو مسمایی توده ساری *Cucurbita moschata* (Rs) و قلیانی *Lagenaria siceraria* (Rg) و مقایسه آن با خیار پیوند نشده (Rn) و خیار پیوند شده بر روی خیار (Rc) به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار دمایی اپتیمم ( $27 \pm 2$  درجه) و دمای پایین ( $15 \pm 2$  درجه) با چهار تکرار اجرا در گلخانه‌های پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان گردید و در پایان صفات وزن تر و خشک شاخساره، طول بوته، تعداد و طول گره، شاخص کلروفیل و شاخص‌های فتوسنتزی اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که نرخ فتوسنتز به‌طور معنی‌داری در تنش دمایی پایین کاهش می‌یابد و پیوند خیار بر روی پایه کدو قلیانی و کدو مسمایی توده ساری در شرایط تنش سرما باعث بهبود فتوسنتز شد و بیش‌ترین میزان فتوسنتز در شرایط بدون تنش و در گیاهان پیوند شده روی پایه‌های کدو مسمایی توده ساری و قلیانی مشاهده گردید. میزان تعرق در گیاهان پیوند شده روی پایه‌های مسمایی و قلیانی و همچنین گیاهان پیوند شده بر روی پایه خودی در شرایط تنش دمایی نسبت به شرایط بدون تنش کاهش یافت. به‌طور کلی پایه‌های قلیانی و کدو مسمایی توده ساری به‌طور یکسان نسبت به شرایط پیوند خودی و غیرپیوندی می‌توانند باعث بهبود شرایط تنش دمای پایین در خیار رقم سوپر دامینوس در برخی صفات شود.

واژه‌های کلیدی: کدو مسمایی، دمای بهینه، فتوسنتز، تعرق

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران  
۳. استادیار، گروه باغبانی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، اصفهان، ایران  
\* نویسنده مسئول Email: mhaghighi@cc.iut.ac.ir  
مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول به راهنمایی خانم مریم حقیقی می‌باشد.

## مقدمه

خیار (*Cucumis sativus*) جزو خانواده کدوئیان (*Cucurbitaceae*) و یکی از سبزی‌های قدیمی جهان است که منشأ آن به هند یا جنوب آسیا نسبت داده می‌شود. خیار بعد از گوجه‌فرنگی، کلم و پیاز از سبزی‌های مهم در دنیاست (مؤمنی و غفاری‌نژاد، ۱۳۸۹)، از لحاظ باغبانی جزء گیاهان 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<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). دماهای بالا یا پایین تنش‌های غیرزنده هستند که ممکن است سبب آسیب به محصولات باغبانی شود. دمای هوای ۱۰ درجه سلسیوس یا کمتر از آن باعث تأخیر جوانه‌زنی بذر و کاهش یا توقف رشد آن می‌گردد و دماهای بیش از ۳۵ درجه سلسیوس سبب کاهش گرده‌افشانی، تشکیل میوه‌ها، تعداد و وزن میوه و درنهایت کاهش عملکرد می‌گردد. همچنین در اثر دماهای بالا میزان رادیکال‌های آزاد افزایش و میزان کلروفیل کاهش می‌یابد (حقیقی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۴).

دمای پایین سبب کاهش رشد بخش هوایی، ریشه‌ها، فتوسنتز و برخی دیگر فرآیندهای فیزیولوژیکی در دانه‌های خیار می‌گردد (میانو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). بولدر<sup>۴</sup> و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کرد که رشد همه ژنوتیپ‌های *Cucurbita ficifolia* و *Sicyos angulatus* در دمای ۱۲ درجه سلسیوس نسبت به دماهای ۱۶ و ۲۰ درجه سلسیوس کاهش می‌یابد. همچنین میانو و همکاران (۱۹۹۱) یافتند که اندازه میوه‌های خیار در دمای شبانه ۲۲ درجه سلسیوس نسبت به دمای ۱۲ درجه سلسیوس افزایش داشت.

استفاده از پایه‌های مختلف به کمک پیوند یکی از روش‌های مورد استفاده برای افزایش مقاومت در برابر دماهای بالا (ریورو<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۳) و پایین (بولدر و همکاران، ۱۹۹۱)، افزایش جذب مواد غذایی توسط ریشه (روز<sup>۶</sup> و همکاران، ۱۹۹۷)، مقاومت گیاه در برابر عوامل بیماری‌زای خاکزی، افزایش قدرت رشدونمو گیاه، عملکرد، طول مدت برداشت اقتصادی و کیفیت میوه است (صالحی‌محمدی و همکاران، ۱۳۸۳). پیوند سبزی‌ها در تیره کدوسانان برای اولین بار توسط پژوهشگران ژاپنی با پیوند هندوانه روی پایه کدو آغاز گردید. پیوند خیار بر روی پایه‌های کدو، منجر به افزایش ۲۲ درصدی عملکرد می‌گردد (صالحی‌محمدی و همکاران، ۱۳۸۳). تأثیر

پایه‌های کدومسمایی (*Cucurbita pepo* L.)، کدو حلواپی (*Cucurbita moschata* L.) و کدو برگ‌انجیری (*Cucurbita ficifolia*) بر روی پیوندک خیار رقم سلطان بر طول ساقه اصلی، عملکرد بوته، وزن تر بوته، وزن تر و خشک ریشه و درصد ماده خشک میوه معنی‌دار و مثبت بوده است (صالحی‌محمدی و همکاران، ۱۳۸۳). چشمه‌منش و همکاران (۱۳۸۲) اعلام کردند که رشد و عملکرد، تعداد میوه، وزن تر ریشه حاصل از پیوند دو رقم خیار گلخانه‌ای رایج در ایران، روی پایه کدوی برگ‌انجیری (*Cucurbita ficifolia*) افزایش یافت.

یکی از دشواری‌های کشت خیار خصوصاً خیار زودرس و تولید خیار، مقاومت کم آن به دماهای نسبتاً کم است لذا اگر بتوان به طریقی حتی چند درجه مقاومت خیار را افزایش داد، می‌توان تلفات خیار را کم‌تر کرده و در مصرف انرژی در گلخانه‌ها صرفه‌جویی عظیمی کرد. کدوها در ایران دارای تنوع و رویشگاه‌های مختلفی هستند که برخی از آن‌ها مانند کدو حلواپی رقم ساری به دماهای کم مقاوم‌تر هستند. بنابراین هدف از انجام این آزمایش بررسی کارایی پایه‌های مختلف کدوئیان به‌ویژه کدو حلواپی رقم ساری به‌عنوان رقمی که در رویشگاه‌های نسبتاً خنک‌تر رشد می‌کند و کدو قلیانی به‌عنوان پایه رایجی که در کدوئیان استفاده می‌شود بر شاخص‌های رشد و فتوسنتزی خیار رقم Super daminos بود.

## مواد و روش‌ها

## تیمارها و مواد آزمایشی

جهت بررسی اثر پایه‌های مختلف بر رشد و عملکرد خیار (*Cucumis sativus* var. Super daminos) در دماهای مختلف، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار در بهار و تابستان ۱۳۹۳ در گلخانه‌های پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. جهت بررسی اثر پیوند خیار *Cucumis sativus* var. Super daminos بر روی پایه‌های کدوی مسمایی توده ساری (*Cucurbita moschata*) (Rs) و قلیانی (*Lagenaria siceraria*) (Rg) و مقایسه آن با خیار بدون پیوند (Rn) و پیوند شده روی پایه خیار (Rc) آزمایشی به‌صورت آزمایش فاکتوریل در مکان در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار دمایی و چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان با کنترل روزانه دما، میزان رطوبت ۳۰ تا ۵۰ درصد و ۶۰۰۰ لوکس روشنایی با لامپ فلورسنت به‌صورت ۱۴ ساعت روشنایی، ۱۰ ساعت خاموشی اجرا گردید. تیمارهای دمایی مورد مطالعه شامل دمای بهینه رشد خیار (۲۷±۲) درجه سلسیوس در روز و ۱۸±۲ درجه سلسیوس در

1. Yan
2. Haghghi
3. Miao
4. Bulder
5. Rivero
6. Ruiz

### اندازه‌گیری تبادلات گازی

به‌منظور اندازه‌گیری میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ (میکرومول CO<sub>2</sub> در مترمربع در ثانیه)، هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول در مترمربع در ثانیه)، مقاومت روزنه‌ای (میلی‌مول در مترمربع در ثانیه)، میزان تعرق (میلی‌مول در مترمربع در ثانیه) و غلظت CO<sub>2</sub> درون روزنه‌ای (میکرومول در مول) از دستگاه پرتابل سنجش فتوسنتز (LI, 6100 شرکت لای کور، ایالات‌متحده آمریکا) مورداستفاده قرار گرفت. تمامی اندازه‌گیری‌ها در ساعت ۱۱ صبح و در شدت نور معادل ۱۲۰۰-۱۴۰۰ میکرومول فوتون در مترمربع بر ثانیه انجام شد. در هر تیمار صفات موردنظر از برگ‌های میانی کاملاً توسعه یافته با ۳ تکرار اندازه‌گیری شد. داده‌ها ۳۰ ثانیه پس از قرار دادن برگ در داخل محفظه دستگاه اعداد ثبت گردید (فیشر و همکاران، ۱۹۹۸؛ احمدی و بیکر، ۱۳۷۹). هدایت مزوفیلی (میلی‌مول CO<sub>2</sub> در مترمربع در ثانیه) از تقسیم کردن عدد فتوسنتز به عدد غلظت CO<sub>2</sub> درون روزنه‌ای به‌دست می‌آید (فیشر و همکاران، ۱۹۹۸). به‌منظور تعیین کارایی مصرف آب فتوسنتزی (میکرومول CO<sub>2</sub> در مول H<sub>2</sub>O) میزان فتوسنتز به هدایت روزنه‌ای تقسیم شده است (ورونا و کالگانو، ۱۹۹۱). کارایی مصرف آب فتوسنتزی شاخصی است که میزان فتوسنتز به ازاء هر واحد هدایت روزنه‌ای و تعرق را نشان می‌دهد. داده‌ها در نرم‌افزار اکسل طبقه‌بندی و با برنامه آماری Statstix 8 آنالیز شدند و مقایسه میانگین داده‌ها به کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد محاسبه شد.

### نتایج

#### اثرات ساده نوع پایه و تنش دمایی بر شاخص‌های رشدی

##### خيار پيوندی

جدول مقایسه میانگین نشان داد که طول گره، شاخص کلروفیل، تعداد برگ پس از اعمال تیمار دمایی پایین به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. طول بوته، طول گره تحت تأثیر تیمار دمایی قرار نگرفت (جدول ۱). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمار پایه بر کلیه شاخص‌های رشدی به‌جز طول گره و تعداد گره در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱). تعداد و طول گره در کلیه پایه‌ها یکسان بود و با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ولی طول بوته در پایه خودی بیش‌تر و در قلیانی کم‌تر از سایر تیمارها بود. میزان شاخص کلروفیل در پایه خودی و ساری پس از اعمال تنش دمایی حداکثر و در قلیانی حداقل میزان را داشت (جدول ۱).

شب) و دمایی پایین رشد خیار (۱۵±۲) درجه سلسیوس در روز و ۱۲±۲ درجه سلسیوس در شب) بود.

جهت تهیه نشاء، بذرها به مدت ۱۲ ساعت در آب خیسانده و سپس در گلدان‌های حاوی مخلوط ماسه و خاک باغچه به نسبت ۱ به ۱ و برای پیوندک از گیاهان خیار رقم Super daminos که ۱۰ روز قبل از پیوند در مخلوط کوکوپیت و پرلایت با نسبت ۱ به ۱ کشت شد. پیوندک بعد از ظهور برگ حقیقی و رسیدن به قطر ۰/۵ سانتی‌متر از زیر برگ‌های لپه‌ای قطع شد و پیوند حفره‌ای بر پایه‌های مختلف انجام گرفت. برای انجام پیوند حفره‌ای ابتدا بذر پایه و بعد از سه روز بذر پیوندک کشت شود. پس از ظهور برگ حقیقی در گیاه پایه جوانه انتهایی آن قطع و به‌وسیله یک مته حفره‌ای در رأس گیاه پایه ایجاد گردید. از سوی دیگر گیاه پیوندک هم از قسمت هیپوکوتیل از فاصله دو سانتی‌متری ریشه به‌صورت مورب برش داده شد و درون حفره ایجاد شده در پایه قرار گرفت. سپس گیاهان پیوند شده به‌مدت ده روز در اتاقک رشد با رطوبت ۹۵ درصد نگهداری شدند. پس از دو هفته و حصول اطمینان از گرفتن پیوند و پس از عمل مقاوم‌سازی گیاهان پیوندی به‌مدت یک هفته به گلدان‌های ۴ لیتری حاوی مخلوط ماسه و خاک باغچه به نسبت ۱ به ۱ با فاصله ۵۰×۳۰ سانتی‌متر منتقل و سپس به تیمارهای دمایی موردنظر منتقل گردید. در مدت ۴ ماهه آزمایش هر هفته ۲۰۰ میلی‌لیتر کود کامل NPK (۲۰-۲۰-۲۰) با غلظت یک در هزار به‌صورت محلول آبیاری استفاده و در صورت لزوم آبیاری انجام شد. سپس صفات تعداد گره، طول میان‌گره، وزن‌تر و خشک ساقه، میزان فتوسنتز و طول بوته در آخرین مرحله از آزمایش اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری وزن‌تر و خشک اندام هوایی، ابتدا ریشه از محل طوقه از قسمت شاخساره جدا و وزن شاخساره با ترازوی دیجیتالی دقیق اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌های شاخساره درون پاکت قرار گرفتند و در آزمایشگاه درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. از ترازوی دیجیتالی دقیق برای اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها استفاده شد و برای محاسبه طول بوته از محل پیوند تا بلندترین شاخساره به کمک خط‌کش با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

##### شاخص کلروفیل برگ

این شاخص که نمایانگر میزان کلروفیل برگ است توسط دستگاه کلروفیل‌سنج (مدل ۵۰۲ ساخت شرکت مینولتا، ژاپن) اندازه‌گیری شد (فیشر<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۸).

جدول ۱: اثر دماها و پایه‌های مختلف بر شاخص‌های رشد

Table 1: Effect of different temperatures and rootstocks on growth characteristics

وزن خشک شاخساره (گرم) Dry weight shoot (g)	وزن تر شاخساره (گرم) Fresh weight shoot (g)	شاخص کلروفیل (عدد اسپاد) Chlorophyll (Spad value)	تعداد گره به ازای بوته Node number per plant	طول گره (سانتی‌متر) Node length (cm)	تعداد برگ به ازای بوته Leave number per plant	طول بوته (سانتی‌متر) Plant length (cm)	تیمار Treatment
8.88a	60.06a	10.44a	34.55a	9.87a	25.08a	203.38a	To دمای ایتیمم
5.21b	44.82b	8.28b	22.81b	7.79a	18.23b	79.88b	Tc دمای مینییم
11.17a	92.34a	8.52b	32.62a	8.35a	24.25b	166.50b	Rn پایه غیرپیوندی
8.23b	61.68b	11.95a	28.75a	10.54a	18.50c	207.58a	Rc پایه خودی
2.33d	13.71d	6.48c	30.48a	8.78a	25.67a	106.49c	Rg پایه قلیانی
6.45c	42.18c	13.06a	22.87a	7.66a	19.22c	85.95d	Rs پایه ساری

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

فتوسنتز و کارایی آب مصرف فتوسنتزی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری داشت و بر سایر صفات فتوسنتزی اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). اثرات اصلی پایه بر تبادلات گازی خیار نشان داد که میزان فتوسنتز، کارایی آب مصرفی فتوسنتز و CO<sub>2</sub> داخل روزنه‌ای در پایه قلیانی حداکثر بود و مقاومت روزنه‌ای، میزان تعرق و هدایت مزوفیلی تحت تأثیر نوع پایه تغییری نیافت (جدول ۲).

### اثرات ساده نوع پایه و تنش دمایی بر شاخص‌های فتوسنتزی خیار پیوندی

اثرات ساده دما بر شاخص‌های فتوسنتزی نشان داد که میزان کلروفیل، CO<sub>2</sub> داخل روزنه‌ای، میزان تعرق با کاهش دما به‌طور معنی‌داری کاهش یافت درحالی‌که مقاومت روزنه‌ای، شاخص فتوسنتز، هدایت مزوفیل و کارایی آب مصرفی فتوسنتز تغییر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمار پایه بر صفات دی‌اکسیدکربن زیر روزنه،

جدول ۲: اثر دماها و پایه‌های مختلف بر اندازه‌گیری تبادلات گازی

Table 3: Effects of different temperatures and rootstocks on gas exchange measurements

دمای Temperature	هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول آب بر مترمربع بر ثانیه) Stomata conductance (mmol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	دی‌اکسیدکربن داخل روزنه (میکرومول بر مول) Intercellular CO <sub>2</sub> concentration (μmol mol <sup>-1</sup> )	تعرق (میلی‌مول آب بر مترمربع بر ثانیه) Transpiration (mmol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	فتوسنتز (میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع بر ثانیه) Photosynthesis (μmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	هدایت مزوفیلی (میلی‌مول CO <sub>2</sub> بر مترمربع بر ثانیه) Mesophyll conductance (mmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	کارایی مصرف آب فتوسنتزی (میکرومول دی‌اکسیدکربن در میلی‌مول آب) Photosynthetic water use efficiency (μmol CO <sub>2</sub> mmol H <sub>2</sub> O <sup>-1</sup> )
To دمای ایتیمم	0.06a	455.36a	3.37a	3.78a	0.04a	114.48a
Tc دمای مینییم	0.05a	209.20b	1.57b	3.40a	0.02a	68.90a
Rn پایه غیرپیوندی	0.06a	348.22ab	2.96a	1.94b	0.03a	72.40b
Rc پایه خودی	0.06a	366.41ab	2.82a	3.81ab	0.03a	74.25b
Rg پایه قلیانی	0.07a	373.41a	1.51a	4.53a	0.02a	151a
Rs پایه ساری	0.04a	241.08b	2.58a	4.09b	0.02a	69.11b

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

معنی‌داری پیدا نکرد اما در تیمار پایه غیرپیوندی و خودی کاهش یافت (شکل ۱a). وزن خشک ساقه در تیمار پایه ساری، دمای پایین کم‌ترین و در تیمار پایه خودی، دمای ایتیمم و پایه غیرپیوندی، دمای ایتیمم بیش‌ترین مقدار را داشت. وزن خشک ساقه در کلیه پایه‌ها با ایجاد تنش دمای پایین نسبت به شرایط ایتیمم دمایی کاهش معنی‌داری داشت (شکل ۱b).

### اثرات متقابل تیمار دما و پایه بر شاخص‌های رشدی و فتوسنتزی

وزن تر و خشک ساقه در تیمار قلیانی کم‌ترین و در خیار غیرپیوندی بیش‌ترین میزان را داشت. وزن تر ساقه در پایه ساری و قلیانی زمانی که تحت تأثیر دمای پایین قرار گرفت نسبت به زمانی که در شرایط ایتیمم دمایی بود تغییر

دچار اختلال می‌گردد در نتیجه رشد هم کاهش می‌یابد. تحقیقات نشان می‌دهد که دمای کم سبب کاهش رشد بخش هوایی، ریشه‌ها، فتوسنتز و برخی دیگر فرآیندهای فیزیولوژیکی در دانه‌های خیار می‌گردد. طول بوته در اثر تنش دمایی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و پیوند تأثیر در بهبود طول بوته در شرایط تنش نداشت اما پیوند بر پایه خودی در شرایط دمایی بدون تنش بیش‌ترین میزان مشاهده شد. 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 (چشمه‌منش و همکاران، ۱۳۸۰). این افزایش رشد را چنین می‌توان توجیه کرد که بین گیاهان پایه و پیوندک از لحاظ 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 وزن تر 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 (چشمه‌منش و همکاران، ۱۳۸۰). در تأیید نتایج تحقیق حاضر ربورو و همکاران (2003) گزارش کردند که هنگامی که کدوی برگ‌انجیری به‌عنوان پایه و خیار به‌عنوان پیوندک استفاده و در دمای ۱۵ و ۶ درجه سلسیوس قرار گرفتند رشد و عملکرد بالاتری در دمای ۱۵ درجه سلسیوس مشاهده شد. گزارش شده است که پیوند خیار بر روی کدوی مسمایی و قرار گرفتن در دمای کم‌تر از حد مطلوب در مقایسه با خیار پیوند شده بر روی پایه خودی از لحاظ فاکتورهای رشدی مانند طول بوته، طول میان‌گره، سطح برگ، تعداد برگ عملکرد بیش‌تری داشته است (شیبویا<sup>۱</sup> و همکاران، 2007). ژانگ<sup>۲</sup> و همکاران (2008) بیان کردند که کاهش رشد گوجه‌فرنگی در اثر تنش شوری در گیاهان پیوندی بهبود می‌یابد.

وزن خشک یکی از فاکتورهای مهم در روند ذخیره‌سازی مواد در طی فتوسنتز در گیاه است و نشان می‌دهد که شرایط محیطی سرعت رشد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. دانه‌های پیوندی در دمای ۱۵ درجه سلسیوس نسبت به دانه‌های غیرپیوندی در شرایط مشابه دارای وزن‌تر و خشک بیش‌تری بوده است. دانه‌های پیوندی دارای تعامل با سیستم ریشه‌ای

پایه ساری و قلیانی مانع از کاهش تعداد گره تحت تأثیر دمای پایین نسبت به شاهد شد. اثر متقابل پایه و دما نشان داد که تعداد گره با کاهش دما در پایه غیرپیوندی و خودی کاهش یافت اما در پایه قلیانی و ساری تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱c). طول بوته در کلیه پایه‌ها در دمای پایین نسبت به دمای اپتیمم کاهش یافت و به حداقل میزان در تیمار پایه قلیانی، دمای پایین و پایه ساری و دمای پایین رسید. بیش‌ترین طول بوته متعلق به پایه خودی در دمای اپتیمم بود (شکل ۱d).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل پایه و دما از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر کلیه صفات فتوسنتزی به جز هدایت روزنه‌ای و مزوفیلی اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). شاخص کلروفیل در تیمار خودی و غیرپیوندی با اعمال تنش دمای پایین کاهش یافت ولی در پایه ساری و قلیانی شاخص کلروفیل تحت تأثیر دمای پایین تغییر معنی‌داری با دمای اپتیمم نداشت حداقل میزان شاخص کلروفیل در پایه غیرپیوندی و دمای پایین بود (شکل 2a). میزان فتوسنتز تحت تأثیر دمای پایین در پایه‌های خودی و غیرپیوندی کاهش معنی‌داری داشت اما در پایه ساری و قلیانی در دمای پایین نسبت به دمای اپتیمم تفاوت معنی‌داری نداشت به‌طور کلی کم‌ترین فتوسنتز در پایه غیرپیوندی، دمای پایین و پایه خودی، دمای پایین دیده شد (شکل 2b). مقاومت روزنه‌ای تحت تأثیر اثر متقابل دما و نوع پایه تغییر معنی‌داری نداشت (داده‌ها نشان داده نشده است). میزان تعرق در دمای پایین در پایه‌های ساری و قلیانی و غیرپیوندی نسبت به دمای اپتیمم کاهش یافت و بیش‌ترین میزان تعرق در تیمار پایه ساری، دمای اپتیمم و پایه قلیانی دمای اپتیمم بود (شکل 2c). میزان CO<sub>2</sub> داخل روزنه‌ای در کلیه پایه‌ها در تیمار دمای پایین افزایش یافت و حداقل میزان آن در تیمار پایه غیرخودی و دمای اپتیمم دیده شد (شکل 2d). کارایی آب فتوسنتزی در پایه‌های مختلف بین ۲ تیمار دمایی تفاوت معنی‌داری نداشت و در تیمار غیرپیوندی و خودی در هر دو دما کم‌تر از ساری و قلیانی در هر دو دما بود (شکل 2e). هدایت مزوفیلی در پایه‌های مختلف بین ۲ تیمار دمایی تفاوت معنی‌داری نداشت (داده‌ها نشان داده نشده است).

## بحث

در مرحله رشد رویشی درجه حرارت کم عمدتاً بر فاکتورهای رشد از جمله رشد طولی و ایجاد برگ جدید تأثیر منفی دارد، زیرا با کاهش دما جذب آب و مواد غذایی کاهش می‌یابد، هم‌چنین فعالیت آنزیم‌های مربوط به فتوسنتز و تنفس هم

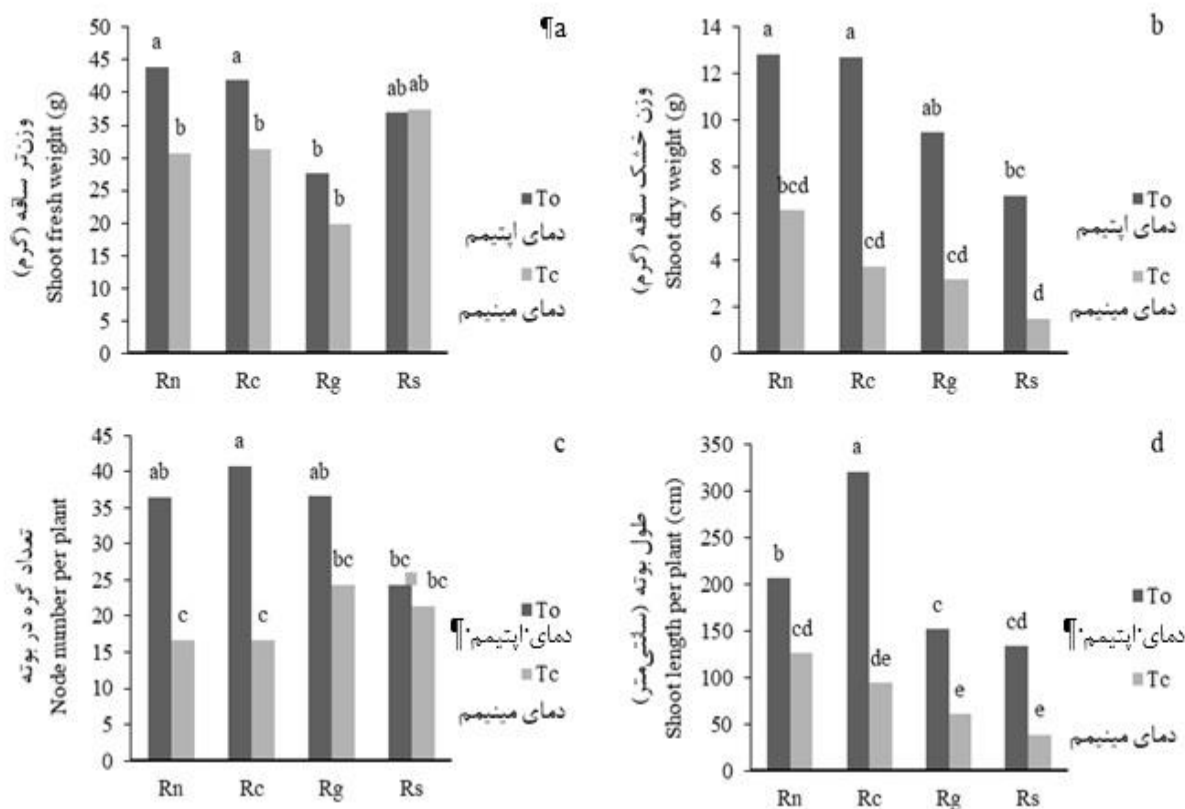
منجر به خسارت نوری و یا اختلال در فعالیت فتوسیستم II شود (آلن و اورت<sup>۲</sup>، 2001). کلروپلاست و فرآیند فتوسنتز دو محل اصلی آسیب در اثر سرما هستند که از تأثیرات منفی تنش سرما بر کلروپلاست و فتوسنتز می‌توان به کاهش توان دستگاه فتوسنتزی در تولید انرژی، اسمیلاسیون CO<sub>2</sub> در چرخه تاریکی فتوسنتز اشاره کرد که این موضوع باعث کاهش تولید کربوهیدرات می‌شود و کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه را به دنبال دارد (آلن و اورت، 2001). دمای پایین به خصوص در ناحیه ریشه میزان جذب آب را محدود می‌کند که این موضوع سبب کاهش تعرق از سطح برگ می‌گردد در نتیجه دمای سطح برگ به علت تابش نور خورشید افزایش می‌یابد (آلن و اورت، 2001).

در آزمایش حاضر مشاهده شد که نرخ فتوسنتز در اثر تنش دمای پایین به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و پیوند خیار بر پایه‌های ساری و قلیانی سبب جبران کاهش فتوسنتز در اثر تنش دمایی می‌شود.

پایه هستند که ویژگی‌های پایه به گیاه جدید منتقل می‌شود به‌طور مثال اگر پایه دارای ویژگی تحمل سرما باشد این ویژگی بر رشد پیوندک تأثیر گذاشته و سبب رشد بهتر و عملکرد بیشتر می‌گردد. از اثرات پایه بر پیوندک می‌توان تأثیر بر اندازه و عادت رشد، مقاومت به آفات و بیماری‌ها، تنش‌های سرما و گرما و غیره اشاره کرد (برت<sup>۱</sup> و همکاران، 2005).

تنش دمایی بر مقاومت روزنه‌ای، شاخص کلروفیل، هدایت روزنه‌ای و کارایی آب مصرفی فتوسنتز بی‌تأثیر بود درحالی‌که دمای اپتیمم سبب افزایش میزان فتوسنتز و CO<sub>2</sub> داخل روزنه می‌گردد. همچنین پایه قلیانی سبب افزایش میزان فتوسنتز، کارایی آب مصرفی فتوسنتز و CO<sub>2</sub> داخل روزنه شده است. اثر متقابل دما و پایه نشان داد که حداقل میزان کلروفیل، فتوسنتز، CO<sub>2</sub> داخل روزنه و کارایی آب مصرفی فتوسنتز در پایه غیرپیوندی و دمای پایین، حداقل میزان تعرق در پایه غیرپیوندی و دمای اپتیمم به‌دست آمد.

مهم‌ترین واکنش گیاهان به سرما، افزایش سریع بازداری فتوسنتز است که حتی در شدت‌های متوسط نور نیز می‌تواند

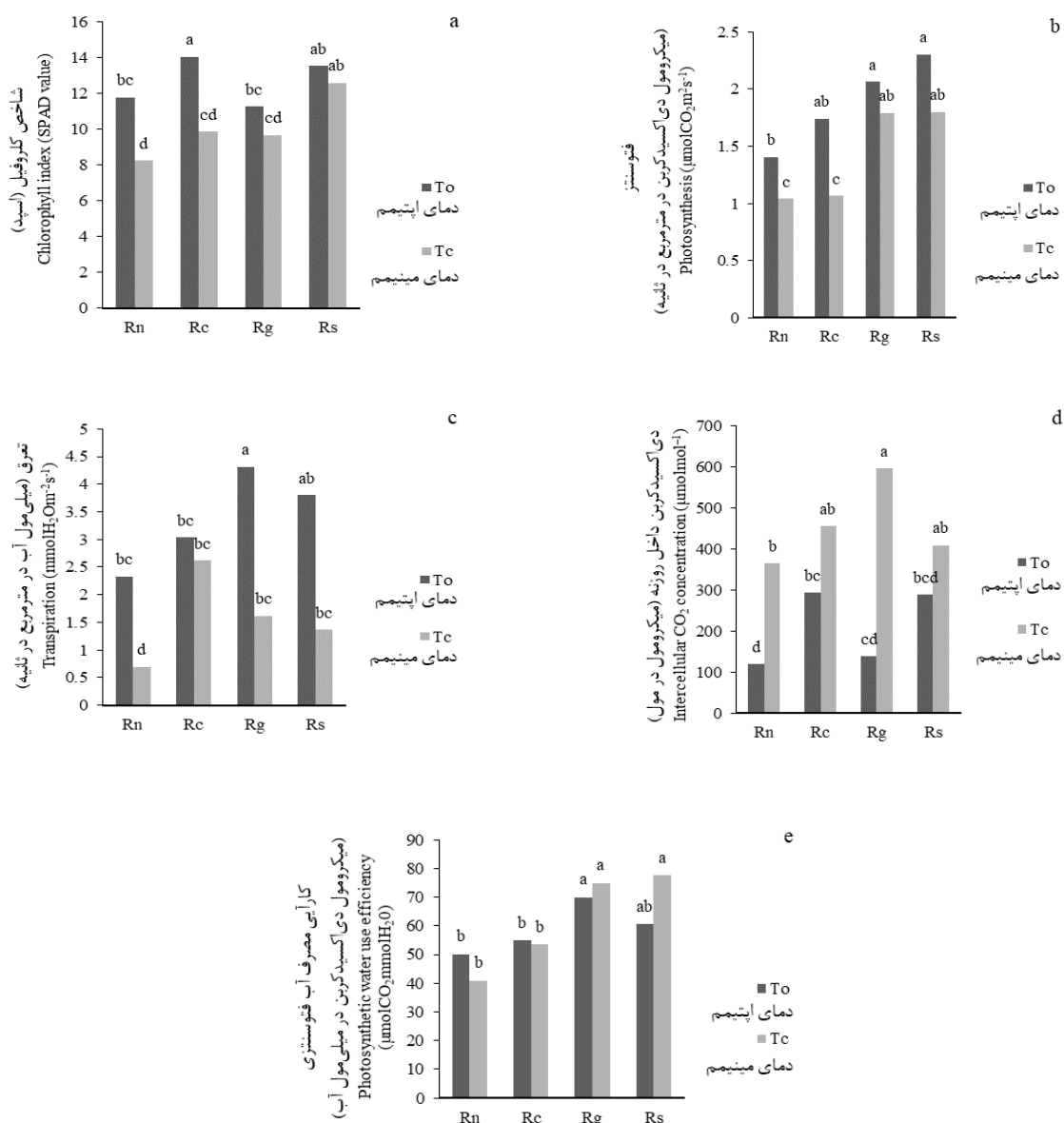


شکل ۱: اثر متقابل پایه‌ها و دماهای مختلف بر وزن تر ساقه (a)، وزن خشک ساقه (b)، تعداد گره در بوته (c)، طول بوته (d). (To: دمای اپتیمم، Tc: دمای مینیمم، Rn: پایه غیرپیوندی، Rc: پایه خودی، Rg: پایه قلیانی، Rs: پایه ساری)

Fig. 1: Interaction of different rootstock and temperature on Shoot dry weight (a), Shoot fresh weight (b), Node number per plant (c), Shoot length per plant (d). (To: Optimum temperature, Tc: Low temperature, Rn: Non grafted, Rc: Self grafted, Rg: *Lagenaria siceraria*, Rs: *Cucurbita moschata* var. sari)

افزایش نرخ فتوسنتز می‌شود. صالحی<sup>۲</sup> و همکاران (2010) بیان کردند که طالبی‌های خاتونی (*Cucumis melo* var. inodorus) پیوند شده بر کدو دارای نرخ جذب دی‌اکسیدکربن بیش‌تری از طریق افزایش دی‌اکسیدکربن درون روزنه‌ای و هدایت روزنه‌ای می‌شود. هائو و همکاران (2014) نیز گزارش کردند که تأثیر پایه بر فتوسنتز را می‌توان از طریق تأثیر بر هدایت روزنه‌ای و هدایت مزوفیلی بیان کرد.

در تأیید نتایج تحقیق حاضر هائو<sup>۱</sup> و همکاران (2014) بیان کردند که پیوند خیار بر کدوی برگ‌انجیری و لیف باعث افزایش مقاومت گیاه به تنش دمایی می‌شود و سبب افزایش ظرفیت جذب دی‌اکسیدکربن در شرایط تنش می‌شود. در آزمایش حاضر نیز مشاهده شد که پیوند بر پایه قلیانی میزان دی‌اکسیدکربن درون روزنه‌ای را افزایش می‌دهد که گیاه از طریق افزایش جذب دی‌اکسیدکربن و هدایت روزنه‌ای سبب



شکل ۲: اثر متقابل پایه‌ها و دماهای مختلف بر شاخص کلروفیل (a)، فتوسنتز (b)، تعرق (c)، دی‌اکسیدکربن زیر روزنه (d)، کارایی آب مصرفی فتوسنتزی (e). (To: دمای اپتیمم، Tc: دمای مینیمم، Rn: پایه غیر پیوندی، Rc: پایه خودی، Rg: پایه قلیانی، Rs: پایه ساری)

Fig. 2: Interaction of different rootstock and temperature on Chlorophyll index (a), Photosynthesis (b), Transpiration (c), Intercellular CO<sub>2</sub> concentration (d), Photosynthetic water use efficiency. (T<sub>0</sub>: Optimum temperature, T<sub>c</sub>: Low temperature, Rn: Non grafted, Rc: Self grafted, Rg: *Lagenaria siceraria*, Rs: *Cucurbita moschata* var. sari)

## نتایج کلی

ساری و قلیانی می‌تواند یک راهکار مناسب برای افزایش رشد و عملکرد گیاه از طریق بهبود فتوسنتز در شرایط تنش دمایی باشد هرچند که در آزمایش حاضر پیوند چه در شرایط تنش و غیرتنش تأثیر معنی‌داری بر طول بوته، گره و وزن شاخساره نداشت.

به‌طورکلی نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که تنش دمایی پایین باعث کاهش فتوسنتز از طریق کاهش میزان دی‌اکسیدکربن درون روزنه‌ای و مقاومت روزنه‌ای می‌شود و پیوند بر پایه‌های ساری و قلیانی باعث جبران اثرات مضر تنش دمایی بر فتوسنتز و مقاومت روزنه‌ای می‌شود. پیوند بر پایه‌های

## منابع

- احمدی، ع. و بیکر، د. آ. ۱۳۷۹. عوامل روزنه‌ای و غیرروزنه‌ای محدودکننده فتوسنتز در گندم در شرایط تنش خشکی، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۱ (۴): ۸۱۳-۸۲۵.
- چشمه‌منش، ع.، کاشی، ع.، معمارمشرقی، م. و خصوصی، م. ۱۳۸۲. اثر پیوند بر رشد و عملکرد دو رقم خیار گلخانه‌ای Royal 24189 و Vilmorin با پایه کدوی برگ‌انجیری (*Cucurbita ficifolia*)، مجله نهال و بذر، ۱۹ (۴): ۴۴۷-۴۵۶.
- صالحی محمدی، ر.، کاشی، ع. و لسانی، ح. ۱۳۸۳. اثرهای پایه‌های مختلف کدو بر رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای رقم سلطان، مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۵ (۱): ۵۹-۶۶.
- کلانتر، م.، خلیقی، ا.، حسنیپور، ا. و تفضلی، ع. ا. ۱۳۸۷. بررسی اثر اکسین، اتفن و سیستم کاشت بر صفات کمی خیار هیبرید (F1) ملیتا رقم *Cucumis sativus cv. Melita*، مجله پژوهش در علوم کشاورزی، ۴ (۲): ۲۱۴-۲۲۴.
- مومنی، د. و غفاری‌نژاد، ع. ۱۳۸۹. تأثیر روش‌های مختلف آماده‌سازی بستر کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد خیار گلخانه‌ای، مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۱ (۳): ۴۳-۴۹.
- 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.
- Berta, G., Jose, M. and Alberto Paul, S. 2005. Scion, rootstock interaction affects the physiology and fruit quality of sweet cherry, *Tree Physiology*, 26: 93-104.
- Bulder, H. A. M., den Nijs, A. P. M., Speek, E. J., van Hasselt, P. R. and Kuiper, P. J. C. 1991. The effect of low root temperature on growth and lipid composition of low temperature tolerant rootstock genotypes for cucumber, *Journal of Plant Physiology*, 138: 661-666.
- Fisher, R. A., Rees, D., Sayre, K. D., Lu, Z. M., Candon, A. G. and Saavedra, A. L. 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies, *Crop Science*, 38: 1467-1475.
- Hao, L., Feng, W., Xiao-Juan, C., Xiao-Jian, X., Michael, J. C., Jing-Quan, Y. and Yan-Hong, Z. 2014. The sub/supra-optimal temperature-induced inhibition of photosynthesis and oxidative damage in cucumber leaves are alleviated by grafting onto figleaf gourd/luffa rootstocks, *Physiologia Plantarum*, 152: 571-584.
- Haghighi, M., Abolghasemi, R. and Teixeira da Silva, J. A. 2014. Low and high temperature stress affect the growth characteristics of tomato in hydroponic culture with Se and nano-Se amendment, *Scientia Horticulturae*, 178: 231-240.
- Hoyos, P. 2001. Influence of different rootstocks on the yield and quality of greenhouse grown cucumbers, *Acta Horticulturae*, 559: 139-143.
- 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.
- Rivero, R. M., Ruiz, J. M. and Romero, L. 2003. Role of grafting in horticultural plants under stress conditions, *Food, Agriculture and Environment*, 1 (1): 70-74.
- Ruiz, J. M., Belakbir, L., Ragala, J. M. and Romero, L. 1997. Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: effectiveness of different rootstocks in melon plants (*Cucumis melo* L.), *Soil Science and Plant Nutrition*, 43: 855-862.
- 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, *Horticultural Science*, 45: 766-770.
- Shibuya, T., Tokuda, A., Terakura, R., Shimizu-Maruo, K., Sugiwaki, H., Kitaya, Y. and Kiyota, M. 2007. Short-term bottom-heat treatment during low-air-temperature storage improves rooting in squash (*Cucurbita moschata* Duch.) cuttings used for rootstock of cucumber (*Cucumis sativus* L.), *Journal of Society Horticulture Science*, 76 (2): 139-143.
- Verona, C. and Calcagno, F. 1991. Study of stomatal parameters for selection of drought resistant varieties in *Triticum durum*, *Euphitica*, 57: 275-283.



- Yan, Q. Y., Duan, Z. Q., Mao, J. D., Li, X. and Dong, F. 2013. Low root zone temperature limits nutrient effects on cucumber seedling growth and induces adversity physiological response, *Journal of International Agriculture*, 12 (8): 1450-1460.
- Zhang, G. W., Liu, Z. L., Zhou, J. G. and Zhu, Y. L. 2008. Effects of  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  stress on oxidative damage, antioxidant enzymes activities and polyamine contents in roots of grafted and non-grafted tomato plants, *Plant Growth Regulation*, 56: 7-19.

## Investigation of the Changes of Growth and Photosynthesis Parameters of Grafted Cucumber on *Cucurbita moschata* and *Lagenaria siceraria* During Chilling Stress

Mohammadnia<sup>1</sup>, S., Haghighi<sup>2\*</sup>, M. and Farhadi<sup>3</sup>, A.

### Abstract

Temperature is one of the main environmental factors that affect plant growth. Grafting in the squash (*Cucurbita moschata*) family has been considered due to the increased resistance of the transplanted plant to stresses such as low temperature, high temperature and salinity. Experiment was design to study on the effect of *Cucumis sativus* cv. 'super daminos' cucumber grafting on squash rootstocks of *Cucurbita moschata* (Rs) and ghalyani *Lagenaria siceraria* (Rg) and its comparison with ungraded cucumber (Rn) and grafted cucumber (Rc). The combined experiment was conducted in a completely randomized design (CRD) with two treatments of optimum temperature ( $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) and low temperature ( $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) with four replications in the research greenhouses of Isfahan University of Technology. At the end of experiment the shoot fresh and dry weight, length of bush, number and length of nodes, chlorophyll index, and photosynthetic indices were measured. The results of the present experiment showed that the rate of photosynthesis was significantly reduced at low-temperature stress and improved in the Rs and Rg under stress conditions. Cold improved photosynthesis and the highest amount of photosynthesis was observed in non-stress conditions and in grafted plants on Rs and Rg. Moreover, Transpiration decreased in Rg, Rs, Rc under low temperature treatment. Eventually, Rg and Rc can improve some characteristics of *super daminos* in low temperature condition compare with Rs and Rn.

**Keywords:** *Cucurbita moschata*, Optimum temperature, Photosynthesis, Transpiration

---

1 and 2. MSc Student and Associate Professor, Respectively, Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

3. Assistant Professor, 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.