

بررسی میزان خسارت و تغییرات سطوح پرولین در جوانه‌های گل چند رقم

زردآلوی تجاری در مراحل مختلف فنولوژیکی^۱

INVESTIGATING THE RATE OF DAMAGE AND DIFFERENCES IN PROLINE LEVELS IN FLOWER BUDS OF SOME COMMERCIAL APRICOT CULTIVARS IN DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES

مهدی روحانی نیا، وازگین گریگوریان، علیرضا مطلبی آذر و جلیل دژم‌پور^۲

چکیده

درخت زردآلو به عنوان یک درخت زودگل و حساس به سرمازدگی شناخته شده است. براین اساس در استان آذربایجان شرقی که یکی از مهمترین مناطق تولید زردآلو در کشور می باشد میزان مقاومت به سرمای چند رقم زردآلوی تجاری به نام های 'نصیری'، 'قرمز شاهرود'، 'قربان مراغه'، 'درشت ملایر' و 'کانینو' مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور نمونه‌های آزمایشی در چهارسطح مختلف تیمار دمائی +۲، ۰، -۲ و -۴- درجه سانتیگراد قرار گرفتند. ویژگی های مورد بررسی شامل میزان حساسیت و تفاوت پرچم، گلبرگ، کلاله، خامه و تخمدان به تیمارهای دمائی مورد ارزیابی مرفولوژیکی قرارگرفت. در مورد همه ارقام با پیشرفت مراحل فنولوژیکی و همچنین با کاهش دما میزان خسارت افزایش یافت. در میان ارقام مورد بررسی از نظر ویژگی های بررسی شده رقم 'درشت ملایر' کمترین میزان خسارت و رقم 'قربان مراغه' بیشترین میزان خسارت را نشان دادند. ارقام 'نصیری'، 'قرمز شاهرود' و 'کانینو' از نظر میزان خسارت بین دو رقم یاد شده قرارگرفتند. همچنین میزان اسید آمینه پرولین نیز پس از اعمال تیمار سرمایی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که در ارقام مورد بررسی بین افزایش میزان پرولین و مقاومت به سرما رابطه خطی وجود ندارد.

مقدمه

یکی از گیاهان مهم باغی در ایران، به ویژه در منطقه آذربایجان زردآلو می باشد که محصول آن به صورت تازه خوری، کمپوت، مربا، برگه زردآلو و غیره مصرف داخلی و جنبه صادراتی دارد. زردآلو با دارا بودن مقادیر زیادی پتاسیم، ویتامین آ، فسفر و حدود نوزده نوع اسید آمینه، که در میان آنها اسپارتیک، آرژنین، گلوتامین و متیونین، بیشترین سهم را دارند، دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی در میان میوه‌ها می باشد (۱۸). با توجه به زودگل بودن این درخت در کاشت و عمل آوری این محصول حساسیت به سرمازدگی در جریان گلدهی از عوامل محدود کننده کاشت می باشد. به طوری که این عامل محدودکننده در نواحی مستعد اغلب موجب از بین رفتن بخش مهمی از محصول می شود. سرمازدگی موجب کاهش کمیت و کیفیت محصول می شود.

۱- تاریخ دریافت: ۸۵/۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۸۶/۵/۲۱

۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی- واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، استاد و استادیاران بخش علوم باغبانی دانشگاه تبریز، تبریز، جمهوری اسلامی ایران.

از نظر فیزیولوژیکی سرما زمینه بروز برخی ناهنجاری ها را در گیاه فراهم می‌سازد که از آن جمله فقر غذایی، اختلال تنفسی و تجزیه پروتئین‌ها را می‌توان نام برد (۱۵).

خسارت سرما بیشتر از راه تشکیل یخ می‌باشد و سرنوشت یاخته بستگی به محل تشکیل یخ دارد. تشکیل یخ ممکن است برون یا درون یاخته ای باشد (۷). چندین عامل در مقاومت به سرمای جوانه‌های گل مؤثر هستند که از آن جمله می‌توان نوع نژادگان، فنولوژی گل، تشکیل یخ در بافت های مورد نظر، محتوای آبی یاخته، وضعیت تغذیه‌ای درخت، انباشت مواد در یاخته ها و بافت های گیاهی را نام برد (۱۱، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹).

در اواخر تابستان و اوایل پائیز نشانه های کوتاه شدن طول روز توسط دریافتگرهای موجود در برگ ها دریافت شده و در پاسخ برگ ها موادی را می سازند که موجب تحریک مقاومت می‌شود. این مواد قابل انتقال بوده و از شاخه‌های برگدار به شاخه‌های بدون برگ نیز منتقل می‌شوند و موجب انگیزش مقاومت در این نوع شاخه‌ها می‌گردند. این مرحله به عنوان مرحله اول مقاومت شناخته شده است (۱۶).

نقش برگ ها هم از نظر تولید مواد فتوسنتزی که برای مقاومت به سرما لازم می‌باشند و هم از نظر تولید موادی که موجب مقاومت به سرما می‌شوند، مهم می‌باشد (۲۰). نتیجه پژوهش های مختلف نشان داده است که شاخه‌های برگدار در مجاورت نور نسبت به شاخه‌هایی که در تاریکی بوده و توانایی فتوسنتز نداشتند، در برابر سرما بهتر سازگار شدند (۲۰).

مرحله دوم مقاومت توسط دمای کم تحریک می‌شود. بیشتر گیاهان پس از قرار گرفتن در دمای یخبندان به بیشترین میزان مقاومت دست پیدا می‌کنند. این مرحله به عنوان مرحله سوم مقاومت شناخته می‌شود (۵، ۱۰).

در برخی موارد می‌توان به تجمع اسمولیت‌های آلی نظیر پرولین، بتائین و گلیسین اشاره نمود که در شرایط تنش مقدارشان افزایش می‌یابد. در این میان اسید آمینه پرولین بیشتر مطرح می‌باشد (۲). تیمار با تنظیم‌کننده‌های رشد گاهی موجب افزایش مقاومت به سرما می‌شود. در تیمار با اسید آبسازیک به میزان ۴-۱ مول میزان مقاومت به سرما دو درجه افزایش یافته است (از ۱۴- به ۱۶- درجه سانتیگراد) (۶).

ابسازیزیک اسید موجب کاهش پراکسیداسیون چربی‌های غشاء یاخته ای شده و موجب پایداری غشاء و حفظ پرولین درون یاخته ای و در پایان بقاء یاخته می‌شود. در نمونه‌های تیمار شده با ابسازیزیک اسید میزان پرولین ۲-۳ برابر بیشتر از شاهد بود (۳).

با توجه به زود به گل نشستن درخت زرد آلو در مناطقی مانند آذربایجان شرقی که مستعد سرمازدگی بهاره می‌باشد سالانه بخشی از محصول از بین می‌رود. بنابراین برای مشخص نمودن ارقامی با مقاومت به سرمای بیشتر و آسیب دیدگی کمتر پنج رقم تجاری به نام های 'نصیری'، 'قرمز شاهرود'، 'قربان مراغه'، 'درشت ملایر' و 'کانینو' که در منطقه کاشته می‌شوند مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مواد و روش ها

برای اجرای این پژوهش پنج رقم زردآلوی تجاری به نام‌های 'نصیری'، 'قرمز شاهرود'، 'قربان مراغه'، 'درشت ملایر' و 'کانینو' از ایستگاه باغبانی سهند وابسته به مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی انتخاب شدند.

برای هر رقم سه درخت در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی شامل سه شاخه انتخابی از سه درخت، هر شاخه حاوی ۱۰ جوانه و به تقریب ۳۰ جوانه برای هر تیمار مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در ۴ سطح دمائی +۲، ۰، -۲ و -۴ درجه سانتیگراد و در ۶ مرحله رشد و نمو شامل جوانه برجسته زمستانه بدون دیدن کاسبرگ ها،

دیدن کاسبرگ ها، دیدن گلبرگ ها، گل کامل، پس از ریزش گلبرگ ها و پس از میوه بندی انجام شد. پس از سرما دهی به مدت ۴ ساعت در ژرمیناتور (شرکت ایران خودساز) نمونه ها به مدت ۲۴-۱۶ ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند تا آثار سرما زدگی در آنها نمایان شود. پس از آن صفات مورد بررسی شامل اثرهای سرما روی پرچم ها، گلبرگ ها، کلاله، خامه و تخمدان از نظر مورفولوژیکی ارزیابی شدند. در دومین مرحله آزمایش میزان اسید آمینه پرولین پس از به کارگیری تیمار سرما ارزیابی شد. برای این منظور پرولین به روش بیتس و همکاران^۱ (۱) استخراج گردید و شدت جذب آن در ۵۲۰ نانومتر خوانده شده و در پایان از فرمول زیر میزان پرولین محاسبه شد:

$$\text{میکرومول پرولین در گرم وزن تر} = \frac{[\text{میکروگرم پرولین} / \text{میلی لیتر تولوئن}] / ۱۵۵ / ۵}{\text{میکروگرم} / \text{میکرومول}}$$

(گرم نمونه / ۵)

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل $4 \times 6 \times 5$ در قالب طرح به طور کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول شامل ۵ رقم، فاکتور دوم شامل ۶ مرحله فنولوژیکی و فاکتور سوم سرمای اعمال شده در ۴ سطح می باشد. داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC به صورت آزمایش فاکتوریل تجزیه واریانس شد و میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

گل ها در مقایسه با سایر اندام ها نسبت به دماهای پائین حساس تر می باشند و دماهای پائین تر به مدت طولانی آسیب بیشتری را وارد می کنند. در میان اجزاء مختلف گل، مادگی به تنش حساس تر می باشد، بدین معنی که سرما باعث آسیب های بیشتری در مادگی می شود. در بررسی مادگی نیز حساسیت تخمدان نسبت به کلاله و خامه بیشتر می باشد و آسیب بیشتری را نشان می دهد که این آسیب دیدگی به صورت ضخیم شدن دیواره یاخته، کاهش فعالیت مریستمی و تخریب سیستم آوندی می باشد (۱۶). به طوری که در جدول ۱ دیده می شود دمای +۲ درجه سانتیگراد هیچ گونه آسیبی را به اندام های مورد بررسی وارد نمی کند و با کاهش دما به صفر و -۲ درجه سانتیگراد افزایش تدریجی در میزان آسیب دیده می شود. بیشترین آسیب با کاهش دما از -۲ به -۴ درجه سانتیگراد وارد می شود. این آسیب دیدگی می تواند ناشی از افزایش تنفس بی هوازی نسبت به تنفس هوازی باشد که باعث انباشته شدن مواد سمی شده و در پایان ایجاد خسارت می کند (۱۵). به نظر برخی پژوهشگران دماهای پائین موجب شکسته شدن پروتئین ها می گردد که این مسئله به واسطه کمبود پروتئین و هم به دلیل سمیت ناشی از فرآورده های هیدرولیزی دارای اهمیت می باشد (۷). به نظر برخی پژوهشگران قابلیت تحمل دماهای پائین توسط برخی گونه ها به ساختار غشاء یاخته مربوط بوده و ناشی از زیادی اسیدهای چرب غیراشباع می باشد. برخی گونه ها توانائی سوپرکولینگ^۲ در دماهای پائین را دارند که موجب ماندگاری یاخته ها می شود. تاثیر تکان های شدید روی درخت و به احتمال غلیظ تر شدن شیره یاخته ای منجر به افت ظرفیت سوپرکولینگ می شود. همچنین تشکیل یخ از سوپرکولینگ بافت ها جلوگیری می کند. برخی گونه ها مثل *Prunus padus* توانائی سوپرکولینگ ندارند اما چون گلدهی آن ها به صورت گل آذین خوشه است تعدادی از گل های

گل آذین در دماهای پائین زنده می مانند (۸). از نظر مورفولوژیکی در سیب قهوه‌ای رنگ شدن اندام های آسیب دیده مشخص ترین نشانه بیرونی سرمازدگی محسوب می شود که به دنبال آن جوانه ها خشک می شوند و ریزش می کنند (۱۶). ممکن است در گل ها اندام های بیرونی مثل گلبرگ ها و کاسبرگ ها سالم باشند ولیکن ساختارهای درونی از قبیل پرچم ها و تخمدان آسیب ببینند. بدیهی است که این گونه گل ها نیز ریزش خواهند نمود (۱۶). اندام های آسیب دیده در اثر سرما به رنگ قهوه‌ای یا زرد قهوه‌ای دیده می شوند که مشخص ترین نشانه ظاهری سرمازدگی بوده و این حالت با اندام های سالم به طور کامل متمایز می باشد (شکل ۱).



Fig. 1. Non-damaged flower organs.
شکل ۱- اندام های گل بدون آسیب.

میزان آسیب نه تنها متأثر از دما می باشد بلکه تحت تأثیر مرحله نمو نیز قرار می گیرد، بدین معنی که جوانه ها در حال خفتگی بیشترین میزان مقاومت به سرما را دارا می باشند که این مورد با افزایش بازدارنده های رشد در جوانه ها، کاهش آب جوانه ها و تشکیل فلس روی جوانه ها در این زمان مرتبط می باشد. همچنین در جوانه های مقاوم شده مقدار زیادی یخ در داخل فلس های جوانه و محور جوانه تشکیل می شود و هیچ یخی درون اندام های گل تشکیل نمی گردد اما در جوانه های مقاوم نشده هسته های یخ درون اندام های گل در حال نمو و فلس های جوانه و محور جوانه تشکیل می شود (۱۶). از تغییرهای یاخته ای که منجر به مقاومت می شود می توان به فعال شدن برخی ژن ها در شرایط دمایی پائین اشاره نمود. به عنوان مثال ژن COR 15 a در کلروپلاست های گیاه *Arabidopsis thaliana* فعال شده و موجب منجمد نگه داری اندامک یاد شده می گردد (۱۹). در گیاه یونجه انتقال کلسیم دیواره یاخته ای به سیتوزول و تغییر میزان فسفوریلاسیون پروتئین های ویژه حین سرما، موجب سازگاری و حفظ یاخته ها می شود. گفته می شود که فسفوریلاسیون پروتئین ها در انتقال نشانه های سرما نیز دخیل می باشد. در این رابطه فعالیت کینازها و عدم فعالیت فسفاتازها موجب آسانی انتقال نشانه ها به هسته می شود. در یونجه پروتئین فسفاتازهای PP1 و PP2 A مسئول بیش از ۸۵٪ فعالیت های فسفاتازی یاخته هستند (۱۳). با پیشرفت نمو جوانه ها حساسیت نسبت به عوامل محیطی افزایش می یابد به طوری که در مرحله گلدهی بیشترین حساسیت وجود داشته و بیشترین میزان آسیب دیده

می‌شود. دومین مرحله حساس، پس از ریزش گلبرگ‌ها می‌باشد به طوری که در مقایسه با سایر مراحل میزان خسارت بیشتری نشان می‌دهد که از علل آن می‌توان به وضعیت ویژه یاخته ای در این مرحله و تشکیل نشدن کامل دیواره یاخته ای اشاره نمود (جدول ۲).

از سوی دیگر می‌توان به توالی آسیب دیدگی بین اندام‌ها اشاره نمود که بستگی به گونه دارد. در هلو قهوه‌ای شدن تخمدان ممکن است با آثار بیرونی همراه نباشد (۱۶). با توجه به حساسیت زیاد تخمدان‌ها انتظار می‌رود که تخمدان‌ها آسیب دیده باشد در حالی که سایر اندام‌های گل به احتمال سالم می‌باشند (شکل ۲).

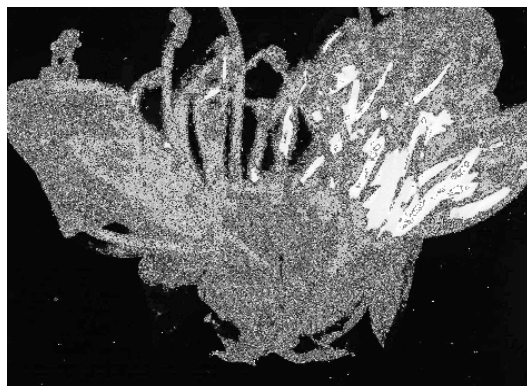


Fig. 2. A damaged pistil.

شکل ۲- یک تخمدان آسیب دیده.

جدول ۱- درصد آسیب اندام‌های گل در ارقام مورد بررسی در دماهای مختلف.

Table 1. Damage percentage of flower organs in different temperatures in studied cultivars.

دما Temperature	گلبرگ Petal	پرچم Stamen	کلاله Stigma	خامه Style	تخمدان Ovary
+2	0.0 [†]	0.0	0.0	0.0	0.0
0	2.2 a ^{††}	1.1 a	8.6 a	7.2 a	7.8 a
-2	6.0 b	2.0 a	17.1 b	16.7 b	18.7 b
-4	28.3 c	24.4 a	37.0 c	37.3 c	42.8 c

† 0 indicates no damage.

† عدد صفر نشان دهنده بدون آسیب می‌باشد.

†† Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% level using DMRT.

†† در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک می‌باشند در سطح ۵٪ آزمون جدید چند دامنه‌ای دانکن معنی دار نیستند.

جدول ۲- درصد آسیب اندام های گل در ارقام مورد بررسی در مراحل مختلف رشد.

Table 2. Damage percentage of flower organs in different phenological stages in studied cultivars.

مراحل رشد Phenological stages	گلبرگ Petal	پرچم Stamen	کلاله Stigma	خامه Style	تخمندان Ovary
جوانه متورم شده Swelled bud	1.0a ^{††}	0.8a	3.0a	3.6a	5.8a
نوک سبز Green tip	12.7b	12.1c	18b	18.2b	18.4b
نوک صورتی White tip	12.9b	4.7b	23c	21.5c	21.5c
شکوفه دهی Blooming	22.1c	19.9d	40.6d	35.2d	38.7d
پس از ریزش گلبرگ ها After petals fall	--	--	--	--	34.1c
پس از میوه بندی After fruit set	--	--	--	--	0.5 [†]

† Samples exposed only at 0 and -2°C.

† نمونه ها فقط در معرض دمای ۰ و -۲ درجه سانتی گراد قرار گرفتند.

†† Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% level using DMRT.

†† در هر ستون میانگین هایی که دارای حرف مشترک می باشند در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه ای دانکن معنی دار نیستند.

تولید پرولین در شرایط تنش افزایش می یابد. در گیاهان عالی دوچرخه برای ساخت پرولین وجود دارد:

۱- چرخه گلوتامات و ۲- چرخه اورنی تین.

چرخه اول در مواقع تنش یا کمبود نیترژن فعال است و چرخه دوم زمانی فعال است که میزان نیترژن در یاخته زیاد باشد (۳). همچنین تولید پرولین موجب حفظ نسبت $NADP^+/NADPH$ در یاخته می شود که عامل مهمی در انتقال الکترون می باشد. در این ارتباط می توان به افزایش فعالیت چرخه اکسیداتیو پنتوزفسفات اشاره نمود که در جریان تنش موجب ساخته شدن پیش ساز متابولیت های ثانویه می شود (۷). در گیاهان حساس به سرما زندگی افزایش پرولین یاخته ای به حدی نیست که موجب افزایش مقاومت به سرما شود مگر اینکه مقادیر بالائی پرولین پیش از تنش افزوده شود (۳). البته افزایش پرولین یاخته ای همیشه موجب افزایش مقاومت به سرما نمی شود (۲۰). تولید پرولین از اسیدی شدن بیش از حد یاخته جلوگیری می کند. پس از تنش پرولین تجزیه می شود که به فسفوریلاسیون اکسیداتیو میتوکندریائی کمک می کند و با تولید ATP به بهبود آسیب ناشی از تنش کمک می کند (۷). در این رابطه میزان پرولین نمونه ها پس از تیمار سرما اندازه گیری شد. به طوری که در جدول ۲ دیده می شود بیشترین پرولین در مرحله جوانه متورم و کمترین آن در مرحله گل دهی وجود دارد و این مورد با درصد آسیب اندام های زایشی در مراحل یاد شده همسو می باشد. در مرحله پس از ریزش گلبرگ ها نیز

میزان پرولین بالاست و بیشتر بودن آسیب در این مرحله ناشی از موقعیت ویژه یاخته ها می باشد. بدین معنی که تشکیل نشدن کامل دیواره یاخته ای موجب حساس تر شدن این یاخته ها نسبت به تنش شده است.

جدول ۳- میزان پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر) ارقام مورد بررسی در مراحل فنولوژیکی مختلف.

Table 3. Proline level ($\mu\text{ mol fw}^{-1}$) in different phenological stages of studied cultivars.

ارقام Cultivars	جوانه متورم شده Swelled bud	نوک سبز Green Tip	نوک صورتی White tip	شکوفه دهی Blooming	پس از ریزش گلبرگ ها After petals fall	پس از میوه بندی After fruit set
'نصیری' 'Nassiri'	5.68abc [†]	3.86efg	2.0ijk	2.0jk	4.82cde	4.24def
'قرمز شاهرود' 'Ghermez Shahrood'	5.90abc	3.52fg	2.94ghij	1.87jk	3.98efg	3.10ghi
'قربان مراغه' 'Ghorban Maraghe'	6.63a	3.21fgh	2.00jk	1.38k	5.64abc	3.21fgh
'درشت ملایر' 'Dorosht Malayer'	5.31bc	5.24bcd	2.15hijk	1.97jk	6.37ab	3.56fg
'کانینو' 'Canino'	5.89abc	5.70abc	3.44fg	1.64k	4.17ef	5.87abc

† Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% level using DMRT.

† در هر ستون میانگین هایی که در یک حرف مشترک می باشند در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه ای دانکن معنی دار نیستند.

پس از تیمار سرما میزان پرولین افزایش می یابد. هم چنان که با پژوهش بر روی گندم زمستانه نیز دیده شده که پیش از تیمار پرولین به مقدار اندکی وجود داشته و پس از تیمار افزایش می یابد. اغلب، ارقام مقاوم نسبت به ارقام حساس پرولین بیشتری دارا می باشند. با این حال موارد استثنا نیز وجود دارد. به طور مثال گندم زمستانه رقم '۱۲۱ - ۶۰۲۲W1' که یک رقم نیمه مقاوم می باشد پرولین بیشتری نسبت به رقم '۲-۹۳ AF' که یک رقم مقاوم می باشد، نشان می دهد (۱۴). نظیر این مورد در مرکبات نیز دیده شده است به طوری که میزان افزایش پرولین در برگ های نارنج سه برگ که به عنوان یک گیاه مقاوم به سرما شناخته شده است، حدود ۴ برابر پائین تر از مقداری بود که در برگ های رافلمون پس از تیمار سرما دیده شد (۲۰).

در ارقام مورد بررسی نیز رقم 'کانینو' که به عنوان یک رقم با میزان آسیب بیشتر نسبت به رقم 'درشت ملایر' می باشد، پرولین بیشتری تولید شد. تیمار شوری در برخی گونه های علفی موجب افزایش میزان پرولین و در پایان افزایش مقاومت به سرما گردیده است. به طوری که در سیب زمینی ۲۴ ساعت تیمار شوری

منجر به ساخت ۹ نوع پروتئین گردید. در همین مقادیر آبسازیک اسید^۱ نیز افزایش یافت که در پایان میزان مقاومت به سرما افزایش یافت (۱۷). در *Black locust* مقاوم نیز ۱۷ نوع پروتئین دیده شد که در نوع غیر مقاوم همان گیاه وجود نداشتند (۱۸).

جدول ۴ - درصد آسیب اندام های زایشی بین ارقام مورد بررسی.

Table 4. Damage percentage of flower organs among studied cultivars.

Cultivars	ارقام	گلبرگ Petal	پرچم Stamen	کلاله Stigma	خامه Styel	تخمندان Ovary
'نصیری'	'Nassiri'	13.6b	12b	20.2b	20.3bc	25.6c
'قرمز شاهرود'	'Ghermez Shahrood'	8.0a	8.2a	23.2b	22.7c	19.4b
'قربان مراغه'	'Ghorban Maraghe'	15.7b	13.1b	37.8c	28.1d	30.9c
'درشت ملایر'	'Dorosht Malayer'	9.2a	7.2a	13.6a	12.3a	10.6a
'کانینو'	'Canino'	14.3b	5.2a	19.6b	18.6b	29.1c

† Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% level using DMRT.

† در هر ستون میانگین هایی که در یک حرف مشترک می باشند در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه ای جدید دانکن معنی دار نیستند.

با انتخاب گیاهان دارای پرولین زیاد در شرایط درون شیشه ای گاهی می توان ارقام دارای مقاومت به سرمای بیشتری را گزینش نمود همان طور که در مورد گندم، جو و سیب زمینی انجام می گیرد (۱۴). تفاوت ژنتیکی میان ارقام مورد بررسی بر میزان آسیب اندام های گل تأثیرگذار بود به طوری که رقم، 'درشت ملایر'، کمترین میزان آسیب و رقم، 'قربان مراغه'، بیشترین میزان آسیب را نشان دادند و ارقام، 'نصیری'، 'کانینو' و 'قرمز شاهرود'، از این نظر مابین دو رقم یاد شده قرار گرفتند (جدول ۴). در مرکبات نیز میزان مرگ ساقه پس از تیمار سرما در گیاهان نیمه مقاوم ۳ برابر و در گیاهان حساس ۱۳ برابر گیاهان مقاوم بود (۲۰). همچنان که یلنوسکی^۲ در مرکبات نتیجه گیری نمود که میان افزایش مقاومت به سرما و افزایش پرولین رابطه خطی وجود ندارد (۲۰)، در ارقام مورد بررسی نیز با در نظر گرفتن میزان آسیب ارقام و مقدار پرولین نتیجه مشابه حاصل به دست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده از این بررسی ها توصیه می شود پیش از احداث باغ بررسی های لازم در مورد محل احداث باغ انجام گیرد و ارقام متناسب با شرایط آب و هوای منطقه گزیده شوند. در مورد ارقام مطالعه

شده در مناطقی که احتمال سرمازدگی بهاره وجود دارد باید از کاشت ارقام حساس مانند 'قربان مراغه' خودداری نمود. همچنین برای کاهش و جلوگیری از سرمازدگی درختان زردآلو باید از آبیاری دیروقت و برنامه کودی نامنظم که موجب ادامه رشد می شود، خودداری نمود. استفاده از پایه های مقاوم بهترین راهکار برای افزایش مقاومت به سرما می باشد. از این نظر در زردآلو می توان به پایه های 'هارکوت'^۱، 'هاروارد'^۲ و 'هاروژن'^۳ اشاره نمود (۹، ۱۹). همچنین می توان از ارقامی با دوره خفتگی طولانی تر بهره گرفت. در مراحل بعدی می توان از ایجاد مه و دود و آبیاری بارانی استفاده کرد که تاثیر اندکی در محافظت از سرمازدگی می توانند داشته باشند. کاربرد تنظیم کننده های رشد نیز می تواند موجب بهبود مقاومت به سرما گردد (۱۲).

REFERENCES

منابع

1. Bates, L.S., R.P. Walderen and I. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil* 39:205-207.
2. Buban, T. and I Turi. 1985. Delaying bloom in apricot trees. *Acta. Hort.* 192:57-63.
3. Chen, P.W. and P.H. Li. 2002. Membrane stabilization by abscisic acid under cold aids proline in alleviating chilling injury in maize. *Plant Cell Environ.* 25:955-962.
4. Erez, A., M. Faust and M. Line. 1998. Changes in water status in peach bud on induction, development and release from dormancy. *Sci. Hort.* 73:111-123.
5. Faust, M. 1989. *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. Wiley Int. Sci. Pub. 301-326.
6. Fuchigami, L.H., R.D. Evert and J.C. Weiser. 1971. A translocatable cold hardiness promoter. *Plant Physiol.* 47:164-167.
7. Hare, D.P. and W.A. Cress. 1997. Metabolic implications of stress- induced proline accumulation in plants. *Plant Growth Regul.* 21:79-102.
8. Kader, A. and L.E. Probesting. 1994. Various freezing strategies of flower bud hardiness in *Prunus*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:584-588.
9. Layen, R.C.E. 2005. Genetic improvement of peach, nectarin and apricot cultivars and rootstock for Canada. *Acta. Hort.* 374: 373-379.
10. Linden, L. 2002. Measuring cold hardiness in woody plants. *Univ. Helsinki, Dept. Appl. Biol. Pub.* 10:4-42.
11. Lu, S. and M. Rieyer. 1993. Effect of temperature preconditioning on ovary freezing tolerance of fully opened peach flower. *J. Hort. Sci.* 68:343-347.
12. Mauk, C.S., M.G. Bausher and G. Yelenosky. 1987. Physiological effects of temperature and growth regulators on foliar chlorophyll, soluble proteins and cold hardiness in citrus. *Plant Growth Regul.* 5:147-154.
13. Monory, F., V. Sanywan and S. Dhindsa. 1998. Low temperature signal transduction during cold acclimation: protein phosphatase 2A as an early target for cold inactivation. *Plant J.* 13:653-660.
14. Petcu, E. and M. Terbea. 1995. Proline content and the conductivity test as screening methods for frost tolerance of winter wheat. *Bulg. J. Plant Physiol.* 21:3-11.
15. Probesting, E.L. 1978. Adapting cold hardiness concepts to deciduous fruit culture. In: P. H. Li and A. Sakai (eds.), *Plant Cold Hardiness and Freezing Stress*. Macmillan Pub. Co. 267-281.
16. Rodrigo, J. 2000. Spring frost in deciduous fruit trees morphological damage and flower hardiness. *Sci. Hort.* 85:155-173.

17. Ryu, B., A. Costa, Zhanquo. Xin, and P. H. Li. 1995. Induction of cold hardiness by salt-stress involves synthesis of cold- and abscisic acid- responsive proteins in potato. *Plant Cell Physiol.* 36:1245-1251.
18. Tamassy, I. and M. Zayan. 1983 Soluble protein and amino acids as related to cold hardiness in some apricot cultivars belonging to different groups. *Acta. Hort.* 121:141-153.
19. Warran, J.O. 1998. Manipulating freezing tolerance in plant. *Curr. Biol.* 8: 514–517.
20. Yelenosky, G. 1979. Accumulation of free proline in citrus leaves during cold hardening of young trees in controlled temperature regimes. *Plant Physiol.* 64:425-427.