نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، ص. ۵۸۹-۵۸۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 3, Fall 2016, P. 581-589
ISSN: 2008 - 4730

بررسی مقاومت به سرمازدگی جوانه‌های رویشی و زایشی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گلابی در شرایط آب و هوایی مشهد

شادان خورشیدی[۱] - غلامحسین داوری نژاد[۲*] - لیلا سمیعی[۳] - محمد مقدم[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۶

چکیده

گلابی بدلیل باز شدن زودتر جوانه‌های گل نسبت به سیب به سرمازدگی حساس‌تر می‌باشد. به دنبال سرمای ۶/۶- درجه سانتی‌گراد هشتم اسفند سال ۱۳۹۲ ارزیابی مقاومت به سرمازدگی در ۲۳ ژنوتیپ معروف به گلابی درگزی و ارقام دیگر گلابی شامل بل دی جون، اسپادانا، کوشیا، دم کج، فرنگی، ترش و تبریزی در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. میزان سرمازدگی جوانه‌های رویشی و زایشی ژنوتیپ‌های گلابی درگزی و سایر ارقام با روش هدایت الکتریکی، تعیین میزان پرولین در جوانه‌های زایشی و مشاهدات ظاهری بررسی گردید. بالاترین هدایت الکتریکی جوانه‌های زایشی در ژنوتیپ‌های درگزی شماره ۱۰ و ۱۹ و ارقام ترش و تبریزی و پایین‌ترین هدایت الکتریکی در ژنوتیپ‌های درگزی ۸ و ۱۸ و رقم بل دی جون مشاهده شد. بیشترین هدایت الکتریکی جوانه‌های رویشی در ژنوتیپ‌های درگزی ۱۰ و ۱۹ و کمترین درژنوتیپ درگزی ۲۱ و ارقام فرنگی و کوشیا مشاهده گردید.ژنوتیپ درگزی ۲۰ بالاترین میزان پرولین (۲۱ میکرو مول بر گرم) و ژنوتیپ‌های درگزی ۲، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ و رقم اسپادانا مقدار ناچیزی پرولین (۰/۱ میکرو مول بر گرم) در جوانه‌های زایشی داشتند. همبستگی مثبت معنی‌داری بین میزان پرولین و هدایت الکتریکی مشاهده نشد. بر اساس تجزیه خوشه‌ایی با استفاده از روش WARD ژنوتیپ‌ها و ارقام در ۲ گروه مختلف قرار گرفتند. ارقام و ژنوتیپ‌های گروه دوم آسیب ظاهری، هدایت الکتریکی و میزان پرولین بیشتری داشتند. به طور کلی با توجه به نتایج این آزمایش، ژنوتیپ‌های درگزی مقاومت‌های متفاوتی به سرمازدگی نشان دادند که ممکن است منشا ژنتیکی متفاوت و یا ناشی از جهش در کلون‌های این رقم باشد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، سرمازدگی، درگزی، نشت یونی

مقدمه

گلابی یکی از مهم‌ترین میوه‌های مناطق معتدله است. تاریخچه کشت گلابی حداقل به ۳۰۰۰ سال پیش بر می‌گردد (۲۸). از بین گونه‌های پیروس[۴] تنها *P. communis* L. بطور عمده کشت می‌شود.جنس پیروس احتمالاً از آسیای مرکزی، مناطق کوهستانی غربی و جنوبی چین، از آسیای صغیر تا هندوستان و سپس در جهت غرب و شرق مرکز اولیه گسترده شدند (۳۵). تولید گلابی به طور قابل ملاحظه‌ای در سال‌های اخیر کاهش یافته است. از جمله علل آن می‌توان به بیماری‌ها خصوصا آتشک و سرمازدگی‌های بهاره و زمستانه اشاره کرد. ارقام مهم گلابی تفاوت‌های زیادی از لحاظ مقاومت به سرما نشان می‌دهند (۱۰، ۱۶، ۲۹). آسیب سرمازدگی در درختان میوه معتدله زمانیکه دما به زیر صفر می‌رسد، رخ می‌دهد. دمای پایین یکی از مهم‌ترین استرس‌های غیر زنده است و از فاکتورهای محدود کننده تولید درختان میوه، خصوصاً درختان میوه مناطق معتدله می‌باشد که بر بقا، رشد، تولید مثل و توزیع جغرافیایی آنها تأثیرگذار است (۱۸).

تشکیل یخ دردمای پایین علت عمده آسیب سرمازدگی در درختان میوه خزان‌دارمی‌باشد (۳۰). سازگاری به سرما و بدنبال آن افزایش مقاومت به سرما بطور ژنتیکی کنترل می‌شود و چندین مکانیزم که منجر به تولید متابولیت‌های مختلف از جمله: پلی پپتیدها، آمینواسیدها و قندها می‌شود را در بر می‌گیرد (۲۰). هر یک از گونه‌های گیاهی دمای تحمل متفاوتی دارند. اثر سرما با تحریک فیزیولوژیکی نشان داده می‌شود، بدنبال این فرایند بسیاری از تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی اتفاق می‌افتند که شامل: افزایش میزان

۱-دانشجوی دکتری علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- به ترتیب استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: davarynej@um.ac.ir
۳-استادیار گروه پژوهشی گیاهان زینتی، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

4- *Pyrus*

قند، پروتئین‌های محلول، آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، پرولین، کلروفیل فلورسانس، ظهور ایزوفرم‌های جدیدی از پروتئین‌ها و تغییرات ترکیب لیپیدی غشاء که به عنوان سازگاری به سرما نامیده می‌شوند (۱۶). سرمازدگی بر غشای سلولی تأثیر می‌گذارد و آن را می‌شکند و باعث افزایش نشت مواد محلول از سلول‌های آسیب دیده می‌شود، این نشت الکترولیتی را می‌توان به عنوان هدایت الکتریکی (EC) محیط اندازه‌گیری کرد. اندازه‌گیری EC یک روش ساده، سریع، موثر و قابل اطمینان برای گزینش ارقام مقاوم می‌باشد. تجمع پرولین آزاد غالباً در گیاهان در معرض استرس‌های محیطی مشاهده می‌شود و با افزایش مقاومت گیاهان به سرما همراه است. یکی از اهداف مهندسی ژنتیک دستیابی به مقاومت به سرمازدگی از طریق افزایش سطوح سیتوپلاسمی ملکول‌های کوچک با خاصیت حفاظت اسمزی می‌باشد (۶).

این پژوهش به منظور بررسی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف معروف به گلابی درگزی و سایر ارقام گلابی به سرمای زمستان سال ۱۳۹۲ در شرایط آب و هوایی مشهد صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه واکنش ۲۳ ژنوتیپ معروف به گلابی درگزی که از لحاظ مورفولوژیکی با هم متفاوتند ولی معروف به درگزی می‌باشند بررسی شد. علاوه بر این سایر ارقام شامل دم کج، ترش، تبریزی، فرنگی، اسپادانا، کوشیا، بل دی جون، سبری در این تحقیق ارزیابی شدند. مواد گیاهی شامل جوانه‌های رویشی و زایشی شاخه‌های جمع‌آوری شده ارقام از باغ بود. شاخه‌ها از درختان ۲۵ ساله بر روی پایه بذری گلابی از باغ استقلال واقع در ۴۳ کیلومتری شمال غربی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه و در ارتفاع ۹۹۰ متری از سطح دریا در اسفند ماه و۴ روز بعد از وقوع سرمای طبیعی ۶/۶- درجه سانتی‌گراد که به مدت۳روز در منطقه اتفاق افتاد،جمع‌آوری و به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شدند. دمای کمینه و بیشینه اسفند ماه در شکل ۱ گزارش شده است.

مشاهدات ظاهری آسیب دیدگی

تعداد ۲۰ عدد جوانه رویشی وزایشی از هر رقم بعد از ۲۴ساعت نگهداری در دمای آزمایشگاهبر اساس میزان خسارت وارده جهت مشاهدات چشمی مورد بررسی قرار گرفتند و در سه گروه: ۱ جوانه‌های سالم (بدون آسیب دیدگی)، ۲ جوانه‌های نیمه سالم (دارای رگه‌های قهوه‌ای) و ۳ جوانه‌های کاملاً آسیب دیده (مرکز جوانه کاملاً قهوه‌ای) دسته‌بندی شدند.

اندازه‌گیری نشت الکترولیت (EC)

نشت الکترولیت از از روش (6) اصلاح شده توسط (۲۴) اندازه‌گیری شد. ابتدا جوانه‌های رویشی و زایشی هر رقم بطور مجزا جدا شدند و به قطعات ۱ سانتی‌متری تقسیم و به داخل ویال‌ها ریخته شدند و ۲۵ سی‌سی آب مقطر به هر ویال اضافه شد. ویال‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه روی شیکر قرار گرفتند، سپس نشت الکترولیت اولیه آن‌ها (C_i) توسط EC متر دیجیتالی مدل متروم ۶۴۴ اندازه‌گیری شد. سپس به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو شدند و بعد از ۱۲ ساعت EC کل (C_{autocl}) آن‌ها اندازه‌گیری و درصد نشت الکترولیت نسبی (ECr) از معادله زیربدست آمد:

$$ECr = (C_i / C_{autocl}) \times 100.$$

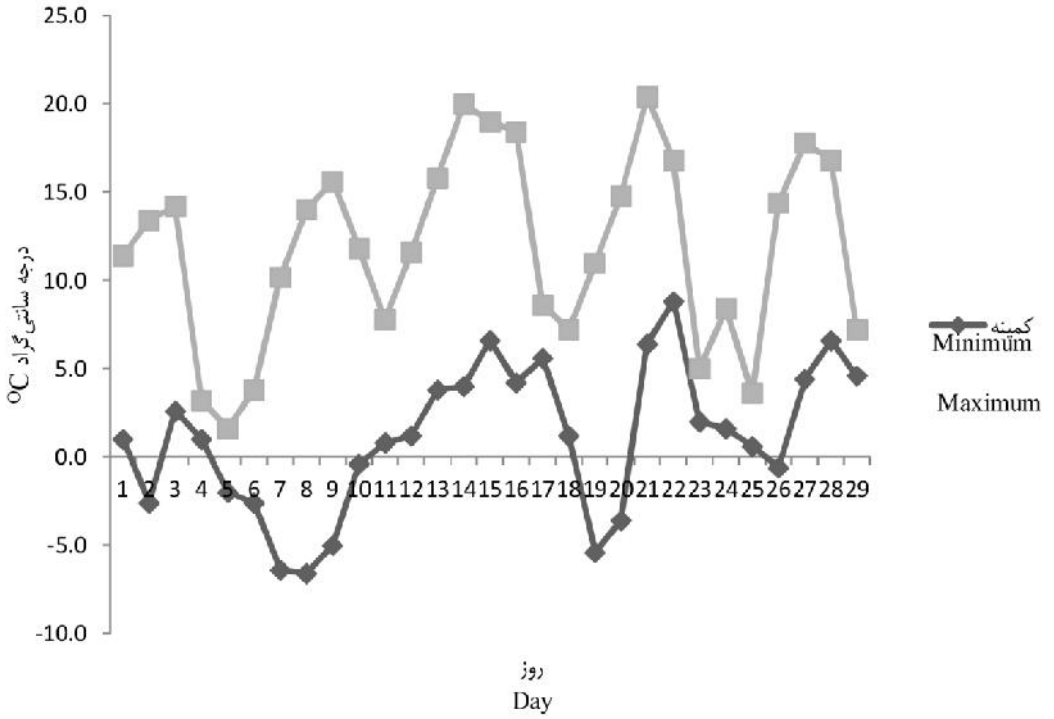
اندازه‌گیری پرولین

مقدار ۰/۱گرم جوانه زایشی را در هاون چینی همراه با ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳/۳ درصد ابتدا به خوبی سائیده و در مرحله بعد ۲ میلی‌لیتر از معرف ناین هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال (خالص) به هر یک از لوله‌های محتوی عصاره و یا استاندارد افزوده شد. قبلا معرف ناین هیدرین با مخلوط نمودن ۱/۲۵ گرم ناین هیدرین به اضافه ۲۰ میلی‌لیتر اسید فسفریک ۶ مولار و همچنین ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک خالص و سپس حل نمودن آن‌ها در حمام آب گرم آماده شد. لوله‌ها به مدت یک ساعت در حمام آب جوش (بن ماری) در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس به منظور خنک شدن به داخل مخلوط آب و یخ منتقل شدند. در این مرحله و در زیر هود ۶ میلی‌لیتر تولوئن به هر یک از لوله‌های آزمایش افزوده و به مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه شدیدا تکان داده شدند. در نهایت میزان جذب نور در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد (۴). میزان پرولین موجود بر حسب میکرومول در هر گرم وزن تر از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\text{میکرو مول پرولین در هر گرم وزن تر} = \frac{\text{مصرفیتولوئنمیزان(میلی‌لیتر)} \times \text{هرمیکرولیتردرپرولینمیکروگرم}}{\text{مولمیکرو/میکروگرم } .1 \quad 1}$$

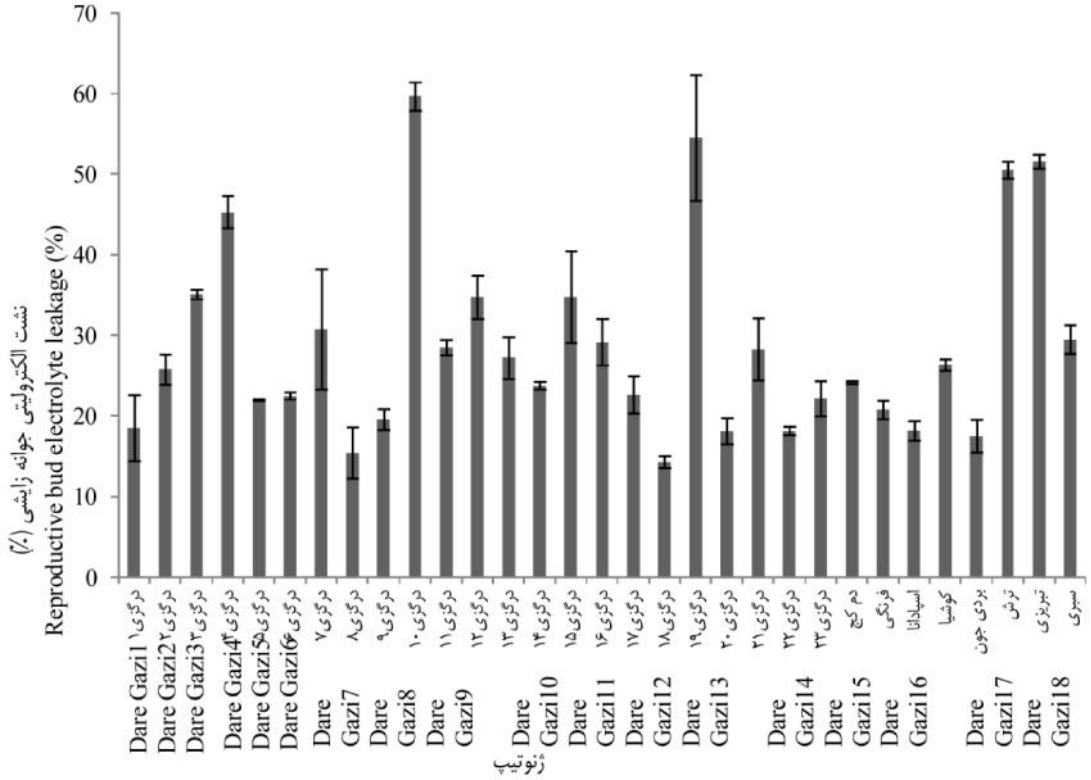
مشخصات آماری طرح

این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با۲۳ ژنوتیپ معروف به گلابی درگزی و سایر ارقام شامل دم کج، ترش، تبریزی، فرنگی، اسپادانا، کوشیا، بل دی جون در سه تکرار انجام شد. تجزیه آماری و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزارهایExcelو MSTATCانجام شد. مقایسه میانگین‌ها، براساس حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام گرفت. تجزیه خوشه‌ای داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 16 انجام شد.



شکل ۱- دمای کمینه و بیشینه طی اسفند ماه ۱۳۹۲در مشهد

Figure 1- Minimum and maximum temperatures (°C) during March 2014at Mashhad



شکل ۲- نشت الکترولیت جوانه‌های زایشی در ژنوتیپ‌ها و ارقام گلابی

Figure 2- Reproductive buds electrolyte leakage**(%) of some pear genotypes and cultivars**

جدول ۱- ضریب همبستگی (r) نشت الکترولیت با درصد آسیب دیدگی و میزان پرولین در جوانه‌های ارقام و ژنوتیپ‌های گلابی
Table 1- Correlation coefficient (r) of electrolyte leakage with**damage and proline of some pear genotypes and cultivars buds**

	جوانه زایشی Reproductive Bud	جوانه رویشی Vegetative Bud
آسیب دیدگی Damage	0.27	-0.31
پرولین Proline	-0.24	

نتایج و بحث

جوانه‌های زایشی

نشت الکترولیت نسبی

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بالاترین میزان نشت الکترولیت نسبی (۵۹/۶۶ درصد) مربوط به ژنوتیپ درگزی ۱۰بود. البته تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ درگزی ۱۹، رقم تبریزی و ترش نداشت. ژنوتیپ ۱۸، ۸ درگزی و رقم گلابی بل دی جون کمترین مقدار نشت الکترولیت نسبی را دارا بودند که تفاوت بین ژنوتیپ‌های درگزی را نشان می‌دهد. آزمون نشت الکترولیتی بر پایه اصولی است که صدمه به غشاهای سلولی منجر به افزایش نشت الکترولیت‌ها (عمدتاً K^+) از سلول می‌شودو تغییرات در غشاهای سلولی یعنی محل آسیب اولیه را اندازه‌گیری می‌کند. سالایی و همکاران (۳۴) دریافتند که جوانه‌های زایشی حساس‌ترین قسمت درخت بودند. داوری‌نژاد و همکاران (۸) بیان کردند که حساس‌ترین اندام ژنوتیپ‌های گردو به ترتیب جوانه‌های ماده، نر، رویشی، شاخه‌های یکساله و در نهایت شاخه‌های دو ساله بودند.

وضعیت ظاهری

بیشترین درصد جوانه‌های زایشی سالم (۸۳/۳۶٪) در ژنوتیپ درگزی ۲۳ مشاهده شد و بالاترین درصد جوانه‌های آسیب دیده را رقم گلابی فرنگی (۹۶٪) متحمل شد (شکل ۳). معمولاً بافت‌های سرمازده بعلت اکسیداسیون پلی فنول‌ها رنگ قهوه‌ای یا مایل به زرد دارند. در سطح ماکرو، کاهش یکپارچگی غشای سلولی بصورت ظاهری نرم و آبگزشده مشخص می‌شود (۱۴). علائم ظاهری آسیب سرمازدگی بین ارقام و گونه‌های گیاهی همچنین بین اندام‌ها و بافت‌های مختلف متغییر است(۲۰).گندر و توس (۱۱) سرمازدگی ۱۳ رقم گلابی را از طریق مشاهدات میکروسکوپی جوانه گل ارزیابی کردند و رقم پاکهامز تریومف[1] را در شرایط اکولوژیکی مجارستان مقاوم یافتند. هانتی و همکاران (۱۳) با مشاهده چشمی جوانه‌ها دریافتند حساس‌ترین رقم گلابی به دمای پایین در طی اندودرمنسی و اکودرمنسی رقم کیسر[2] بود. در مطالعات خورشیدی و همکاران (۱۹) جوانه‌های زایشی گلابی رقم قدومی کمترین آسیب را به سرما متحمل شد.در پژوهش موسوی و همکاران (۲۷) تفاوت بالایی بین ژنوتیپ‌های مختلف بادام در مقاومت به سرمای بهاری در مراحل یکسان فنولوژیکی مشاهده شد.ژنوتیپ D99 بادام بیشترین میزان سزمازدگی و ژنوتیپ G19 کمترین آسیب را دید.

جوانه‌های رویشی

نشت الکترولیت نسبی

ژنوتیپ درگزی ۱۹ بیشترین میزان نشت الکترولیت نسبی (۷۴/۴۷٪) را داشت که تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های درگزی ۲۰،۱۰ و ۳ نداشت کمترین مقدار نشت الکترولیت نسبی مربوط به رقم فرنگی (۲۴/۷۵٪) بود که حاکی از مقاومت جوانه‌های رویشی این رقم به سرما بود (شکل ۴). همچنین ژنوتیپ‌هایدرگزی ۱۰ و ۱۹بالاترین میزان نشت الکترولیتنسبی جوانه‌های زایشی را داشتند. موسوی و همکاران (۲۷) بیان کردند اگر تراکم سلول‌های آسیب دیده در بافت‌های مورد آزمایش، در پاسخ به تنش یخزدگی تغییر کند مقدار الکترولیت‌های نشتی متناسب با تعداد این سلول‌ها تغییر خواهد کرد بنابراین نتایج این روش، به نوع بافت، شدت تنش یخزدگی و جنس و گونه بستگی دارد.

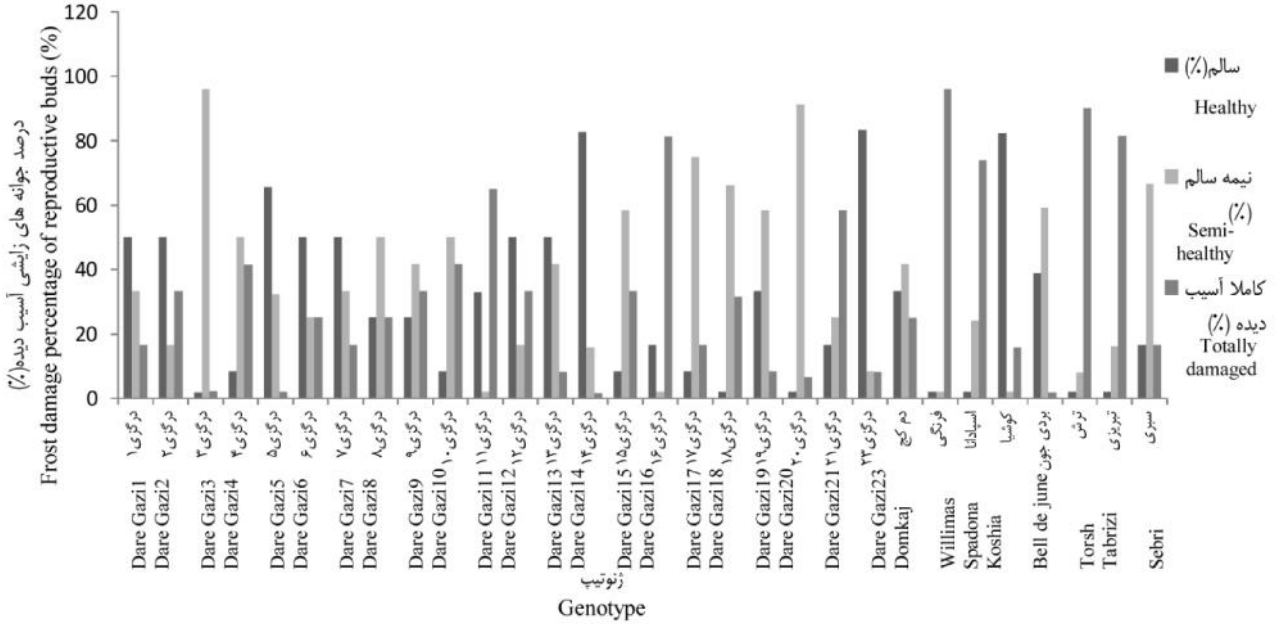
وضعیت ظاهری

ژنوتیپ درگزی ۱ بالاترین درصد جوانه‌های رویشی سالم (۵۰٪) را داشت.که با ژنوتیپ‌های درگزی۱۲، ۵ و ۷ تفاوت معنی‌داری نداشت.گلابی تبریزی بیشترین درصد جوانه‌های رویشی آسیب دیده (۹۵/۹۹٪) را به خود اختصاص داد که تفاوت معنی‌داری با رقم بل دی جون،ژنوتیپ‌هایدرگزی ۱۶و ۱۱ نداشت (شکل ۵). خورشیدی و همکاران (۱۹) کمترین درصد جوانه‌های رویشی آسیب دیده را در گلابی درگزی و بیشترین آسیب دیدگی را در گلابی بوهمی و قدومی مشاهده کردند. پالونن و بوزارد (۲۸) بیان کردند که مقاومت جوانه‌های گل سیب ارتباطی به مقاومت بافت چوبی نداشت. در *P.*

1- *Packham'sTriumph*

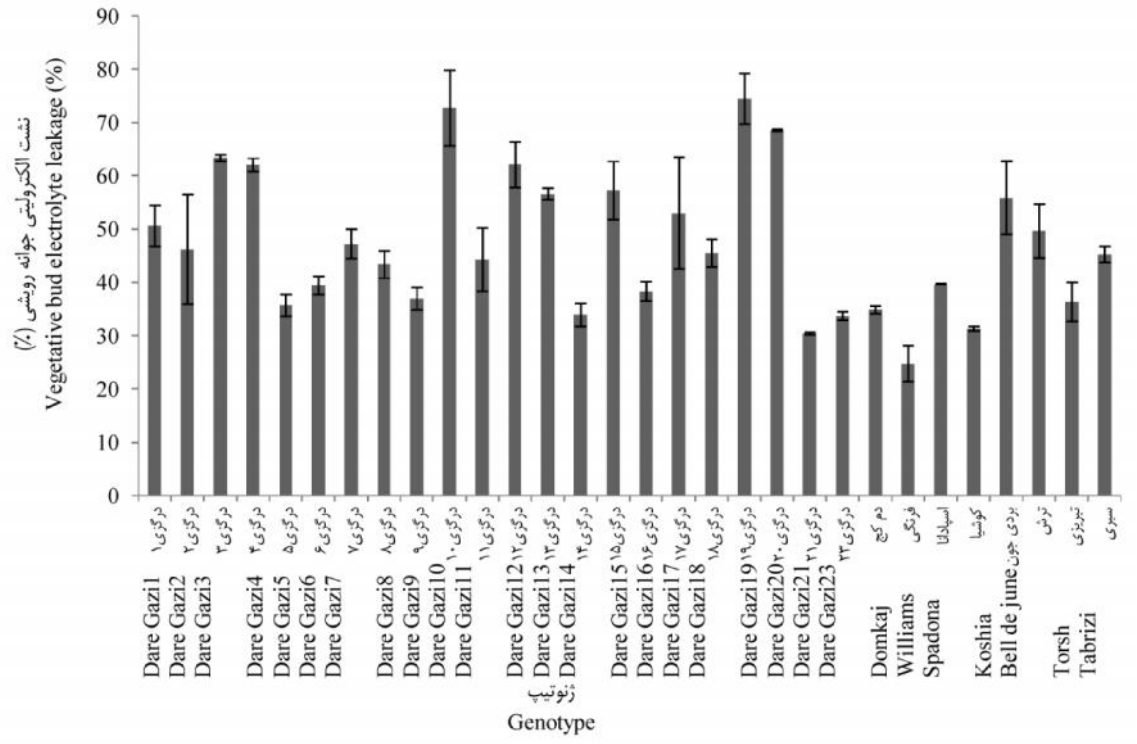
2- Kaiser

*davidiana*چوبمقاوم بود در صورتی که جوانه زایشی حساس بود (۲).



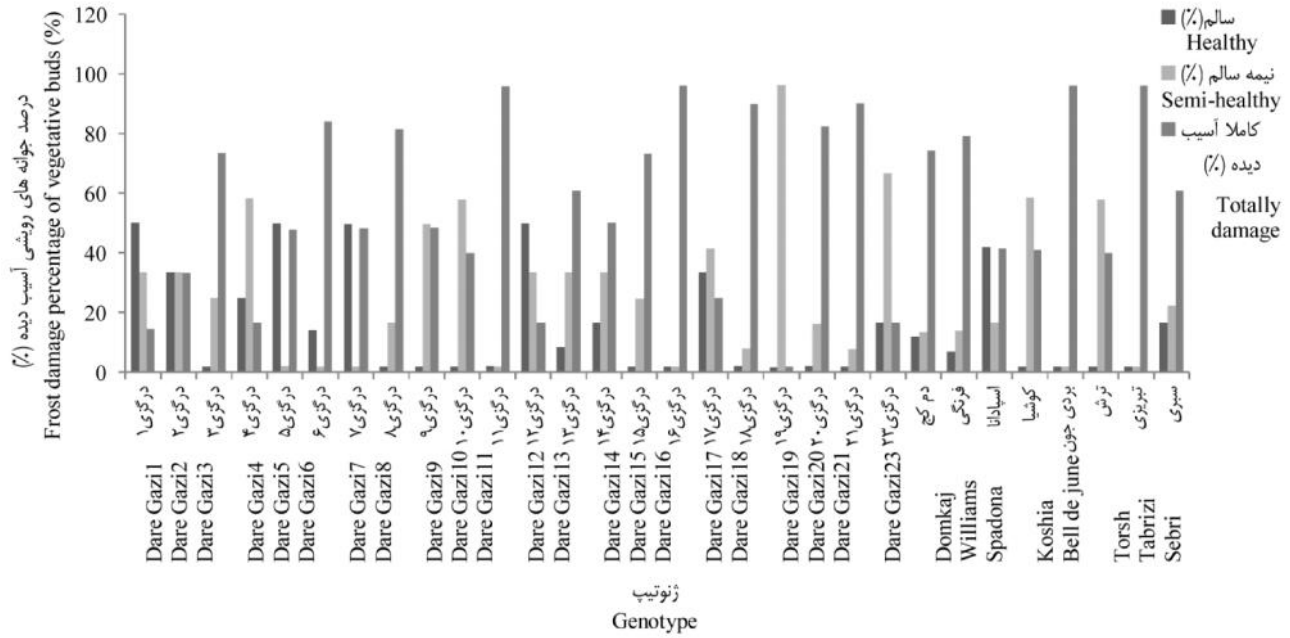
شکل ۳- درصد جوانه‌های زایشی آسیب دیده در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گلابی

Figure 3-The frost damage percentage of reproductive buds of some pear genotypes and cultivars



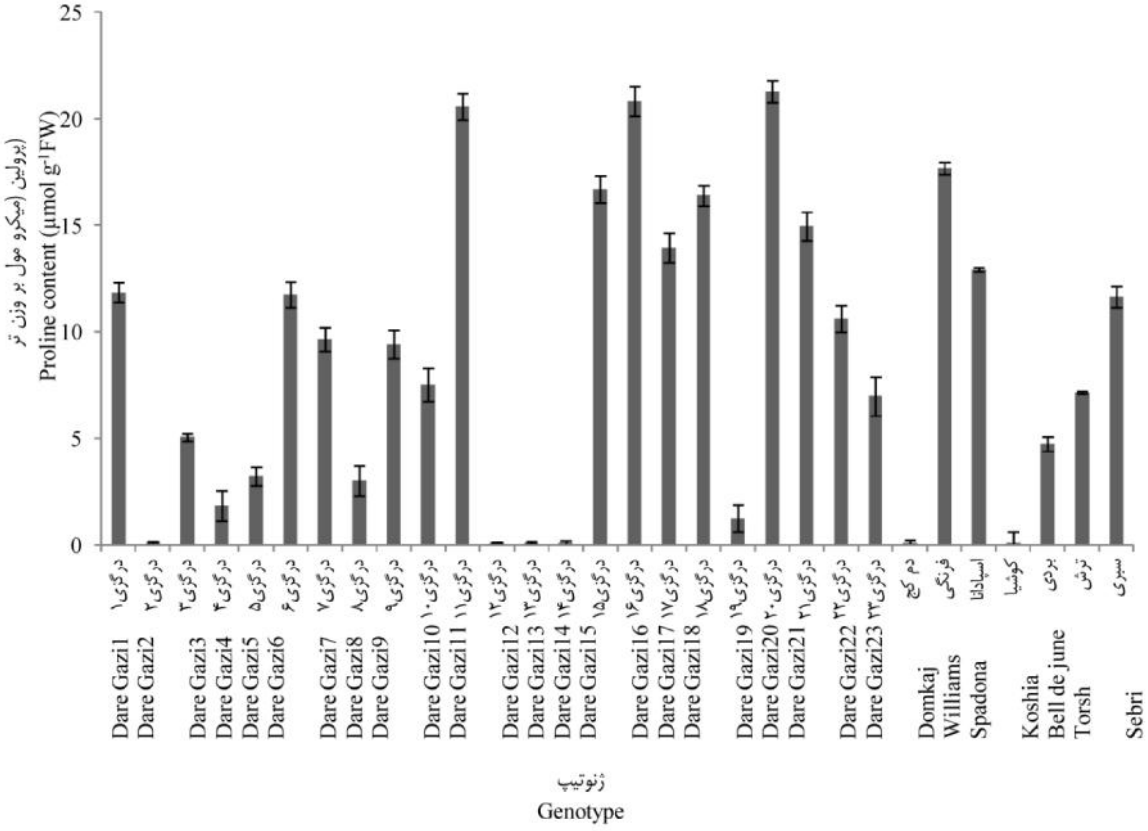
شکل ٤- نشت الکترولیت جوانه‌های رویشی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گلابی

Figure 4- The vegetative budselectrolyte leakage**(%) of some pear genotypes and cultivars**



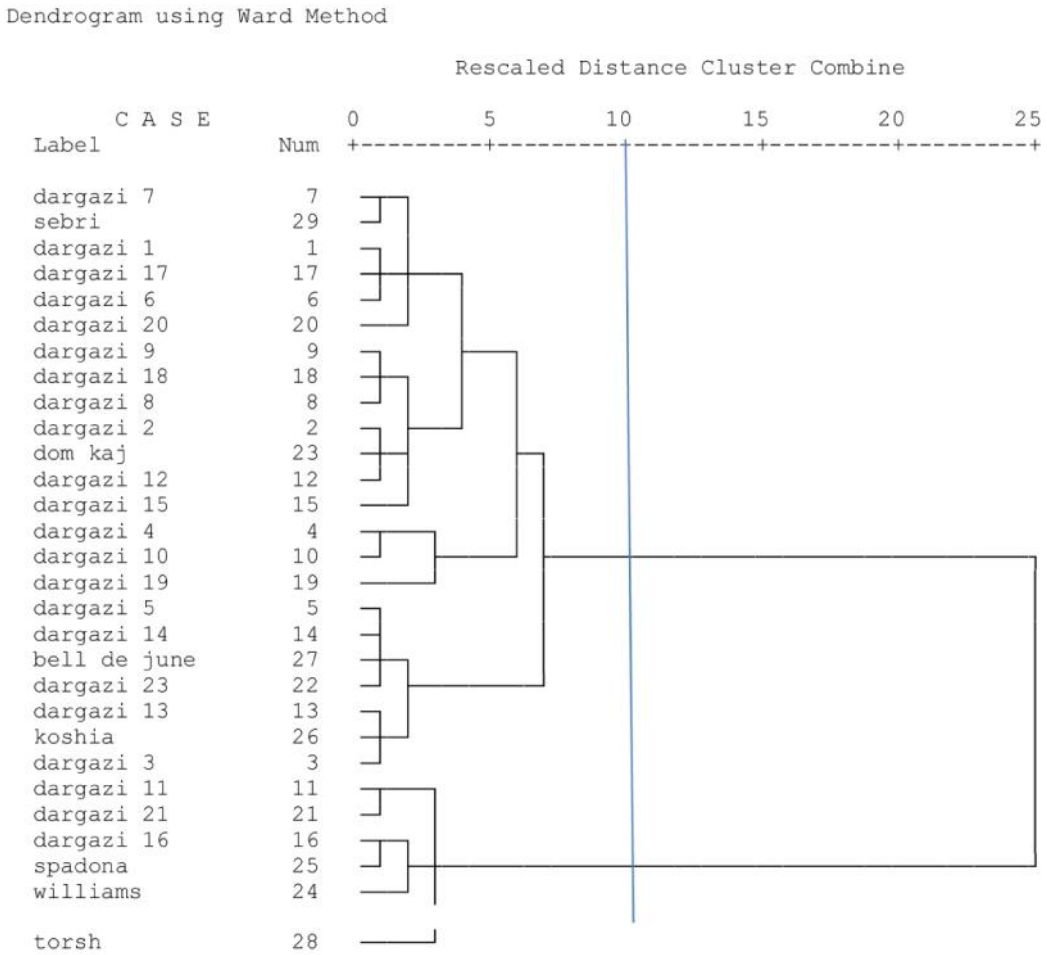
شکل ۵- درصد جوانه‌های رویشی آسیب دیده در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گلابی

Figure 5-The frost damage percentage of vegetative buds of some pear genotypes and cultivars



شکل ٦- مقدار پرولین جوانه‌های زایشی ارقام و ژنوتیپ‌های گلابی

Figure 6-Proline content (µmol g^{-1}FW) of reproductive buds of some pear genotypes and cultivars



شکل ۷-دندروگرام تجزیه خوشه‌ای صفات مورد بررسی جوانه‌های زایشی ارقام و ژنوتیپ‌های گلابی

Figure 7- The dendrogram of reproductive bud traits of some pear genotypes and cultivars by cluster analysis

جدول ۲- مقادیر متوسط صفات اندازه گیری شده در جوانه‌های زایشی در مرکز هر خوشه بر اساس روش K-means

Table 2- Mean of measured traits of reproductive buds in cluster centersdeveloped by K-meanscluster analysis

صفات Traits	خوشه Cluster	
	1	2
آسیب ظاهری Visual injury	91	77
هدایت الکتریکی Electrical conductivity	28	29
میزان پرولین Proline content	7	16

مقدار پرولین

ژنوتیپ‌هایدرگزی ۲۰ و ۲ به ترتیب با میانگین ۲۱/۲۸ و ۰/۱ میکرو مول بر گرم وزن تر بیشترین و کمترین مقدار پرولین را در جوانه‌های زایشی دارا بودند (شکل ۶). غیر از ژنوتیپ‌های دیگر درگزی رقم فرنگی با ژنوتیپدرگزی ۲۰ و رقم اسپادانا با ژنوتیپدرگزی ۲ تفاوت معنی‌داری نداشت ($p<0.01$). مشاهدات هیچهمبستگی معنی‌داری بین نشت الکترولیتنسبی و میزان پرولین نشان نداد (جدول ۱).کاهش مقدار پروتئین تحت تنش ممکن است مربوط به افزایش فعالیت پروتئین کیناز باشد (۳۱). یانگ (۳۷) بیان کرد افزایش پرولین همبستگی خوبی با میزان مقاومت نسبی سرمازدگی پایه‌های مرکبات

نداشت. در گیاهان حساس به سرمازدگی افزایش پرولین سلولی به اندازه‌ایی نیست که موجب افزایش مقاومت به سرما شود و افزایش پرولین سلولی همیشه موجب افزایش مقاومت به سرما نمی‌شود. در مطالعه (۲۶) میزان پرولین در کلون شماره ۲ عناب که به شدت از سرمازدگی آسیب دیده بود بالاتر از کلون مقاوم‌تر شماره ۱ بود که پرولین را نشانه‌ایی از آسیب تا یک عکس العمل سازشی نشان داد. بارکا و آدران (۳) جوانه‌ها و شاخه‌های انگور را بررسی کردند و همبستگی منفی بالایی بین میزان پرولین و مقاومت به سرما یافتند.رابطه معناداری بین مقاومت به سرمازدگی و میزان پرولین در مقایسه با کربوهیدرات‌ها در ارقام انار مورد بررسی وجود نداشت. مقدار بالای پرولین واقعاً مقاومت بالا به سرمازدگی را نشان نداد زیرا سطح پرولین همچنان بعد از شکستن مقاومتبالا بود (۳۳). یلونسکی (۳۶) بیان کرد که تجمع پرولین مانند قند نمی‌تواند میزان مقاومت به سرما را در ارقام مرکبات نشان دهد که با نتایج حاضر مطابقت دارد. دانکن و جک (۹) نشان دادند که افزایش پرولین سلول همیشه باعث افزایش مقاومت به سرما نمی‌شود، همچنین شوئب و لیوناکسی (۳۲) بیان کردند هیچ اطلاعات جامعی درباره ارتباط بین تجمع پرولین و تنش وجود ندارد.بنابراین ارتباط بین تجمع پرولین و مقاومت به سرما برای هر گونه گیاهی حتی رقم متفاوت است و نمیتوان به طور قطع درباره نقش آن گفت (۱۵). ژنوتیپ‌های مختلف درگزی طیف وسیعی از میزان پرولین (۲۱/۲۸ تا ۰/۱میکرو مول بر گرم وزن تر) را در جوانه‌های گل داشتند که نشان می‌دهد این تفاوت‌های مورفولوژیکی علاوه بر محیط ناشی از ژنتیک آن و جهش در این رقم باشد.

نتیجه‌گیری کلی

تجزیه خوشه‌ای برای جوانه‌های زایشی بر اساس صفات مورد اندازه‌گیری رسم گردید. با در نظر گرفتن خط برش در فاصله واحد۱۰ اقلیدسی در کلاستر مربوط به جوانه زایشی نمونه‌ها در ۲ خوشه مجزا قرار گرفتند (شکل ۷). خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های ۷، ۱۷، ۱، ۶، ۲۰، ۹، ۱۸، ۸، ۲، ۱۲، ۱۵، ۴، ۱۰، ۱۹، ۵، ۱۴، ۲۳، ۱۳، ۳درگزی و ارقام سبری، دم کج، بل دی جون و کوشیا و خوشه دوم شامل ژنوتیپ‌های ۱۱، ۲۱، ۱۶درگزی و ارقام فرنگی، اسپادانا و ترش بود. گروه اول آسیب ظاهری، میزان پرولین و هدایت الکتریکی نسبی بالاتری داشتند(جدول ۲). مکنمارا و پلت (۲۵) بیان کردند در داخل یک گونه تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ایی در حداکثر مقاومت اکتسابی بین اکوتیپ‌ها و ارقام وجود دارد، که با نتایج مطالعه ما مطابقت داشت. براساس مطالعات هاردویک و آندریوز (۱۲) و لیندن (۲۲) میزان تحمل به سرما در میان ارقام گونه‌ها و میزان نشت یونی در واکنش به استرس متفاوت بوده‌اند. همچنین به این نتیجه رسیدند که نشت الکترولیت، یک خاصیت عمومی برای کلیه گونه‌هاست و حساس به سرمازدگی نیست. با توجه به اینکه در زمان وقوع سرمازدگی ارقام مختلف و حتی ژنوتیپ‌های درگزی از لحاظ مرحله فنولوژیکی مختلف بودند، تفاوت در مقدار پرولین ناشی از آن می‌باشد. افشاری و همکاران (۱) بیان کردندمیانگین پرولین در مرحله تورم جوانه‌های زردآلوبیشتر از مرحله رکود و گل بود، همچنین مقدار نشت الکترولیتنسبی در مرحله تورم و گلدهی بیشتر بود.

منابع

1- Afshari H., Zahedi R., Parvaneh T. and Zadehbagheri M. 2014. Effect of salicylic acid on the proline, soluble sugars and ion leakage in two apricot cultivars under cold stress,Journalof CropImprovement,16: 127-138.

2-Ackerman W.L. 1969.Fruit bud hardiness of North Caucasus seedlings and other foreign peach introductions,Fruit Varieties and HorticulturalDigest, 23: 14-16.

3-BarkaE.A. andAudran J.C. 1997. Response of champenoise grapevine to low temperature: changes of shoot and bud proline concentrations in response to low temperatures and correlations with freezing tolerance,HorticulturalScience, 72: 557-582.

4-Bates L.S., Waldren R.P. andTeare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies, Plant andSoil, 39: 205-208.

5- Blum A. andEbercon A. 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heattolerance in wheat,Science, 21: 43-47.

6- Bohnert H.J. and Jensen R.G. 1996.Strategies for engineering water stress tolerance in plants,Trendsin Biotechnology, 14:89-97.

7- ChenY.Z.andAne L. 2005. The relationshipbetween seasonal changes in anti oxidativesystemand freezing tolerance in the leaves in Woody plants,ScientiaHorticulturae, 73: 272-279.

8- Davarynejad GH., Aryanpooya Z., Fahadan A. and Davarynejad E. 2009. Evaluation of susceptibility of walnut genotypes to sudden cold and frost injury,KoreanSocietyforHorticulturalScience, 50: 497-501.

9- Duncan D.R. and Jack M., 1987. Proline accumulation and its implication in cold tolerance of regenerable maize callus,Journal of PlantPhysiology, 83: 703-708.

10- Filiti N. and Neri D. 1989. Cold damage in fruit bud tissues ofpear,ActaHorticulturae, 26: 133–126.

11- Göndör M., and Tóth MG. 1998.Evaluation of frost resistance and productivity of pear cultivars in

Hungary.ActaHorticulturae, 484: 79-8.
12- Hardwick R.C. and AnderewsD.J. 1980. A method ofmeasuring differences between varieties in toleranceto suboptimal temperatures,Annals of Applied Biology,95: 235-246.
13- Honty K., Sárdi E., Stefanovits-Bányai E. and Tóth M. 2008. Frost induced changes in enzyme activities and carbohydrate content in the spurs of some pear cultivars during the dormancy, International Journal of Horticultural Science, 14: 41-44.
14- Howell G.S.and WeiserC.J. 1970. Fluctuations in the cold resistance of apple twigs duringspring dehardening, Journal of the American Society for Horticultural Science, 95: 190192.
15- Irigoyen JJ., Emerich DW. andsanchez-DiazM. 1992.Water stress induces changes inconcentration of proline and total soluble sugerinnodulatedalfaalfa(*Medicgo sativa*)plants.Plants,Physiologiaplantarum,84:55-60.
16- Iváncsics J. 2003. Körtefajtákérzékenységetéliéstavaszifagy-károsodássalszemben,NövényvédelmiTanácsok, 12 (5): 14–16.
17- Jahanbakhsh-Godehkahriz S., Karimzadeh G., Rastegar F., Zolla L., Egidi MG., Mahfoozi S. and Hosseini-Salekdeh G. 2009. Low temperature induced proteins in Chayene winter wheat: A proteomics study. In: The Proceedings of the 2nd Iranian Proteomics Congress, Royan Institute, Tehran, Iran, 80p.
18- Kang S. K., Motosugi H., Yonemori K. and Sugiura A. 1998. Supercooling characteristics of some deciduous fruit trees as related to water movement within the bud,Journal ofHorticultural Science&Biotechnology, 73: 165-172.
19- KhorshidiSh., DavarynejadGh.,Azmoode F. and Kameli M. 2014. Evaluation of susceptibility of pear and plum cultivars to winter frost,FoliaHorticulturae, 26: 103-108.
20- Levitt J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses: Vol, I, Chilling, Freezing and High temperature stresses. 2nd ed. Academic Press, New York, NY.
21- Lindén L. and Palonen P. 2000. Relating freeze induced electrolyte leakage measurements to lethal temperature in red raspberry,Journal of the American Society for Horticultural Science,125 (4):429-435.
22- Lindon L. 2002. Measuring cold hardiness in woody plants.PhD.Thesis., Helsinki Univ.Pub.
23- MaloneS.R.and Ashworth E.N. 1991. Freezing stress response in woody tissues observedusing low-temperature scanning electron microscopy and freeze substitution techniques,Plant Physiology, 95: 871-881.
24- Marcum K.B. 1998. Cell membrane theromotability and whole-plant heat tolerance of Kentucky bluegrass, Crop Science, 38: 1214-1218.
25-McNamara S. andPellett H. 1998. Cold hardiness of weigela cultivars, Journal ofEnvironmental Horticulture, 16: 238-242.
26- Khalafalla, M.S. and Palzkill, D.A. 1990. Seasonal patterns of carbohydrates and proline in jojoba clones that differ in frost susceptibility,HortScience, 25(1): 103-105.
27- Mousavi S., ShiranB., ImaniA.,Houshmand S. and Ebrahimie E. 2014. Investigation of some physiological indices related to frost damage in almond cultivars with different flowering time, Journal of Crop Production and Processing,4(12): 235-247(in Persian).
28- Palonen P. andBuszard D. 1997. Current state of cold hardiness research on fruit crops,Canadian Journalof Plant Science, 77: 399-420.
29-PieberK. 1985. Winterfrostschäden in denÖsterreichischenObstanbaugebieten,Erwerbsobstbau, 27 (10):243–246.
30- Rodrigo J. 2000. Spring frosts in deciduous fruit trees-Morphological damage and flower hardiness,ScientiaHorticulturae, 85: 155-173.
31- SchinozakiK. andJamaguchi Sh.1996. Molecular responses to drought and coldstress,Current Opinion in Biotechnology, 7:161167.
32- Schwabe W.W. and Lionakis S.M. 1996.Leafattitude in olive in relation to droughtresistance,Journal of Horticultural Science, 71:157-166.
33-Soloklui A.A.G., Ershadi A. and Fallahi E. 2012. Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial pomegranate (Punicagranatum L.) cultivars,HortScience, 47(12): 1821-1825.
34- Szalay L., Papp J. andSzabó Z. 2000. Evaluation of frost tolerance of peach varieties in artificial freezing tests,ActaHorticulturae, 538: 407-410.
35- Watkins R. 1976. Cherry, plum, peach, apricot and almond.*In:* Simmonds, N.W. (Eds.).Evolution of Crop Plants. Longman, London, pp. 242–247.
36- Yelonsky G. 1979. Accumulation of free proline in citrus leaves during cold hardening of young tree in controlled temperature regimes,Plant Physiology, 64: 425-427.
37- Young R.H. 1977. The effect of rootstocks on citrus cold hardiness,President of the International Society of Citriculture, 2: 518-522.