Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 53, No 4, Winter 2023 (927-936)
DOI: 10.22059/ijhs.2022.340497.2016

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۳، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۴۰۱ (ص ۹۳۶-۹۲۷)

نشریه پژوهشی:

هیبریدهای جدید متحمل به سرمای بهاره زردآلو (*Prunus armeniaca* L.)

محمد عابدینی اسفهلانی[1*]، سید حمیدرضا ضیاءالحق[2] و عباسعلی جنتی‌زاده[3]
۱. استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران
۲. استادیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران
۳. دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۸ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۳۰)

چکیده

خسارت ناشی از سرمای بهاره مهم‌ترین عامل کاهش تولید زردآلو است. انتخاب ارقام متحمل به سرمای بهاره به عنوان یکی از بهترین راهکارهای کاهش خسارت سرمازدگی مد نظر است. به منظور انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به سرما و با کیفیت مناسب میوه، ۱۰۰۰ هیبرید حاصل از دورگ‌گیری بین دو ژنوتیپ نوری دیررس× رجبعلی در طی دو سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بسطام شاهرود مورد ارزیابی قرار گرفت. یادداشت‌برداری از صفات فنولوژیک و پومولوژیک و نیز تحمل به سرمای بهاره به صورت طبیعی انجام شد. تحمل سرما از طریق شمارش تعداد گل یا میوه سالم و خسارت دیده در روی سه شاخه تصادفی در هر درخت و بعد از وقوع سرمازدگی تعیین شد. آخرین دمای بحرانی خسارت‌زا در سال اول و دوم به ترتیب در دماهای ۵- و ٤- درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد. هیبرید ۷٤-۷ با ٦۰ درصد و هیبرید ٦٤-۱۲ با ٤۱ درصد تحمل سرما به ترتیب در سال اول و دوم به عنوان متحمل‌ترین هیبریدها شناسایی شدند. ارزیابی میوه ۵۱ هیبرید متحمل در سال دوم نشان داد که تنوع خیلی زیادی از لحاظ بیشتر صفات در بین آن‌ها وجود داشت. دامنه تغییرات ٤۵ روز تاریخ رسیدگی، ۳۷ گرم وزن میوه، ۱۳ درجه بریکس مواد جامد محلول و ۱/۹۳۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع سفتی بافت میوه در بین هیبریدها مشاهده شد. بررسی میانگین تحمل به سرمای دو ساله هیبریدها نشان داد که ۱۰ هیبرید با کدهای ۷٤-۷، ٦۵-۱۰، ٤۳-۱۱، ۱۱-۱۲، ۲۱-۱۲، ۳۱-۱۲، ٤۷-۱۲، ٦٤-۱۲، ۲۹-۱۳ و ۱٦-۱٤ در مقایسه با شاهد تجاری متحمل (جهانگیری) برتر بودند و می‌توانند کاندیدای تکثیر و ارزیابی سازگاری جهت رسیدن به رقم متحمل به سرمازدگی با کیفیت میوه مناسب باشند.

واژه‌های کلیدی: تحمل به تنش، زردآلو رقم رجبعلی، سرما، عملکرد.

New apricot (*Prunus armeniaca* L.) hybrids tolerant to spring frost

Mohammad Abedini Esfahlani[2*], Seyed Hamidreza Ziaolhagh[2] and Abbasali Jannatizadeh[3]
1. Assistant Professor, Department of Field and Horticultural Crops Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan Province (Shahrood), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrood, Iran
2. Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan Province (Shahrood), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrood, Iran
3. Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resourses, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
(Received: Mar. 08, 2022- Accepted: May 20, 2022)

ABSTRACT

Damages caused by spring frosts are the most critical factor in reducing apricot production. The selection of cultivars tolerant to spring frost has been regarded as the most straightforward strategy to reduce late spring frost damages. To select frost-tolerant genotypes with suitable fruit quality, 1000 hybrids resulting from hybridization between two genotypes, Noori_Dirras×Rajabali, were evaluated for two years, 2020 and 2021, in the Agricultural Research Station of Bastam Shahroud. Phenological and pomological traits as well as spring frost tolerance were recorded naturally. Frost tolerance was determined by counting the number of healthy and damaged flowers or fruits on three random branches in each tree after the onset of frost. The last critical damaging temperatures in the first and second years occurred at -5 and -4 °C, respectively. Hybrids No. 7-74 with 60% and No. 12-64 with 41% tolerance of spring frost were identified as the most tolerant hybrids in the first and second years, respectively. Evaluation of the fruit of 51 tolerant genotypes in the second year showed that there was a great variety in the most traits among the offsprings. Ranges of 45 days to ripening, 37 g fruit weight, 13 °Brix total soluble solids, and 1.933 kg/cm^2 fruit firmness were observed among the hybrids. A comparison of the two-year frost tolerance mean of hybrids showed that 10 hybrids, 7-74, 10-65, 11-43, 12-11, 12-31, 12-47, 12-64, 13-29 and 14-16 were superior compared to the commercial tolerant genotype (Jahangiri) and could be candidates for propagation and adaptation experiments to achieve frost-tolerant cultivar with good fruit quality.

Keywords: Apricot cultivar Rajabali, frost damage, stress tolerance, yield.

* Corresponding author E-mail: abedini1353@gmail.com

مقدمه

ایران با داشتن شرایط اقلیمی مناسب یکی از مهم‌ترین مراکز تنوع و از تولیدکنندگان زردآلو در جهان است. زردآلو در بسیاری از استان‌های کشور از آذربایجان و کردستان تا کرمان و خراسان جنوبی کشت می‌شود. با این وجود هر ساله سرمازدگی بهاره خسارت‌های مالی جبران‌ناپذیری به باغداران وارد می‌کند. در دهه‌های اخیر علاوه بر یکنواختی و کشت ارقام حساس، بررسی تغییرات اقلیم نیز گویای گرم شدن هوا در اواخر فصل زمستان می‌باشد که این عامل نیز باعث باز شدن زودهنگام گل‌ها و افزایش خطر سرمازدگی شده است. موضوعی که بررسی‌های بلند مدت داده‌های هواشناسی آن را تأیید می‌کند. یک گروه از پژوهشگران از کشورهای مختلف با بررسی تغییرات اقلیم در سطح جهانی در بازه زمانی ۶۰ ساله (۱۹۵۹-۲۰۱۷) گزارش کرده‌اند که خطر سرمازدگی بهاره در آمریکای شمالی کاهش و در اروپا و آسیا افزایش یافته است (Zohner *et al.*, 2020). همچنین نتایج حاصل از بررسی تغییرات دمایی در دوره زمانی ۲۵ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۶) بر روی ارقام تجاری زردآلو در مرکز ایتالیا بیانگر این است که گرم شدن هوا در پاییز و زمستان در سه دهه اخیر، باعث ناهنجاری در تأمین نیاز سرمایی درختان زردآلو و کاهش باردهی آن‌ها شده و پیشنهاد شده که باید در انتخاب رقم و نیز مکان‌یابی کشت زردآلو تجدید نظر شود. مکان‌های کشت باید به عرض‌های بالاتر که پاییز و زمستان سردتر دارند حرکت کنند و از ارقامی با سازگاری بیشتر استفاده شود که نیاز سرمایی پایین داشته و در عین حال دیر گل نیز باشند (Bartolini *et al.*, 2019, 2020).

تاکنون تحقیقات جهت رسیدن به ارقام دیر گل و پر محصول زردآلو پیشرفت قابل توجهی نداشته است. در این رابطه بررسی روی ۴۱ رقم زردآلو در جنوب ایتالیا (Monstra *et al.*, 1986) و ۹۰۰۰ دورگ و ۳۵ رقم در رومانی (Balan *et al.*, 2009) توفیقی در پی نداشته و حداکثر اختلاف در زمان گلدهی بیش از ۵-۴ روز نبوده است. با بررسی نیاز سرمایی و حرارتی چند رقم تجاری زردآلو گزارش شده است که ارقام مورد مطالعه علی‌رغم داشتن نیاز سرمایی و حرارتی متفاوت، گلدهی هم‌زمان داشته‌اند (Dejampour, 2001). در بررسی ۱۰۰ رقم در ایمولای (Imola) ایتالیا نیز اعلام شده که در مواردی ارقام زود گل در شرایط سرمای بهاره جزو ارقام پر محصول بودند (Bassi *et al.*, 1995) و در ارقام دیر گل اغلب گلدهی ضعیف، ریزش گل و میوه زیاد و افت عملکرد نهایی درخت اتفاق می‌افتد (Ruiz & Egea, 2008; Karami & Rezaei Nejad, 2013).

با وجود هم‌زمانی گلدهی، اختلاف ارقام در تحمل به سرمای بهاره در پژوهش‌های متعدد گزارش شده است (Javaherdeh, 2009; Dejampour, 2013; Karami & Rezaei Nejad, 2013; Nazemi *et al.*, 2016; Dumanoglu *et al.* 2019; Kaya & Kose 2019; Kaya *et al.* 2021; Nesheva & Bozhhkova, 2021; Szalay *et al.*, 2021). Dejampour (2013) در بررسی ارقام مختلف داخلی و خارجی زردآلو در ایستگاه سهند تبریز نتیجه‌گیری کرده که علی‌رغم وجود زمان گلدهی مشابه، چند رقم وارداتی خودسازگار شامل ارقام کانینو (Canino)، رویال (Royal)، تیلتون (Tilton)، کافونا (Cafona) و رقم داخلی عسگرآباد نسبت به سرمای بهاره و شرایط نامساعد جوی که عامل بازدارنده گرده‌افشانی، رشد لوله گرده و تشکیل میوه هستند متحمل بوده و از نوسانات باردهی سالانه کمتری برخوردار بودند و استفاده از ارقام خودسازگار، دوره گرده‌افشانی مؤثر بیشتر و نیز تحمل بالای اندام‌های زایشی به سرما را به عنوان بهترین روش مقابله با سرمای بهاره اعلام کردند. در طی دو سال بررسی ۲۶ رقم بومی و تجاری زردآلو در منطقه کردستان دو رقم جهانگیری و تیلتون نسبت به بقیه از تحمل به سرمای بیشتری برخوردار بودند (Karami & Rezaei Nejad, 2013). در بررسی آزمایشگاهی قسمت‌های مختلف گل در ۷ رقم تجاری زردآلوی ترکیه طی دو سال مشخص شده رقم ارزین‌جان توکال اوغلو (Erzincan Tokaloglu) خیلی حساس و رقم ایقدیرسالاک (Igdır Salak) و نیز رقم بومی شکرپاره متحمل بوده و اختلاف دمای سه درجه سلسیوس تحمل سرما در رقم حساس و متحمل گزارش شده است (Kaya & Kose 2019). در بررسی ۱۵ ساله سه رقم تجاری در شرایط طبیعی در

مجارستان مشخص شد رقم رژاکشی (Rózsakajszi) به سرمای بهاره متحمل و رقم سقلدی بیبورکشی (Ceglédi bíborkajszi) خیلی حساس بود، همچنین نتایج بررسی در شرایط آزمایشگاهی و در مراحل مختلف گلدهی (از تورم جوانه تا پایان گلدهی)، تفاوت ارقام از لحاظ میزان تحمل به سرما در شرایط طبیعی را تأیید کرده است (Szalay *et al.*, 2021).

طی ۴۰ سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بسطام شاهرود، بیش از ۱۶۰ ژنوتیپ زردآلوی بومی و وارداتی جمع‌آوری و در قالب کلکسیون کشت و مورد ارزیابی قرار گرفته است. با بررسی تحمل جوانه‌های گل و میوه‌های تازه تشکیل شده، تعدادی ژنوتیپ نسبتاً متحمل به سرمای بهاره ازجمله جهانگیری، نوری دیررس و خیبه‌ای انتخاب گردیده است (Javaherdeh, 2009). تحمل به سرمای بیشتر نوری دیررس در بررسی سوپرکولینگ در شرایط آزمایشگاهی تأیید شده است (Jannatizadeh *et al.*, 2014). از طرفی، در بررسی ژن‌های دخیل در تحمل به سرما، مشخص شده که ژن *CBF2*، بیشترین نقش را در تحمل به سرمای رقم زردآلوی نوری دیررس ایفا می‌کند (Jannatizadeh, 2013). ژنوتیپ‌های متحمل شناسایی شده کاستی‌هایی چون عملکرد ضعیف و کیفیت پایین دارند و لازم است جهت رفع این معایب کار به‌نژادی روی آن‌ها انجام گیرد. از سال ۱۳۸۸ برنامه تلاقی بین ارقام تجاری حساس و ژنوتیپ‌های متحمل در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بسطام شروع شد. تلاقی دو ژنوتیپ زردآلوی رجبعلی به عنوان والد پدری و نوری دیررس به عنوان والد مادری، یکی از تلاقی‌های موفق بود که تعداد زیادی بذر و دانهال از آن به دست آمد. زردآلوی رجبعلی از جمله ژنوتیپ‌های با کیفیت ممتاز منطقه بسطام است و مهم‌ترین ضعف آن حساسیت شدید به دماهای زیر صفر می‌باشد و نوری دیررس از ژنوتیپ‌های متحمل به سرما ولی با کیفیت ضعیف بود. بذور حاصل از این تلاقی در سال ۱۳۹۲ در خزانه کشت و در سال ۱۳۹۵ به زمین اصلی منتقل شد. هدف از این پژوهش ارزیابی دانهال‌های حاصله و رسیدن به ارقامی با کیفیت و در عین حال متحمل به سرمای بهاره بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی دو سال (۱۳۹۹ و ۱۴۰۰) به منظور ارزیابی ۱۰۰۰ دانهال هشت ساله حاصل از تلاقی دو ژنوتیپ زردآلوی نوری دیررس× رجبعلی که در فواصل ۱×۴ متر کشت شده‌اند، انجام شد. محل اجرای پژوهش ایستگاه تحقیقات کشاورزی بسطام واقع در ۳ کیلومتری شهرستان شاهرود (۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی، ۵۴ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی و ۱۳۶۶ متر ارتفاع از سطح دریا) بود. بر اساس آمار بلندمدت هواشناسی میانگین حداقل، متوسط و حداکثر دمای سالانه به ترتیب ۸/۷، ۱۴/۷ و ۲۰/۶ درجه سلسیوس است و متوسط بارندگی سالیانه بلندمدت در این منطقه ۱۵۲ میلی‌متر است. این ایستگاه در پهنه‌بندی اقلیمی جزو اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک سرد محسوب می‌شود. خاک اراضی این ایستگاه جزو خاک‌های لومی، دارای pH=۷/۹ و EC=۱/۴ دسی زیمنس بر متر است. عملیات نگهداری باغ شامل کود دهی، کنترل علف‌های هرز و آبیاری به روش قطره‌ای انجام شد و تحمل سرمای بهاره، زمان شروع گلدهی و رسیدن میوه، و صفات میوه شامل: اندازه میوه و هسته، درصد گوشت، سفتی بافت میوه، درصد مواد جامد محلول، اسیدیته و pH آب‌میوه یادداشت‌برداری شد.

برای تعیین تحمل سرمای بهاره، دو روز بعد از وقوع سرمازدگی از ژنوتیپ‌ها بازدید و تعداد گل یا میوه سالم و آسیب دیده در سه شاخه تصادفی در جهات مختلف هر درخت شمارش و درصد گل‌ها یا میوه‌های سالم محاسبه و به عنوان درصد تحمل ژنوتیپ لحاظ شد.

به منظور تعیین میزان سفتی بافت میوه هر نمونه، از دستگاه پنترومتر دستی (مدل FT 011 شرکت QA Supplies LLC ایتالیا) که بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع درجه‌بندی شده بود استفاده گردید. به این ترتیب که ابتدا بخشی از پوسته زردآلو برداشته شده و سپس پروب دستگاه (با قطر ۰/۶۵ سانتی‌متر) تا خط نشانه موجود بر روی آن (حدود ۵ میلی‌متر) داخل بافت زردآلو فرو برده شده و مقدار نیروی وارده (بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) در محل نشانه خوانده شد. برای هر نمونه از سه عدد میوه زردآلو و از هر میوه در سه

نقطه، سنجش بافت انجام شده و میانگین سه عدد به عنوان شاخصی از سفتی گزارش گردید.

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول با دستگاه رفرکتومتر (مدل 2111-W10 شرکت ATAGO ژاپن)، ابتدا دستگاه با آب مقطر روی عدد صفر تنظیم شد. سپس چند قطره آزمونه با دمای ۲۰ درجه سلسیوس را روی منشور رفرکتومتر قرار داده و پس از حذف پراکندگی نوری و ایجاد دو بخش مساوی روشن و تاریک در صفحه نمایانگر، غلظت مواد جامد محلول در آب بر حسب درجه بریکس در دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرائت شد همچنین جهت اندازه‌گیری pH، حجم ۱۰ گرم زردآلوی کاملاً له شده را با آب مقطر تازه جوشیدهٔ سرد شده به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و سپس با استفاده از pHمتر (مدل 691 شرکت Metrohm سوئیس) مقدار pH نمونه پس از ثابت شدن عدد خوانده شد.

برای اندازه‌گیری اسیدیته میوه ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر تازه جوشیده و سرد شده را به یک ارلن مایر ۵۰۰ میلی‌لیتری منتقل کرده و ۱۰ گرم زردآلوی کاملاً له شده به آن اضافه شد. سپس چند قطره شناساگر فنل‌فتالئین به آن افزوده و با محلول هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا ایجاد رنگ صورتی کم رنگ پایدار به مدت ۳۰ ثانیه تیتر شده و از رابطه ۱ اسیدیته زردآلو بر حسب اسید مالیک محاسبه شد. (یک میلی‌لیتر سود ۰/۱ نرمال معادل ۰/۰۰۶۷ میلی‌لیتر اسید مالیک است)

$$A = \frac{V \times 0.0067 \times 100}{m} \quad (1)$$

در این رابطه، V حجم مصرفی هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال بر حسب میلی‌لیتر؛ m وزن نمونه بر حسب گرم؛ A اسیدیته کل بر حسب اسید مالیک.

برای اندازه‌گیری ابعاد میوه شامل طول، عرض شکمی و عرض جانبی، بر اساس دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری در زردآلو از کولیس استفاده شد.

از دو رقم محلی و غالب منطقه (جهانگیری و رجبعلی) به عنوان شاهد در آزمایش استفاده شد. تجزیه داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. برای تجزیه‌های آماری از نرم‌افزار EXCEL و MINITAB نسخه ۱۶ استفاده شد.

نتایج و بحث

در سال اول ارزیابی هیبریدها از لحاظ تحمل سرما بعد از یخبندان ۲۰ و ۲۱ فروردین ۱۳۹۹ (به مدت ۱۲ ساعت با ثبت دمای حداقل ۵- درجه سلسیوس) انجام شد. به دنبال سرما، بارش تگرگ سنگین در هشتم اردیبهشت ۱۳۹۹ باقیمانده محصول را در هیبریدهای متحمل خسارت زد و میوه‌های آسیب دیده، قبل از رسیدن به تدریج ریزش کرده و در بیشتر هیبریدهای متحمل هم میوه به تعداد مورد نیاز جهت یادداشت‌برداری صفات میوه تشکیل نشد؛ بنابراین در سال اول فقط داده‌های مربوط به تاریخ گلدهی و تحمل به سرما به دست آمد. بررسی زمان شروع گلدهی هیبریدها نشان داد که تنوع قابل توجهی از نظر این صفت در بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت. شروع گلدهی از تاریخ ۹۸/۱۲/۲۴ تا تاریخ ۹۹/۱/۴ در بین هیبریدها متفاوت بود و دامنه ۱۰ روز در بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. ارزیابی هیبریدها از لحاظ تحمل سرمازدگی نشان داد که ۱۸ هیبرید، تحمل نسبی نشان دادند (جدول ۱). هیبرید ۷۴-۷ با ۶۰ درصد میوه‌های سالم به عنوان متحمل‌ترین هیبرید بود (شکل ۱).

جدول ۱. تاریخ گلدهی و تحمل به سرمای بهاره ۱۸ هیبرید جدید زردآلو در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بسطام شاهرود در سال ۱۳۹۹.

Table 1. Flowering date and the level of spring frost tolerance of 18 new apricot hybrids in Agricultural Research Station of Bastam Shahroud in 2020.

No	Hybrid No.	Flowering date	Frost tolerance (%)	No	Hybrid No.	Flowering date	Frost tolerance (%)
1	2-61	19 March	21	11	12-31	16 March	13
2	7-74	16 March	60	12	12-47	17 March	36
3	8-62	16 March	21	13	12-64	15 March	11
4	9-34	15 March	12	14	13-29	16 March	31
5	10-44	24 March	21	15	13-30	19 March	42
6	10-60	19 March	20	16	14-16	19 March	41
7	10-65	16 March	32	17	15-19	19 March	22
8	11-43	16 March	33	18	15-56	16 March	10
9	12-11	19 March	12	19	Jahanghiri	18 March	10
10	12-21	19 March	11	20	Rajabali	15 March	0

(A)

(B)

شکل ۱. هیبرید جدید (۷۴-۷) متحمل به سرمای بهاره زردآلو، یک هفته (A) و دو هفته (B) بعد از سرمای فروردین ۱۳۹۹.

Figure 1. New apricot hybrid (7-74) tolerant to spring frost, one week (A) and two weeks (B) after the frost of April 2020.

در زمستان ۱۳۹۹ به خصوص در بهمن ماه یک ناهنجاری شدید دمایی اتفاق افتاد طوری که میانگین دمای ماهیانه استان سمنان در بهمن ماه نسبت به میانگین بلندمدت، ۳/۳ درجه سلسیوس گرم‌تر بود (Anonymous, 2021). گرم بودن دمای بهمن باعث تورم زودهنگام جوانه‌ها شد. برعکس بهمن ماه در اسفند ۱۳۹۹ و فروردین ۱۴۰۰، ۲۵ روز دمای حداقل زیر صفر درجه در ایستگاه بسطام ثبت شد. به خصوص دماهای ۱۳- درجه سلسیوس در دهه اول اسفندماه، بیش از ۹۰ درصد غنچه سوزی و سیاه شدن مادگی را در جوانه‌های گل ارقام تجاری زردآلوی منطقه باعث شد. در داخل جمعیت مورد بررسی ۱۵۰ ژنوتیپ تحمل نسبی را در مقابل غنچه سوزی نشان دادند. سرمای ۴- درجه سلسیوس نهم فروردین سال ۱۴۰۰، آخرین دمای بحرانی بود که با مرحله پایان گلدهی بیشتر ژنوتیپ‌هایی که از غنچه سوزی اسفند فرار کرده بودند مصادف شد و خسارت سرمازدگی را افزایش داد. علی‌رغم دماهای بحرانی متعدد در شروع فصل گلدهی و از بین رفتن ۱۰۰ درصد محصول زردآلوی ارقام تجاری منطقه، تعداد ۵۱ هیبرید متحمل شناسایی شد و یادداشت صفات مورد نظر بر روی آن‌ها انجام شد.

خلاصه نتایج یادداشت‌برداری ۵۱ هیبرید متحمل در سال ۱۴۰۰ در جدول ۲ آورده شده است. هیبریدهای متحمل، درصد تحمل را از ۵ تا ۴۱ درصد نشان دادند و میوه در آن‌ها تشکیل شد. به دلیل وقوع دماهای بحرانی در زمان گلدهی، بعضی ژنوتیپ‌ها مثل ژنوتیپ ۶۴-۱۲ با ۴۱ درصد تحمل سرمازدگی، از باردهی کامل و رضایت بخشی برخوردار بودند (شکل ۲).

شکل ۲. باردهی نرمال زردآلو در هیبرید ۶۴-۱۲ در ۲۵ خرداد ۱۴۰۰.

Figure 2. Normal fruiting of apricots in hybrid 12-64 on 15 June 2021.

در سال دوم تنوع تاریخ گلدهی ۶ روزه در بین ۵۱ ژنوتیپ مشاهده شد شروع گلدهی از ۲۷ اسفند تا ۳

فروردین در نوسان بود (جدول ۲). اختلاف زمان گلدهی ژنوتیپ‌ها در طی دو سال متفاوت بود؛ و به نظر می‌آید این اختلافات بیشتر از شرایط آب و هوایی متأثر می‌شود و اثرات محیطی بر روی صفت به مراتب بیشتر از اثرات ژنوتیپی می‌باشد. تغییرات سال به سال تاریخ گلدهی ارقام و ژنوتیپ‌های زردآلو در پژوهش‌های دیگر (Ruiz & Egea, 2008; Nekounam *et al.*, 2018; Fallah-Barzoki *et al.*,2021) نیز گزارش شده است. در گزارش‌های دیگر اختلاف تاریخ گلدهی ۵-۴ روز گزارش شده است (Balan *et al.*, 2009; Dejampour, 2013; Ganji Moghadam *et al.* (2020) با بررسی هفت ژنوتیپ زردآلو در شرایط اقلیمی خراسان به مدت سه سال، شروع گلدهی را از ۲۹ اسفند در ژنوتیپ زود گل تا ۸ فروردین در ژنوتیپ دیر گل گزارش کردند. در تحقیق دیگری با بررسی ۳۵ ژنوتیپ زردآلو در شرایط اقلیمی خراسان رضوی، تاریخ شروع گلدهی را از ۱۸ اسفند تا ۳ فروردین و رقم جلیل دیر گل‌ترین ژنوتیپ گزارش شد. محققین اظهار کرده‌اند که رقم جلیل می‌تواند تا حدودی با داشتن مکانیسم فرار از سرمای بهاره، پتانسیل استفاده در برنامه‌های دورگ‌گیری را داشته باشد (Ganji Moghadam *et al.*, 2021). همچنین طول دوره گلدهی برای ژنوتیپ‌های مقدونیه بین ۷ تا ۱۲ روز اعلام شده است (Milosevic *et al.*, 2009). البته این اختلاف به منطقه، شرایط آب و هوایی سال مورد بررسی و ژنوتیپ‌های مورد نظر بستگی داشت.

از لحاظ تاریخ رسیدگی تنوع خیلی زیادی مشاهده شد. ژنوتیپ‌های زودرس در دهه آخر خرداد و ژنوتیپ‌های دیررس در دهه اول مرداد وارد مرحله رسیدگی میوه شدند و دامنه ۴۵ روزه تاریخ رسیدگی مشاهده شد (جدول ۲). در بررسی Rahnemoun *et al.* (2015) نیز حدود ۴۵ روز دامنه رسیدن میوه گزارش شده است. همچنین در دو تحقیق و با بررسی هفت ژنوتیپ بومی و ۳۵ دورگ جدید در خراسان رضوی، تاریخ رسیدگی از دهه سوم اردیبهشت تا دهه دوم تیر گزارش گردید (Ganji Moghadam *et al.*, 2020, 2021). تجربیات نگارنده (داده‌های منتشر نشده) از کلکسیون ایستگاه تحقیقات کشاورزی بسطام شاهرود، بیانگر این است که تاریخ رسیدن ۱۶۰ ژنوتیپ از اول خرداد تا ۱۵ مرداد می‌باشد. در سایر کشورها هم تاریخ رسیدن زردآلو بین ۲۴ اردیبهشت تا ۵ تیر در اسپانیا (Ruiz & Egea, 2007) و۲۱ خرداد تا ۱۹ شهریور در لهستان (Hegeus *et al.*, 2010) گزارش شده است.

تنوع از نظر ابعاد (وزن، طول و عرض) میوه و هسته هم قابل توجه بود به طوری که دامنه تنوع وزن میوه ۳۶ گرم بود (جدول ۲). براساس گروه‌بندی Piri *et al.* (2017) ۱۴ ژنوتیپ در گروه میوه‌های بزرگ (۴۷-۳۷ گرم) و سه ژنوتیپ جزو گروه خیلی بزرگ (بیشتر از ۴۷ گرم) قرار داشت. وزن هسته ژنوتیپ‌ها هم در بین ۱/۴۴ تا ۳/۲۹ گرم قرار داشت. تنوع وزن میوه و هسته هم در مناطق، ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف، متفاوت گزارش شده است.

جدول ۲. متغیرهای توصیفی صفات مورد بررسی در ۵۱ هیبرید زردآلوی متحمل به سرمای بهاره در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بسطام شاهرود در سال ۱۴۰۰.

Table 2. Descriptive parameters of the studied attributes in 51 spring frost tolerant apricot hybrids in Agricultural Research Station of Bastam Shahroud in 2021.

Attribute	Minimum	Maximum	Mean	Range	CV (%)
Flowering (date)	17 March	23 March	20 March	6.00	2.83
Ripening (date)	16 June	1 Aug	2 July	45	6.04
Frost tolerance (%)	5.00	41.00	13.04	36.00	61.14
Fruit length (cm)	3.66	5.54	4.61	1.88	10.46
Fruit: ventral width (cm)	2.83	4.18	3.50	1.36	7.21
Fruit: lateral width (cm)	3.22	4.63	3.95	1.42	7.62
Fruit weight (g)	20.37	56.56	35.45	36.19	18.87
Stone weight (g)	1.44	3.29	2.16	1.86	20.48
Flesh firmness (kg/cm^2)	0.267	2.200	0.744	1.933	50.18
TSS (◦Brix)	12.00	25.00	16.51	13.00	17.44
Ph	3.89	5.22	4.40	1.33	6.93
Total acidity	0.23	1.64	0.67	1.41	38.18

وزن میوه و هسته به ترتیب از ۱۴/۵ تا ۷۵/۵ و ۱/۳۰ تا ۴/۸۰ گرم در ۳۵ هیبرید مورد بررسی در ایستگاه گلمکان مشهد (Ganji Moghadam *et al.*, 2021) و ۱۷ تا ۶۸ و ۱/۴ تا ۳/۶ گرم در ۱۲۸ ژنوتیپ ترکیه (Asma & Ozturk, 2005) و ۷/۶۵ تا ۵۳/۱۲ و ۱/۶ تا ۴/۱۵ در ۳۲ رقم و ژنوتیپ بومی ایران در کرج (Mohammadzadeh *et al.*, 2013) گزارش شده است.

از لحاظ سفتی بافت و خصوصیات کیفی میوه زردآلو نیز تنوع زیادی دیده شد. سفتی بافت میوه از ۲۶۷/۵ تا ۲۲۰۰ گرم بر سانتی‌متر مربع متفاوت بود (جدول ۲). دامنه تنوع مواد جامد محلول ۱۳ درجه بریکس (۱۲ تا ۲۵) بود. Asma & Ozturk (2005) نیز تنوع در صفت مواد جامد محلول زردآلو را از ۱۲/۷ تا ۲۷ و Corrado *et al* (2021) ۱۰/۴ تا ۲۲/۷ درجه بریکس گزارش کرده‌اند که تا حدودی با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. درصد مواد جامد محلول در کیفیت میوه زردآلو بسیار مهم است و بر شیرینی و طعم میوه تأثیر می‌گذارد.

تغییرات pH بین ۳/۸۹ تا ۵/۲۲ و تغییرات اسیدیته بین ۰/۲۳ تا ۱/۶۴ بود (جدول ۲). مقادیر pH ژنوتیپ‌های ایرانی زردآلو در محدوده ۳ تا ۶ (Jannatizadeh *et al.*, 2011) و ۳/۷۶ تا ۵/۶۶ (Ganji Moghadam *et al.*, 2021) گزارش شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. اسید غالب زردآلو، اسید مالیک می‌باشد که بسته به نوع رقم/ژنوتیپ می‌تواند متفاوت باشد (Akin *et al.*, 2008) تغییرات اسیدیته ژنوتیپ‌های زردآلو در دیگر پژوهش‌ها بین ۰/۲ تا ۱/۴ (Piri *et al.*, 2017) و ۰/۵ تا ۲/۵ (Corrado *et al.*, 2021) بوده است.

ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده بیانگر این است که تحمل به سرما با هیچ‌کدام از صفات اندازه‌گیری‌شده همبستگی معنی‌داری نداشت (جدول ۳). ابعاد میوه (وزن، طول، عرض شکمی و جانبی) با همدیگر همبستگی مثبت معنی‌داری داشتند که منطقی می‌باشد؛ به عبارت دیگر میوه‌های دارای طول و عرض بیشتر، وزن بیشتری نیز داشته‌اند. ضریب همبستگی مثبت معنی‌دار وزن هسته با وزن میوه با گزارش‌های دیگران (Asma & Ozturk 2005; Mohammadzadeh *et al.*, 2013) مطابقت داشت.

ضریب همبستگی منفی معنی‌دار (۰/۴۵-) بین طول میوه و مواد جامد محلول بیانگر این است که میوه‌های با طول کمتر (گردتر) از درصد قند (شیرینی) بیشتری برخوردار بوده‌اند که با نتایج Jannatizadeh *et al.* (2011) همخوانی داشت.

مواد جامد محلول همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح ۱ درصد با pH آب‌میوه (۰/۵۴) داشت. از طرف دیگر pH آب‌میوه با اسیدیته همبستگی منفی معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت که گویای این مسئله است که در میوه‌های دارای اسیدیته کم، قند میوه افزایش یافته و باعث افزایش pH آب‌میوه شده است این نتایج با گزارش‌های سایر پژوهش‌ها مطابقت داشت (Asma & Ozturk 2005; Molaie *et al.*, 2016; Corrado *et al.*, 2021). ضریب همبستگی منفی (۰/۳۳) سفتی بافت میوه با pH آب‌میوه و مثبت آن با اسیدیته (۰/۳۰) بیانگر این است که میوه‌های سفت‌تر دارای مواد جامد محلول کمتری بوده که منجر به افزایش اسیدیته شده است. به‌عبارت دیگر، میوه شیرین‌تر دارای بافت نرم‌تری بوده است. Corrado *et al.* (2021) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

از بررسی نتایج دو ساله آزمایش می‌توان ژنوتیپ‌های امیدبخش را با توجه به صفت اولویت‌دار تحمل به سرمازدگی بهاره انتخاب کرد. بر این اساس ۱۰ ژنوتیپ (جدول ۴) که در هر دو سال تحمل قابل قبولی را از خود نشان دادند و کیفیت میوه خوبی هم داشتند می‌توانند کاندیدای تکثیر و ارزیابی سازگاری جهت رسیدن به رقم متحمل به سرمازدگی با کیفیت میوه مناسب باشند. در بین هیبریدهای انتخابی از زودرس (۶۴-۱۲) تا دیررس (۴۷-۱۲) وجود داشت. از نظر ابعاد و وزن میوه دو هیبرید ۱۱-۱۲ و ۴۷-۱۲ از بالاترین میانگین برخوردار بودند. همچنین هیبرید ۴۷-۱۲ بالاترین سفتی بافت میوه را داشت و از قابلیت حمل و نقل و ماندگاری بالایی برخوردار بود. هیبرید ۶۴-۱۲ با بیشترین تحمل به سرما (۴۱ درصد) در سال دوم (شکل ۱) دارای بالاترین مواد جامد محلول (۱۹) بود و می‌تواند به عنوان ژنوتیپ با کاربری دومنظوره (تازه خوری و فرآوری) مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۳. ضرایب همبستگی بین صفات کمی ژنوتیپ‌های زردآلو در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بسطام شاهرود در سال ۱۴۰۰.

Table 3. Correlation coefficients between quantitative traits of apricot genotypes in Agricultural Research Station of Bastam Shahroud in 2021.

Trait	Flowering date	Ripening date	Frost tolerance (%)	Fruit length	Fruit: ventral width	Fruit: lateral width	Fruit weight	Stone weight	Flesh firmness	TSS	pH	Total acidity
Flowering date	1.00											
Ripening date	-0.03 ^{ns}	1.00										
Frost tolerance (%)	0.17 ^{ns}	0.02^{ns}	1.00									
Fruit length	-0.09 ^{ns}	0.42**	0.14 ^{ns}	1.00								
Fruit: ventral width	-0.17 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	-0.03 ^{ns}	0.46**	1.00							
Fruit: lateral width	-0.16 ^{ns}	0.01^{ns}	0.06 ^{ns}	0.66**	0.78**	1.00						
Fruit weight	-0.08 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.76**	0.72**	0.85**	1.00					
Stone weight	-0.08 ^{ns}	-0.35*	-0.05 ^{ns}	0.32*	0.54**	0.54**	0.60**	1.00				
Flesh firmness	-0.12 ^{ns}	0.23^{ns}	-0.08 ^{ns}	0.30 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.20 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	1.00			
TSS	0.19 ^{ns}	-0.50**	-0.02 ^{ns}	-0.45**	-0.01 ^{ns}	-0.16 ^{ns}	-0.11 ^{ns}	0.04 ^{ns}	-0.21 ^{ns}	1.00		
pH	0.03 ^{ns}	-0.21 ^{ns}	0.10 ^{ns}	-0.20 ^{ns}	0.09^{ns}	-0.03 ^{ns}	0.05 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	-0.33*	0.54**	1.00	
Total acidity	-0.03 ^{ns}	-0.03 ^{ns}	-0.14 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.30*	-0.14 ^{ns}	-0.78**	1.00

*، ** و ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و بدون تفاوت معنی‌دار.

*, **, ns: Significantly difference at 5 and 1% of probability levels, and non-significantly difference, respectively.

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات ۱۰ هیبرید جدید متحمل به سرمای بهاره زردآلو در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بسطام شاهرود در سال ۱۴۰۰.

Table 4. Mean comparison of characteristics of 10 new spring frost tolerant apricot hybrids in Agricultural Research Station of Bastam Shahroud in 2021.

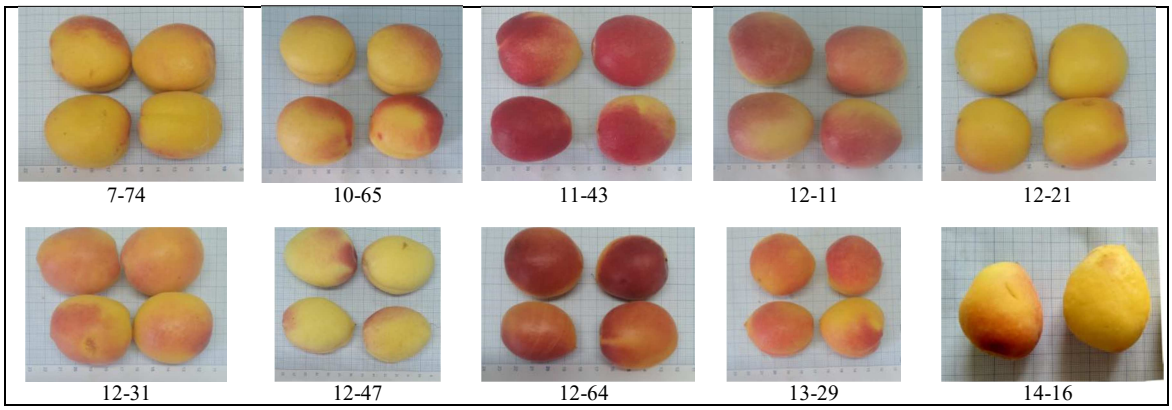
No	Hybrid No.	Flowering date	Ripening date	Frost** tolerance (%)	Fruit length (cm)	Fruit: ventral width (cm)	Fruit: lateral width (cm)	Fruit weight (g)	Stone weight (g)	Flesh firmness (kg/cm^2)	TSS (°Brix)	pH	Total acidity
1	7-74	19 March	27 June	41^{a}	4.55 ^{bc}	3.42 ^{ab}	3.77 ^{c}	32.2 ^{de}	1.83 ^{cd}	0.615 ^{bc}	16.0	4.5	0.47
2	10-65	17 March	29 June	24^{a}	4.35 ^{cd}	3.42 ^{ab}	3.81 ^{c}	34.7 ^{cd}	2.18 ^{b}	2.775 ^{a}	14.0	4.37	0.87
3	11-43	17 March	29 June	25^{a}	4.68 ^{bc}	3.44 ^{ab}	3.95 ^{bc}	32.6 ^{de}	1.77 ^{cd}	0.673 ^{bc}	14.0	4.43	0.54
4	12-11	17 March	5 July	15^{a}	4.84 ^{b}	3.80 ^{a}	4.15 ^{ab}	47.2 ^{a}	2.84 ^{a}	0.625 ^{bc}	16.0	4.41	0.64
5	12-21	19 March	25 June	16^{a}	3.96 ^{e}	3.32 ^{b}	3.91 ^{bc}	31.4 ^{de}	1.88 ^{cd}	0.930 ^{b}	18.0	4.85	0.39
6	12-31	17 March	23 June	15^{a}	4.47 ^{cd}	3.65 ^{ab}	3.90 ^{bc}	35.0 ^{cd}	2.31 ^{b}	0.925 ^{b}	15.0	4.29	0.52
7	12-47	17 March	21 July	27^{a}	5.53 a	3.52 ^{ab}	4.31 ^{a}	42.9 ^{b}	2.23 ^{b}	1.600 ^{b}	16.0	4.21	0.94
8	12-64	17 March	20 June	26^{a}	4.14 ^{de}	2.83 ^{c}	3.38 ^{d}	25.3 ^{f}	1.74 ^{d}	0.425 ^{c}	19.0	4.52	0.64
9	13-29	17 March	29 June	23^{a}	4.36 ^{cd}	3.30 ^{b}	3.81 ^{c}	29.7 ^{e}	2.05 ^{bc}	0.743 ^{bc}	15.0	4.29	0.60
10	14-16	22 March	11 July	37^{a}	4.90 ^{b}	3.35 ^{b}	3.93 ^{bc}	36.3 ^{c}	2.31 ^{b}	0.580 ^{bc}	16.0	4.20	0.58

*: در هر ستون میانگین‌های با حداقل دارای یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

**: میانگین دو سال (۱۳۹۹ و ۱۴۰۰).

* In each column, means with similar letters are not significantly different at 5% probability level.

**: Two years (2020 and 2021) mean.



شکل ۳. شکل میوه ۱۰ هیبرید جدید منتخب متحمل به سرمای دیررس بهاره زردآلو.

Figure 3. Fruit shape of 10 selected new apricot hybrids tolerant to late spring frost.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی در هر دو سال اجرای پروژه، سرمازدگی شدید به صورت طبیعی اتفاق افتاد. از مرحله تورم جوانه و گلدهی (در سال دوم) تا میوه‌های جوان تازه تشکیل شده (در سال اول)، هیبریدها با دماهای بحرانی مصادف شدند تنوع در تاریخ گلدهی در هر دو سال مشاهده شد ولی ژنوتیپ‌ها از نظر زمان گلدهی روند ثابت و مشخصی را نداشتند و به نظر تأخیر در گلدهی به شرایط دمایی قبل از گلدهی و زمان گلدهی برمی‌گردد. در ضمن ارتباط بین زمان گلدهی و میزان تحمل به سرما مشاهده نشد. چهار هیبرید ۷۴-۷، ۴۷-۱۲، ۶۴-۱۲ و ۱۶-۱۴ با میانگین تحمل به سرمای دو ساله بالاتر از ۲۵ درصد می‌توانند در شرایط مصادف‌شدن با سرمای بهاره در مرحله گلدهی عملکرد قابل قبولی را داشته باشند.

سپاسگزاری

از مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود) به خاطر ایجاد تسهیلات و مساعدت در انجام این پژوهش و از سازمان جهاد کشاورزی استان سمنان که در شروع دورگ‌گیری‌ها از پروژه حمایت کردند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Akin, E.B., Karabulut, I., & Topcu, A. (2008). Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chemistry,* 107, 939-948.
2. Anonymous, (2021) Monthly Bulletin of the General Meteorological Department of Semnan Province. From: http://www.semnanweather.ir
3. Asma, B.M., & Ozturk, K. (2005). Analysis of morphological, pomological and yield characteristics of some apricot germplasm in Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution,* 52, 305-313.
4. Balan, V., Tudor, V., Topor, E., Chireceanu, C., Dobrin, I., & Iacomi, B. (2009). Apricot adaptability under the Romanian climatic conditions. *Scientific Papers, USAMV Bucharest,* Series A 2, 445-450.
5. Bartolini, S., Massai, R., Iacona, C., Guerriero, R., & Viti, R. (2019). Forty-year investigations on apricot blooming: Evidences of climate change effects. *Scientia Horticulturae,* 244, 399-405.
6. Bartolini, S., Massai, R., & Viti, R. (2020). The influence of autumn-winter temperatures on endodormancy release and blooming performance of apricot (*Prunus armeniaca* L.) in central Italy based on long-term observations. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology,* 95(6), 794-803.
7. Bassi, D., Andalo, G., & Bartolozzi, F. (1995). Tolerance of apricot to winter temperature fluctuation and spring frost in northern Italy. *Acta Horticulturae*, 384, 315-322.
8. Corrado, G., Forlani, M., Rao, R., & Basile, B. (2021). Diversity and relationships among neglected Apricot (*Prunus armeniaca* L.) landraces using morphological traits and SSR markers: Implications for agro-biodiversity conservation. *Plants,* 10(7), 1341.
9. Dejampour, J. (2001). Determination of temperature requirement in some commercial apricot cultivars in Tabriz. *Seed and Plant Improvement Journal*, 17(1), 12-20. (In Farsi).
10. Dejampour, J. (2013). Evaluation of early spring frost damage in different types of almond and apricot cultivars. *Journal of Horticulture Science*, 27(3), 301-309. (In Farsi).
11. Dumanoglu, H., Erdogan, V., Kesik, A., Dost, S. E., Delialioglu, R. A., Kocabas, Z., & Bakir, M. (2019). Spring late frost resistance of selected wild apricot genotypes (*Prunus armeniaca* L.) from Cappadocia region, Turkey. *Scientia Horticulturae,* 246, 347-353.
12. Fallah-Barzoki, S., Arzani, K., & Bouzari, N. (2021). Preliminary assessment in genetic diversity of mature apricot (*Prunus armeniaca* L.) genotypes grown under Kashan environment conditions. *Acta Horticulture*. 1315, 307-312.
13. Ganji Moghadam, E., & Rahnemoun, H. (2020). Comparison of phenological, morphological and pomological characteristics of six apricot promising genotypes in Khorasan Razavi province. *Journal of Horticultural Science*, 34(3), 505-520. (In Farsi).
14. Ganji Moghadam, E., Dejampour, J., & Zamanipour, M. (2021). Comparison of quantitative and qualitative characteristics of 35 promising hybrids and genotypes of apricot under Khorasan Razavi province conditions. *Journal of Plant Production Research*, 28(3), 61-88. (In Farsi).
15. Hegedús, A., Engel, R., Abrankó, L., Balogh, E. K., Blázovics, A., Hermán, R., & Stefanovits-Bányai, É. (2010). Antioxidant and antiradical capacities in apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits: variations from genotypes, years, and analytical methods. *Journal of Food Science*, 75(9), 722-730.

16. Janatizadeh, A., Fattahi Moghaddam, M. R.., Zamani, Z. A., & Zeraatgar, H. (2011). Investigation of the genetic diversity of apricot varieties and cultivars using RAPD markers and morphological traits. *Iranian Journal of Horticultural Science.* 42(3), 255-265. (In Farsi).
17. Jannatizadeh, A. (2013). *Evaluation of genetic diversity in response to cold stress and changes in the expression of some related genes in apricots*. Ph. D. Thesis. Faculty of Agricultural Science & Engineering Tehran University. Iran. (In Farsi).
18. Jannatizadeh, A., Moghadam, M. F., Zamani, Z., Babalar, M., Abbasi, A., & Abedini, M. (2014). Evaluation of supercooling temperatures in apricot flowers. *Iranian Journal of Horticultural Science,* 45(1), 35-43. (In Farsi).
19. Javaherdeh, M. (2009). Spring frost of apricot and its damages in a 20-year study to select spring frost-resistant germplasms. In: *6th Iranian Horticultural Sciences Congress*, 13 Jul., Gilan University, Rasht , Iran. pp.196. (In Farsi).
20. Karami, F., & Rezaei Nejad, A. H. (2013). Effects of late spring frost on fruit yield and some physiological traits of apricot in Kurdistan province in Iran. *Seed and Plant Production Journal*, 29(1), 1-15. (In Farsi).
21. Kaya, O., & Kose, C. (2019). Cell death point in flower organs of some apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars at subzero temperatures. *Scientia Horticulturae,* 249, 299-305.
22. Kaya, O., Kose, C., Esitken, A., Gecim, T., Donderalp, V., Taskin, S., & Turan, M. (2021). Frost tolerance in apricot (*Prunus armeniaca* L.) receptacle and pistil organs: how is the relationship among amino acids, minerals, and cell death points?. *International Journal of Biometeorology*, 65(12), 2157-2170.
23. Milosevic, T., Milosevic N., Glisic I., & Krska B. (2009). Characteristics of promising apricot (*Prunus armeniaca* L.) genetic resources in Central Serbia based on blossoming period and fruit quality. *Horticultural Science,* 2, 46- 55
24. Mohammadzadeh, S., Bouzari, N., &Abdossi, V. (2013). An evaluation of pomological morphological and genetic characteristics of some cultivars and genotypes of Iranian Apricots. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *44*(2), 179-191, (In Farsi).
25. Molaie, S., Soleimani, A., & Zeinolabedini, M. (2016). Evaluation of quantitative and qualitative traits of some apricot cultivars grown in Zanjan region. *Journal of Horticultural Science,* 30(1), 35-48, (In Farsi).
26. Monstra, F., Fideghelli, C., Grassi, G., Della Strada, G., Pennone, F., Proto, D., & Magliano, V. (1986). Horticultural and technological of canning apricot in south Italy. *Acta Horticulture,* 192, 469-474.
27. Nazemi, Z., Zeinolabedini, M., Hallajian, M. T., Bouzari, N., Majidian, P., & Ebrahimi, M. A. (2016). Assessment of Iranian apricot cultivars resistant, susceptible and mutant to late spring frost. *Journal of Plant Molecular Breeding*, 4(2), 9-16.
28. Nekounam, F., Fattahi Moghaddam, M., & Zamani, Z. (2018). Evaluation of chilling and heat requirements of flower buds in three commercial apricot cultivars by using different models. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *49*(1), 25-36, (In Farsi).
29. Nesheva, M., & Bozhkova, V. (2021). Spring frost damages of plum and apricot cultivars grown in the region of Plovdiv Bulgaria. *Horticulture*, 65(1), 194-197.
30. Piri, S., Gholami, R., piri, S., Mehri, S., & Einizadeh, S. (2017). Analysis of pomological and chemical attributes of apricot (*Prunus armeniaca* L.) genotypes selected from Khalkhal region. *Journal of Crop Production and Processing*, 7(2), 117-131, (In Farsi).
31. Rahnemoun, H., Dejampour, J., & Hajilou, J. (2015). Yielding characteristics of six promising apricot genotypes. *Seed and Plant Production Journal*, 31(2), 145-159, (In Farsi).
32. Ruiz, D., & Egea, J. (2007). Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in apricot (*Prunus armeniaca* L.) germplasm. *Euphytica,* 163, 143-158.
33. Szalay, L., Bakos, J., Tósaki, Á., Keleta, B. T., Froemel-Hajnal, V., & Karsai, I. (2021). A 15-year long assessment of cold hardiness of apricot flower buds and flowers during the blooming period. *Scientia Horticulturae*, 290, 110520.
34. Zohner, C. M., Mo, L., Renner, S. S., Svenning, J. C., Vitasse, Y., Benito, B. M., & Crowther, T. W. (2020). Late-spring frost risk between 1959 and 2017 decreased in North America but increased in Europe and Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(22), 12192-12200.