بررسی تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری ویژگی‌های فیزیولوژیکی و فنولوژیکی برخی ارقام و ژنوتیپ‌های زردآلو (*Prunus armeniaca* L.)

صدیق ابراهیمی[۱]، عبدالحسین رضایی نژاد[۲،*]، احمد اسماعیلی[۳] و فرهاد کرمی[٤]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
٤- مربی، مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع طبیعی، کردستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۲٦ – تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۵/۰۲)

چکیده

بررسی تنوع ژنتیکی زردآلو، موجب افزایش شناخت نسبت به این گیاه شده و امکان انتخاب ژنوتیپ‌های مرغوب‌تر را برای توسعه کشت و کار فراهم می‌نماید. در این پژوهش، تنوع ژنتیکی ۲٦ رقم و ژنوتیپ زردآلوی موجود در کلکسیون ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی کردستان با استفاده از ارزیابی ویژگی‌های فنولوژیکی و فیزیولوژیکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ژنوتیپ بر ویژگی‌هایی مانند شروع گل‌دهی، طول دوره‌ی گل‌دهی، محتوای نسبی آب، میزان نشت یونی، پرولین و پتاسیم بافت مادگی گل، میزان خسارت سرمازدگی بهاره به گل، زمان برداشت، میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و اسیدیته میوه‌ها، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از نظر این ویژگی‌ها حاکی از وجود تنوع بالا در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. تاریخ باز شدن ۹۰ درصد گل‌ها دارای کمترین میزان توارث‌پذیری (۲۸/۵ درصد) بود که نشان می‌دهد این ویژگی به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. بیشترین میزان توارث‌پذیری در بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده مربوط به عملکرد، مواد جامد محلول، دوره برداشت میوه و یکنواخت رسیدن میوه با توارث حدود ۹۹ درصد بود که حاکی از تاثیرپذیری بسیار کم این ویژگی‌ها از عوامل محیطی می‌باشد.

واژگان کلیدی: پتاسیم، پرولین، تنوع ژنتیکی، دامنه تغییرات، زردآلو

* نویسنده مسئول، آدرس پست الکترونیکی: **rezaeinejad.h@lu.ac.ir**

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

مقدمه

زردآلو به عنوان یکی از درختان میوه مناطق معتدله در بسیاری از نقاط ایران کشت و کار می‌شود. مناطق عمده کشت زردآلو در ایران شامل استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، سمنان، تهران، یزد، کرمان، زنجان و خراسان رضوی می‌باشد. ایران بعد از ترکیه، مقام دوم را در تولید زردآلو در جهان به خود اختصاص داده است (Anonymus, 2011). بسیاری از پژوهش‌گران معتقد به اصلاح از طریق ویژگی‌های فیزیولوژیکی هستند. میزان مواد جامد محلول میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH میوه و هم‌چنین محتوای نسبی آب بافت مادگی مهم‌ترین و شاخص‌های فیزیولوژیکی می‌باشند. در این راستا ویژگی محتوای نسبی آب بافت مادگی یکی از مناسب‌ترین معیارهای انتخاب می‌باشد. مقادیر بالاتر این ویژگی به مفهوم این است که گیاه توانسته روابط آبی خود را در شرایط نامساعد محیطی بهبود بخشد. از سوی دیگر به دلیل سهولت، سرعت و دقت اندازه‌گیری می‌توان از آن به عنوان یک معیار انتخاب مناسب در برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد. رویز و اجیا (۲۰۰۸b) گزارش کردند که درصد مواد جامد محلول در کیفیت میوه بسیار مهم است و بر شیرینی و طعم میوه تاثیر می‌گذارد و زردآلوهای با درصد مواد جامد محلول بیشتر از ۱۲ بریکس دارای کیفیت عالی هستند. اسید و قندها در میوه زردآلو ابزار قدرت‌مندی برای ارزیابی بلوغ و کیفیت میوه هستند (Dolenc-Sturm *et al.*, 1999). تعیین فنولوژی گل‌دهی و عادت باردهی ارقام مختلف به‌ویژه نیاز گرده‌افشانی ارقام، جهت انتخاب بهترین گرده‌زا و رسیدن به محصول بالای اقتصادی در شرایط آب و هوایی ایران اهمیت دارد. مقایسه گل‌دهی درختان میوه در موقعیت‌های محیطی متفاوت می‌تواند اثرات ناشناخته محیطی را روی فرآیند گل‌دهی مشخص کند (Ansari and Davarynejad, 2008). از آنجایی که جهت‌های مختلف شاخه‌های درخت از نظر موقعیت جغرافیایی ممکن است محتوای متفاوتی از پارامترهای هوایی مانند دما، تشعشع خورشیدی، رطوبت نسبی و... را دریافت کنند، احتمالاً بین جهات مختلف و در ساعات متفاوت ممکن است تفاوت‌هایی از نظر دوره گل‌دهی و میکروفنولوژی گل‌ها دیده شود (Davarynejad *et al.*, 2008). در گل‌دهی تعیین تاریخ شروع گل‌دهی، تمام گل و خاتمه گل‌دهی حائز اهمیت می‌باشد. اصطلاح فنولوژی به مطالعه پیشرفت مراحل مجزای فیزیولوژیکی در چرخه سالانه گفته می‌شود که بر طبق یک توالی از قبل تعیین شده ژنتیکی تحت تاثیر عوامل آب و هوایی آشکار می‌شوند. باز شدن جوانه‌های گل بسته به درجه حرارت‌های غالب و گونه درخت ممکن است از چند ساعت تا چند روز طول بکشد. بعد از گل‌دهی و انجام گرده‌افشانی، ریزش گلبرگ رخ می‌دهد و با فرآیندهای طویل‌شدن تخمدان و تشکیل میوه تداوم می‌یابد (فریدونی و همکاران، ۱۳۹۰). گل‌های درختان زردآلو زود شکوفا هستند و در بیشتر مناطق پرورش در معرض آسیب سرمای بهاره قرار دارند. زردآلو دارای نیاز سرمائی کم می‌باشد و به‌طور کلی در گیاهان با نیاز سرمایی کم، ممکن است جریان شیره‌ی گیاهی در شرایط با دمای بی‌ثبات زودتر آغاز شود که منتج به خسارت سرمای بهاره شود. شکوفه‌های زردآلو درشت، تک گل و دارای دنباله دراز هستند و به رنگ سفید متمایل به قرمز هستند. زردآلو دارای گل‌های دوجنسه است و در آن خودناسازگاری شدید دیده می‌شود (Asma *et al.*, 2007).

ذخایر توارث گیاهی به‌عنوان زیربنای تحقیقات در امر به‌نژادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند و حفاظت و حراست از آنها از دیدگاه ملی و بین‌المللی بسیار ارزشمند می‌باشد. تنوع ژنتیکی وسیع زردآلو به‌علت هتروزیگوسیتی بالای ناشی از تداوم تکثیر جنسی این محصول در کشور، شرایط را فراهم کرده است که ایران از یک ژرپلاسم مطلوب زردآلوی بومی و تنوع بالا برخوردار باشد. این تنوع به ما امکان انتخاب ارقام پرمحصول و سازگار با آب‌وهوای مناطق مختلف را می‌دهد. در به‌نژادی و تولید ارقام پر محصول، دسترسی به تنوع ژنتیکی،

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

اطلاع از ساختار ژنتیکی و نحوه توارث ویژگی ها ضروری است تا با بهره‌برداری صحیح از این تنوع بتوان ارقام جدید با ویژگی‌های مورد نظر را تولید نمود. با ارزیابی ژنوتیپ‌ها و شناسایی ژنوتیپ‌های پرمحصول، امکان تعیین پارامترهای ژنتیکی و توارث‌پذیری ویژگی-های متفاوت فراهم می‌گردد (Asma *et al.*, 2007). اولین گام در شناسایی توده‌های محلی، شناسایی خصوصیات مورفولوژیکی و فنولوژیکی آنها است، زیرا این ویژگی‌ها به راحتی قابل اندازه‌گیری بوده و کاربرد عملی فراوانی دارند (Rotondi *et al.*, 2003).

در پژوهشی به ارزیابی زردآلوهای تونس جهت انتخاب ارقام بهتر برای کارهای اصلاحی بعدی پرداخته شد که هدف ایجاد ارقام خودسازگار با کیفیت میوه بالا و مقاوم به بیماری‌ها بود. نتایج این پژوهش نشان داد که تفاوت معنی‌داری در بین کالتیوارها وجود داشت (Lachkar and Messaoud, 2012). در پژوهشی دیگر به ارزیابی ۱۹ ژنوتیپ از مقدونیه با استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیکی پرداخته شد و نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های زردآلوی مورد ارزیابی از لحاظ میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و قندهای محلول بسیار متفاوت بودند (Mratinic *et al.*, 2011). همچنین گزارش شده است که تنوع فنوتیپی زیادی برای اندازه میوه و عوامل فیزیولوژی وابسته برای سازگاری با شرایط محیط ازجمله فصل گل-دهی و عملکرد بالقوه تعدادی از جوانه‌ها، گل‌ها و میوه در طول دوره میوه‌دهی وجود دارد (Perez-Gonzales, 1992). جنتی‌زاده و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیکی، ارقام و ژنوتیپ‌های زردآلوی ایرانی را مورد ارزیابی قرار دادند. در بررسی ضریب تنوع ویژگی‌ها، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، وزن مغز دانه، وزن گوشت میوه و وزن میوه دارای مقادیر بالایی بودند. در پژوهشی دیگر با استفاده از ویژگی‌های فنولوژیکی و کیفی میوه به ارزیابی ۱۴ ژنوتیپ انتخاب شده از بین ۱۲۱۰ درخت پیوندی بر روی زردآلوهای مرکز صربستان پرداخته شد که هدف انتخاب والدین مناسب برای برنامه‌های اصلاحی بر مبنای طول دوره گل-دهی و کیفیت میوه بود. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ گل‌دهی، مواد جامد محلول، اسیدیته و وزن میوه بسیار متفاوت بودند (Milosevic and Milosevic, 2010).

در پژوهش حاضر برخی ارقام و ژنوتیپ‌های زردآلو (جدول ۱) در شرایط آب و هوایی کردستان جهت بررسی و ارزیابی وراثت‌پذیری و تنوع ژنتیکی بر اساس ویژگی‌های فیزیولوژیکی و فنولوژیکی مورد بررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در باغ زردآلوی ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی گریزه سنندج بر روی ۲۶ ژنوتیپ اصلاح شده و بومی زردآلو (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاصله کاشت درختان ۶ × ۴ متر و در هر واحد آزمایشی (کرت) سه اصله درخت (مربوط به یک رقم) کشت شده بود. طول هر بلوک ۱۰۰ متر، عرض بلوک‌ها ۱۲ متر و فاصله بین بلوک‌ها هفت متر بود. ویژگی‌های فنولوژیکی عبارت بودند از تاریخ شروع گل‌دهی، تاریخ باز شدن ۱۰ درصد گل‌ها، تاریخ باز شدن ۵۰ درصد گل‌ها، تاریخ باز شدن ۹۰ درصد گل‌ها، طول دوره گل‌دهی، زمان برداشت میوه‌ها، یکنواخت رسیدن میوه‌ها و از ویژگی‌های فیزیولوژیکی مواد جامد محلول (Total Solid Soluble; TSS)، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (Titratable Acidity; TA)، اسیدیته (pH)، میزان نشت یونی (EC)، محتوی آب نسبی (Relative Water Content; RWC)، میزان پرولین و میزان پتاسیم بافت مادگی گل و میزان خسارت سرمازدگی بهاره اندازه-گیری شدند.

کلیه مشاهدات مربوط به گل، بر روی گل‌های کاملاً رسیده هنگام شکوفایی بساک انجام گرفت. به‌منظور بررسی زمان شروع گل‌دهی، تاریخ باز شدن ۱۰درصد گل‌ها، تاریخ باز شدن ۵۰ درصد گل‌ها، تاریخ باز شدن بیش از ۹۰ درصد گل‌ها و طول دوره گل‌دهی بر روی هر

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

درخت، ٤ شاخه یکساله و همسان در جهات مختلف جغرافیایی و در ارتفاع یکسان از سطح زمین (۱/۵ متر) انتخاب و بر روی آن‌ها محاسبات مربوطه انجام گرفت. زمان بلوغ (برداشت) میوه هنگامی درنظر گرفته شد که ۵۰ درصد میوه‌های رسیده قابل مشاهده بودند. میوه‌ها از نظر یکنواخت رسیدن براساس دیسکریپتور بین المللی (IPGRI) به دو دسته (۱- غیر یکنواخت، ۲- یکنواخت) تقسیم و گروه‌بندی شدند (Guerriero *et al.*, 2006). مواد جامد محلول با استفاده از رفراکتومتر دستی (Refractometer, Atago, Japan) اندازه‌گیری شد. برای تعیین اسیدیته قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون عصاره با سود ۰/۱ نرمال (AOAC, 1984) و برای اندازه‌گیری pH عصاره میوه از روش پتانسیومتر (pH متر) استفاده شد.

محتوای نسبی آب بافت مادگی از روش ریچی و همکاران محاسبه شد (Ritchie *et al.*, 1990). برای این منظور در هر تکرار تعداد ۲۰ نمونه بافت مادگی گل وزن و به مدت هشت ساعت درون آب مقطر در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس سطح نمونه‌ها به آرامی خشک شده و وزن تورژسانس آنها تعیین شد. سپس نمونه‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند و وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد و با استفاده از رابطه زیر محتوی نسبی آب بافت مادگی گل (RWC) برای هر رقم محاسبه گردید:

$$\% \text{ RWC} = \frac{\text{وزن خشک (g)} - \text{وزن تر (g)}}{\text{وزن خشک (g)} - \text{وزن تورژسانس(g)}} \times 100$$

برای محاسبه میزان نشت یونی از بافت مادگی میزان نیم گرم از بافت مادگی را وزن کرده و مقدار ۵۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و به مدت ٢٤ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار داده شد و سپس هدایت هیدرولیکی محلول با EC متر اندازه گیری شد (EC_1) . سپس نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در دمایی ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد در داخل اتوکلاو قرار داده و بعد از گذشت ۱۲ ساعت پس از اتوکلاو کردن هدایت هیدرولیکی محلول اندازه‌گیری شد (EC_2) و سپس با استفاده از فرمول زیر میزان نشت یونی محاسبه شد (Pyrayiovatlov *et al.*, 2008).

$$\text{درصد نشت یونی (REL \%)} = \frac{EC_1}{EC_2} \times 100$$

جدول ۱- نام ژنوتیپ‌های زردآلو و منشاء آن‌ها

Table 1. List of apricot genotypes and their origin

کد ژنوتیپ Genotype code	نام ژنوتیپ Genotype name	محل شناسایی و جمع‌آوری Origin		کد ژنوتیپ Genotype code	نام ژنوتیپ Genotype name	محل شناسایی و جمع آوری Origin	
1	Canino	Tabriz - Sahand	تبریز – سهند	14	Jahangiri	Sanandaj-Doushan	سنندج – دوشان
2	Nasiri	Tabriz - Sahand	تبریز – سهند	15	Sefid Marzeh	Sanandaj-Marzeh	سنندج – مزره
3	Ghorban Maragheh	Tabriz - Sahand	تبریز – سهند	16	Abdollahi	Sanandaj - Hasanabad	سنندج – حسن آباد
4	Darasht Malayer	Tabriz - Sahand	تبریز – سهند	17	Malayer	Sanandaj - Hasanabad	سنندج – حسن آباد
5	Ghermeze Shahroud	Tabriz - Sahand	تبریز – سهند	18	Osmani	Sanandaj	سنندج
6	Tilton	Tabriz - Sahand	تبریز – سهند	19	Zoudras Nayser	Sanandaj - Nayser	سنندج – نایسر
7	Royal	Tabriz - Sahand	تبریز – سهند	20	Zoudras Gazneh	Sanandaj - Gazneh	سنندج – گزنه
8	Ebrahimi	Sanandaj - Hasanabad	سنندج – حسن آباد	21	Ghamishlu	Bijar - Ghamishlu	بیجار– قمیشلو
9	Ordobad	Tabriz - Sahand	تبریز – سهند	22	Khorramta 1	Saghez - Khoramta	سقز – خرمتا
10	Azizi	Sanandaj - Hasanabad	سنندج – حسن آباد	23	Khorramta 2	Saghez - Khoramta	سقز – خرمتا
11	Hashtaloui	Sanandaj - Hasanabad	سنندج – حسن آباد	24	Naran	Sanandaj - Naran	سنندج – نران
12	Biglary	Sanandaj - Hasanabad	سنندج – حسن آباد	25	Ghaderi	Sanandaj	سنندج
13	Bidaneh	Sanandaj - Suburb	سنندج – حومه شهر	26	Dolaei	Sanandaj - Nashor	سنندج – نشور

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

پرولین موجود در ۰/۵ گرم از بافت مادگی گل بر اساس روش بیتس و همکاران استخراج و میزان جذب پرولین نمونه‌ها به‌وسیله‌ی اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید. سپس بر اساس منحنی استاندارد میزان غلظت پرولین نمونه‌ها بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تازه محاسبه شد (Bates *et al.*, 1973).

غلظت پتاسیم موجود در بافت مادگی گل به روش هضم اسیدی و با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر قرائت و به‌وسیله منحنی استاندارد غلظت پتاسیم موجود در بافت مادگی محاسبه شد (Hamada and EL-enany, 1994). برای این منظور در هر تکرار به‌طور تصادفی تعداد ۳۰ نمونه مادگی گل در مرحله ریزش گلبرگ‌ها تهیه شد و سپس با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر میزان غلظت یون پتاسیم در نمونه‌ها بر حسب میلی‌گرم در گرم ماده خشک بافت مادگی گل در هر رقم و ژنوتیپ محاسبه گردید.

میزان آسیب وارده به گل‌ها ناشی از سرمای بهاره از نسبت تعداد جوانه‌های آسیب دیده به تعداد کل جوانه‌های گل بر حسب درصد محاسبه شد.

اجزای واریانس محیطی، ژنتیکی و فنوتیپی براساس امید ریاضی میانگین مربعات برآورد گردید. ضریب تنوع فنوتیپی، ضریب تنوع ژنتیکی و توارث‌پذیری عمومی هر ویژگی با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید:

$$V_E = \frac{MSe}{r}, \quad V_P = V_G + V_E \quad H_b = \frac{V_G}{V_P}$$

$$CV_p = \frac{\sqrt{V_P}}{\overline{X}} \times 100$$

$$CV_G = \frac{\sqrt{V_G}}{\overline{X}} \times 100, \quad CV_E = \frac{\sqrt{V_E}}{\overline{X}} \times 100$$

در روابط بالا، V_G واریانس ژنوتیپی، V_E واریانس اشتباه یا محیطی، V_P واریانس فنوتیپی، MSe واریانس اشتباه آزمایش، r تعداد تکرار، CV_p ضریب تغییرات فنوتیپی، CV_G ضریب تغییرات ژنتیکی، CV_E ضریب تغییرات محیطی و $\overline{X}$ میانگین کل برای هر ویژگی می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها برای ویژگی‌های فنولوژیکی و فیزیولوژیکی نشان داد که بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مقایسه از نظر تمام ویژگی‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، ویژگی‌های زمان شروع گل‌دهی، طول دوره گل‌دهی، تاریخ باز شدن ۱۰ درصد ، تاریخ باز شدن ۵۰ درصد و تاریخ باز شدن ۹۰ درصد گل‌ها اختلاف معنی‌دار ($P < ۰/۰۱$) نشان دادند. هم‌چنین اختلاف معنی‌دار ($P < ۰/۰۱$) میان ژنوتیپ‌ها برای طول دوره برداشت میوه، TSS، TA، pH، RWC، EC، میزان پرولین و پتاسیم بافت مادگی گل مشاهده گردید (جدول ۲ و ۳).

مقایسه میانگین ویژگی‌های فنولوژیکی و فیزیولوژیکی به‌ترتیب در جدول ٤ و ٥ نشان داده شده است. براساس مقایسه میانگین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده که با استفاده از آزمون دانکن انجام گردید، ژنوتیپ‌ها از لحاظ میزان مواد جامد محلول در ۱۲ گروه قرار گرفتند که ژنوتیپ‌های اردباد، کانینو و نصیری به ترتیب با ۱۹/۷۷، ۱۹/۷۳ و ۱۹/۰۷ درصد مواد جامد محلول دارای بیشترین مقدار و ژنوتیپ‌های ابراهیمی، بی‌دانه و تیلتون به ترتیب با ۱۱/۵، ۱۲/٦۷ و ۱۳/۱۷ دارای کمترین مقدار مواد جامد محلول بودند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ارقام و ژنوتیپ‌های کلکسیون کردستان تنوع بالایی در میزان مواد جامد محلول (حداکثر ۱۹/۷۷ و حداقل ۱۱/۵) و میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (حداکثر ۲۲/٦ و حداقل ٦/٤۳) دارند. در مقایسه با ارقام مورد بررسی از گروه‌های اکوجغرافیایی اروپایی و زردآلوهای ترکیه تنوع زیادی وجود داشت به‌طوری که میزان مواد جامد محلول در ارقام مورد بررسی توسط بادنز و همکاران (۱۹۹۸) مشابه (حداکثر ۱۸/۷ و حداقل ۹/۳) با پژوهش حاضر و در

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

جدول۲- تجزیه واریانس ویژگی‌های فنولوژیکی مورد بررسی زردآلو

Table 2. Analysis of variance of phenological traits for apricot cultivars

منابع تغییرات SOV		درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean of squares						
			تاریخ اولین گلدهی First flowering	تاریخ ۱۰٪ گلدهی Date of 10% flowering	تاریخ ۵۰٪ گلدهی Date of 50% flowering	تاریخ ۹۰٪ گلدهی Date of 90% flowering	طول دوره گلدهی Flowering period	طول دوره برداشت میوه Fruit harvest period	یکنواخت رسیدن میوه Uniform rippening
بلوک	Block	2	0.244	0.974	3.628	3.321	0.731	0.013	0
ژنوتیپ	Genotype	25	17.465 **	14.072 **	9.127 **	4.648 **	7.346 **	218.08 **	0.762 **
خطا	Error	50	0.137	0.121	0.228	0.281	0.571	1.053	0.0001

ns و **: غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

ns and **: Non significant and significant at 1% probability level, respectively.

جدول۳- تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیولوژیکی مورد بررسی زردآلو

Table 3. Analysis of variance of physiological traits for apricot cultivars

منابع تغییرات SOV		درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean of squares							
			مواد جامد محلول TSS	اسیدیته قابل تیتراسیون TA	pH	محتوای نسبی آب RWC	میزان نشت یونی EC	پرولین Prolin	پتاسیم K^+	خسارت سرمازدگی Frost injury
بلوک	Block	2	0.057	4.713	0.038	21.212	0.440	0.227	0.187	4.902
ژنوتیپ	Genotype	25	16.22 **	69.16 **	0.31 **	80.8 **	2.17 **	4.47 **	18.46 **	63.02 **
خطا	Error	50	0.094	1.511	0.014	25.137	0.229	0.118	0.023	1.025

ns و **: غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

ns and **: Non significant and significant at 1% probability level, respectively.

ارقام مورد بررسی توسط آسما و همکاران (۲۰۰۷) اغلب بالاتر (حداکثر ۲۶/۶ و حداقل ۱۲/۷) از پژوهش حاضر بود. در پژوهش دیگری توسط آسما و اوزتورک (۲۰۰۵) میزان مواد جامد محلول بین ۱۱ ـ ۲۷ بریکس گزارش شد که از میزان مواد جامد محلول بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این پژوهش برخوردار بودند. نتایج مشابهی هم در گزارش مارتینیک و همکاران (۲۰۱۱) (حداکثر ۱۴/۴ و حداقل ۱۱/۷ درجه بریکس) و لاچکار و مساوود (۲۰۱۲) (بین ۱۱/۱ تا ۱۴/۱ بریکس) ارائه شد. هم‌چنین نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش جنتی‌زاده و همکاران (۲۰۱۱) بر روی کلکسیون شاهرود (حداکثر ۲۳ و حداقل ۱۲/۵۳) تقریباً مشابه بود. هم‌چنین نتایج مشابهی توسط ایشاگ و همکاران (۲۰۰۹) به‌دست آمد. رویز و اجیا (۲۰۰۸a) گزارش کردند که درصد مواد جامد محلول در کیفیت میوه بسیار مهم است و بر شیرینی و طعم میوه تاثیر می‌گذارد و زردآلوهای با میزان مواد جامد محلول بیشتر از ۱۲ بریکس دارای کیفیت عالی هستند (Guerrieio *et al.*, 2006). در گزارشی از لیچوو و همکاران (۲۰۰۳) برای میزان مواد جامد محلول زردآلو ۹–۱۸ بریکس گزارش کردند و مشاهده کردند که زردآلوهایی که میزان مواد جامد محلول کمتر از ۱۰/۵ بریکس داشتند از شیرینی کمی برخوردار بودند. ژنوتیپ-ها از لحاظ مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون با دامنه تغییرات ۶/۴۳ تا ۲۲/۶ درصد در ۱۴ گروه قرار گرفتند که ژنوتیپ-های نران با ۲۲/۶ درصد و ژنوتیپ تیلتون ۲۱/۱۷ درصد دارای بیشترین مقدار اسیدیته بودند و ژنوتیپ خرمتا۲ با ۶/۴۳ درصد و ژنوتیپ ملایر با ۷/۲۳ درصد دارای کمترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بودند. میزان TA در ارقام مورد بررسی توسط آسما و همکاران (۲۰۰۷) در حد متوسط (حداکثر ۱۹/۵ و حداقل ۲/۵) و در ارقام مورد بررسی توسط بادنز و همکاران (۱۹۹۸) اغلب متوسط به بالا (حداکثر ۲۸/۶۷ و حداقل ۱۱/۴) و در نتایج

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

جنتی زاده و همکاران (۲۰۱۱) اغلب متوسط (حداکثر ۲۰ و حداقل ۸/٤) بود. میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در ژنوتیپ‌های مقدونیه که توسط مارتینیک و همکاران (۲۰۱۱) بررسی شدند (حداکثر ۱۸/۹ و حداقل ۸/۹) کمتر از مقادیر پژوهش حاضر بود. هم‌چنین از نظر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون ژنوتیپ‌های زردآلوی ترکیه مورد بررسی توسط آسما و اوزتورک (۲۰۰۵) با حداکثر ۱۵/۵ و حداقل ۲ درصد اسیدیته و ژنوتیپ‌های زردآلوی رومانی مورد بررسی توسط توپور و همکاران (۲۰۰٦) با حداکثر ۱۱/۳ و حداقل ٦/٤ درصد اسیدیته از میزان کمتری TA نسبت به ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این پژوهش برخوردار بودند. اما زردآلوهای تونس از میزان TA بیشتری (حداکثر ۳۳/۳ و حداقل ۱۷/۹) برخوردار بودند (Lachkar and Messaoud, 2012). آکین و همکارانش (۲۰۰۸) گزارش کردند که اسید غالب زردآلو اسید مالیک است که به‌طور قابل توجهی بسته به نوع ژنوتیپ می‌تواند متفاوت باشد (Akin *et al.*, 2008). اسید و قندها در میوه زردآلو ابزار قدرتمندی برای ارزیابی بلوغ و کیفیت میوه هستند (Dolenc-Sturm *et al.*, 1999).

از نظر میزان pH ژنوتیپ‌ها در ۱۲ گروه قرار گرفتند که ژنوتیپ‌های خرمتا۲، کانینو و رویال به‌ترتیب با ٤/٥۲، ٤/٤۹۷ و ٤/٤۹۷ دارای بیشترین میزان pH و در گروه یک قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های نران، بیگلری و عبدالهی به‌ترتیب با ۳/٥۷۳، ۳/٥۹ و ۳/٦ دارای کمترین میزان pH در بین ژنوتیپ‌های مورد مقایسه بودند. مقادیر pH در ارقام مورد بررسی توسط آسما و همکاران (۲۰۰۷) تنوع کمتری (حداکثر ۳/۹ و حداقل ۳/۳) نسبت به مقادیر بدست آمده در این پژوهش (حداکثر ٤/٥۲ و حداقل ۳/٥۷) داشتند، اما ارقام مورد بررسی توسط جنتی‌زاده و همکاران (۲۰۱۱) که در محدوده ۳ تا ٦ قرار داشتند، تنوع بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های پژوهش حاضر داشتند. هم‌چنین نتایج مارتینیک و همکاران (۲۰۱۱) با pH بین ۳/۹ تا ٤/٦ با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. هم‌چنین مقادیر مشابهی توسط میلوسویک و همکاران (۲۰۱۲) با pH حداقل ٤/۰۲ و حداکثر ٤/۲۹ گزارش شده است.

ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی از لحاظ میزان محتوای نسبی بافت مادگی در ٦ گروه قرار گرفتند و دامنه تغییرات از ۹۱/٦۷ برای ژنوتیپ درشت ملایر تا ۷۹/۸٤ برای ژنوتیپ زودرس گزنه متغیر بود. هم‌چنین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی از نظر میزان نشت یونی از بافت مادگی در ۱٥ گروه جای گرفتند که ژنوتیپ کانینو با ۱۳/۳۲ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد و در گروه یک قرار گرفت و در نقطه مقابل آن ژنوتیپ قربان مراغه با ۱۰/۳۲ کمترین مقدار را به خود اختصاص داد و در گروه آخر قرار گرفت. یامادا و همکاران (۲۰۰٤) در آزمایشی که بر روی گیاه چمن به‌منظور اندازه‌گیری نشت یونی تحت تنش سرما انجام دادند، نتیجه گرفتند گیاهان با نشت یونی بالا، حساس به تنش سرما می‌باشند. در این پژوهش هم ژنوتیپ‌هایی که میزان نشت یونی بالاتری داشتند نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر نسبت به سرمای بهاره حساس‌تر بودند و میزان خسارت بیشتری در آن‌ها مشاهده شد. تحت تنش سرما در ارقام بهاره، غشای سلولی تخریب شده، در نتیجه محتویات سلولی به بیرون تراوش نموده و هدایت الکتریکی محیط را افزایش می‌دهد، بدین ترتیب با افزایش نشت یونی، حساسیت رقم به تنش سرما نیز بیشتر می‌شود. هم‌چنین نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش پیرایواتلو و همکاران (۲۰۰۸) که گزارش کردند افزایش میزان نشت یونی در ارقام حساس بیشتر از ارقام مقاوم است، مطابقت داشت.

از نظر میزان پرولین بافت مادگی گل‌ها، ژنوتیپ‌ها در ۱۱ گروه مجزا قرار گرفتند که ژنوتیپ قرمز شاهرود با ٦/۱۷٤ میلی‌گرم در هر گرم از وزن تر بافت مادگی و بعد از آن زودرس نایسر و کانینو به‌ترتیب با ٥/۹٥۸ و ٥/٦۱٤ میلی‌گرم در هر گرم از وزن تر بافت مادگی دارای بیشترین میزان پرولین بافت مادگی بودند. ژنوتیپ زودرس گزنه با ۱/٦۰۲ میلی‌گرم در هر گرم از وزن تر بافت مادگی دارای کمترین میزان پرولین بین ژنوتیپ‌های

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

مورد بررسی بود. ژنوتیپ‌ها از نظر میزان پتاسیم بافت مادگی گل‌ها در ١٤ گروه قرار گرفتند که ژنوتیپ‌های تیلتون و دولایی به‌ترتیب با ٣٧/٥٦ و ٣٧/٤٤ میلی‌گرم در هر گرم وزن خشک بافت مادگی دارای بیشترین میزان و در گروه یک قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های نصیری و کانینو به ترتیب با ٢٨/٣٧ و ٢٨/٤٩ میلی‌گرم در هر گرم وزن خشک بافت مادگی دارای کمترین میزان پتاسیم و در گروه آخر قرار گرفتند. پرولین و پتاسیم از تنظیم کننده‌های اسمزی سازگاری هستند که در شرایط تنش تولید شده و بدون دخالت در عمل آنزیم‌ها با کاهش پتانسیل آب، نقطه انجماد و هم‌چنین پتانسیل آب داخل سلول را کاهش داده و از خروج آب از سلول جلوگیری می‌کنند، لذا در افزایش مقاومت به سرما که یکی از مشکلات اساسی زردآلو است می‌توانند مؤثر باشند. قبلاً تاثیر پرولین در افزایش مقاومت ژنوتیپ‌های مقاوم به سرما در برخی گیاهان مانند پسته، چمن معمولی، تنباکو و آرابیدوپسیس اروپایی (*Arabidobsis thaliana*) گزارش شده است (Nanjoa *et al.*, 1998; Konstantinova *et al.*, 2002) ولی تاکنون مطالعه‌ای موردی بر روی زردآلو در این خصوص صورت نگرفته است. بنابراین استفاده از ارقام با پتاسیم و پرولین بیشتر در برنامه‌های اصلاحی ممکن است تا حدودی حساسیت ارقام به سرمای دیررس بهاره را کاهش بدهد.

ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر درصد سرمازدگی گل‌ها ناشی از سرمای زودرس بهاره اختلاف معنی‌داری باهم داشتند که بیشترین میزان خسارت مربوط به مرحله تمام گل بود (جدول ٥). ژنوتیپ‌های ملایر، خرمتا١ و درشت ملایر به‌ترتیب با ٢٤/٥٨، ٢٤/٥٤ و ٢٤/٣١ درصد دارای میزان بیشتری از آسیب وارد شده به گل‌ها بودند که البته بین این ژنوتیپ‌ها از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. از طرفی ژنوتیپ زودرس گزنه با ٩/٠٦ درصد از کمترین میزان آسیب سرمازدگی به گل‌ها برخوردار بود و بعد از آن ژنوتیپ‌های بیگلری و تیلتون به‌ترتیب با ٩/٧٣ و ٩/٨٨ درصد سرمازدگی نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر مقاوم‌تر بودند. نتایج این پژوهش نشان داد که ژنوتیپ‌های مقاوم‌تر به سرما از میزان پتاسیم، پرولین و میزان نشت یونی بالاتری نسبت به ژنوتیپ‌های حساس برخوردار بودند. از طرفی اندازه‌گیری ترکیبات نشان داده است قند محلول، نشاسته و پرولین در ارقام دیررس زردآلو بیشتر از ارقام زودرس و میان‌رس می‌باشد، که می‌تواند یکی از دلایل مقاومت آن‌ها به سرمای زمستان و سرمای دیررس بهاره باشد.

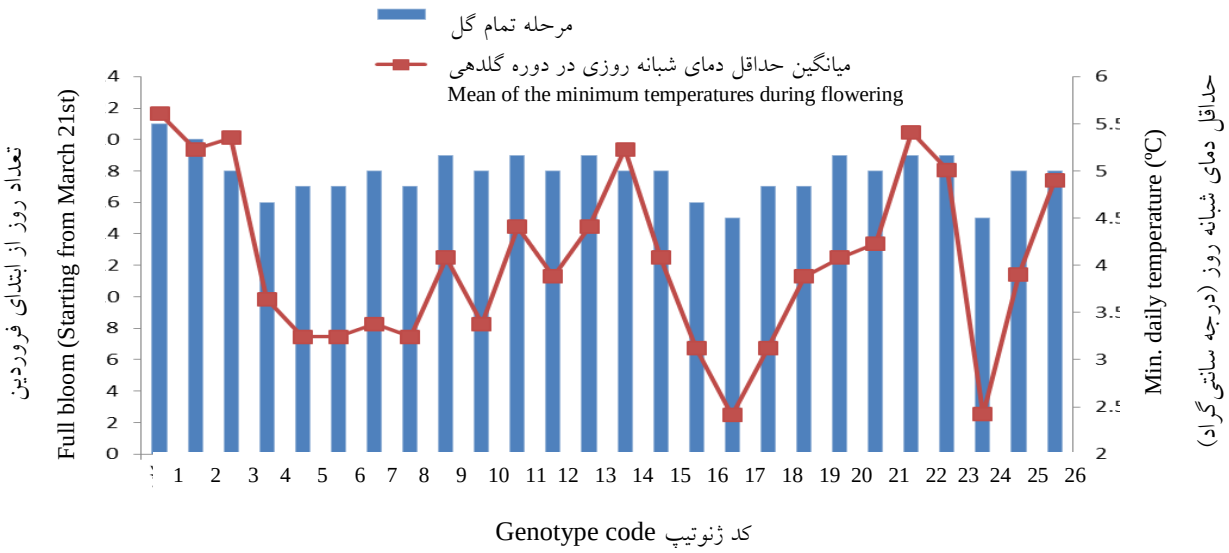
ژنوتیپ ملایر با میانگین ٧ روز و بعد از آن ژنوتیپ نران با میانگین ٧/٦٦ روز بعد از اول فروردین زودگل‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند و ژنوتیپ خرمتا١ با میانگین ١٥ روز و بعد از آن ژنوتیپ‌های کانینو، نصیری و قربان مراغه با میانگین ١٤/٣٣ روز بعد از اول فروردین جزء دیرگل‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. در پژوهش آسما و همکاران (٢٠٠٧) اختلاف شروع گل‌دهی در زردآلوهای ترکیه فقط ٥ روز و در گزارشی از میلوسویک و همکاران (٢٠١٠) دامنه اختلاف شروع گل‌دهی ٧ روز بود که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. در پژوهش حاضر دامنه‌ی شروع گل‌دهی در بین ژنوتیپ‌ها از تاریخ ٧ فروردین تا ١٥ فرودین متغیر بود که فاصله اختلاف شروع گل‌دهی تنها ٨ روز بود. تاخیر در گل‌دهی به‌عنوان فاکتور مهمی برای محافظت از سرمای دیررس بهاره در اقلیم‌های با احتمال وجود سرمای بهاره در بادام به شمار می‌رود (Guleryuz, 1988) اما در ارقام زردآلو دامنه تاریخ گل‌دهی کوتاه بوده و ارقام دیرگل کم‌بارده می‌باشند. براساس نتایج باسی و همکاران (Bassi *et al.*, 1995) مقاومت به سرمای بهاره ارتباطی با دیرگل‌دهی نداشت به‌طوری که ارقام پرمحصول‌تر در بین ارقام زودگل‌ده قرار داشتند. بنابراین زودگل‌دهی در زردآلو نمی‌تواند معیار مناسبی برای مقابله با سرمای بهاره باشد اما طول دوره گل‌دهی بیشتر به عبارتی طولانی بودن مدت زمان شروع گل‌دهی تا مرحله تمام گل می‌تواند عاملی جهت فرار از سرمای بهاره باشد.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

طبق نتایج این پژوهش طول دوره‌ی گل‌دهی بین ٦/٣٣ تا ١٢ روز بود که ژنوتیپ‌های رویال با میانگین ١٢ روز دارای بیش‌ترین طول دوره‌ی گل‌دهی بود و از عملکرد بالایی برخوردار بود و ژنوتیپ‌های قربان مراغه با ٦/٣٣ و نصیری و دولایی با ٧ روز دارای کمترین طول دوره گل-دهی بودند و از طرفی ژنوتیپ‌های نصیری و دولایی از عملکرد پایینی برخوردار بودند. این نتایج با نتایج پرزگنزالز (١٩٩٢) مطابقت دارد. میلوسویک و همکاران (٢٠١٠) طول دوره گل‌دهی برای زردآلوهای مرکز صربستان را ١٢-١٤ روز گزارش کردند که این نتایج نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در پژوهش حاضر دارای طول دوره‌ی گل‌دهی متنوع‌تری نسبت به زردآلوهای مرکز صربستان هستند. بررسی‌های صورت گرفته روی ارقام زردآلو در ایران نشان داده است که این ارقام دارای تنوع ژنتیکی فراوانی هستند که باعث مقاومت تعدادی از آنها به تنش‌های محیطی خصوصاً مقاومت به سرما می‌شود. تفاوت در طول دوره گل‌دهی در ژرپلاسم-ها در شرایط جغرافیایی یکسان می‌تواند به‌دلیل نیازهای دمایی آن‌ها باشد (Asma and Ozturk, 2005).

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها تنوع بسیار زیادی در بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ طول دوره برداشت میوه وجود داشت که ژنوتیپ هشتالویی با میانگین ١٠٩/٧ روز طول دوره تا برداشت میوه از اول فروردین دارای طولانی‌ترین دوره برداشت میوه و ژنوتیپ زودرس نایسر با ٨٢/٣٣ روز دارای کمترین مدت زمان برداشت میوه بود. طبق نتایج بدست آمده از این پژوهش امکان انتخاب ارقام و ژنوتیپ‌ها با دوره رسیدن متفاوت و بکارگیری آنها در برنامه‌های اصلاحی وجود دارد. نتایج مشابهی توسط میلوسویک و همکاران (٢٠١٠) با حداکثر ١٠٣ روز و حداقل ٩٥ روز طول دوره برداشت میوه برای زردآلوهای مرکز صربستان گزارش شده است. هم‌چنین نتایج مشابهی توسط آسما و همکاران (٢٠٠٧) با حداکثر ١١٢ روز و حداقل ٨٧ روز طول دوره برداشت گزارش شده است.

برطبق نتایج این پژوهش، محتویات شیمیایی، درصد ماده خشک میوه، مواد جامد محلول و میزان اسیدیته قابل تیتراسیون از بیش‌ترین تنوع موجود در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی برخوردار بودند که با گزارش آکین و همکاران (٢٠٠٨) مطابقت داشت.



شکل ١- تغییرات حداقل دمای شبانه روزی در مرحله تمام گل ژنوتیپ‌های زردآلو در فروردین ١٣٩١
Figure 1. Variation in minimum daily temperature corresponding to time of full bloom of apricot cultivars in March and April 2012

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

جدول٤- مقایسه میانگین ویژگی‌های فنولوژیکی ژنوتیپ‌های زردآلو

Table 4. Mean comparison for phenological traits of apricot cultivars

کد ژنوتیپ Genotype code	میانگین ویژگی Traits means																	
	تاریخ اولین گلدهی (روز) Date of first flowering (day)		تاریخ ۱۰ درصد گلدهی (روز) Date of 10% flowering (day)		تاریخ ۵۰ درصد گلدهی (روز) Date of 50% flowering (day)		تاریخ ۹۰ درصد گلدهی (روز) Date of 90% flowering (day)		طول دوره گلدهی (روز) Flowering period (day)		طول دوره برداشت میوه (روز) Fruit harvesting period (day)		یکنواخت رسیدن میوه Uniform rippening	
1	14.33	b	16.00	b	17.66	a	20.67	a	8.00	fgh	108.7	ab	2	
2	14.33	b	16.66	a	17.66	a	20.00	ab	7.00	ghi	101.3	e	1	
3	14.33	b	15.00	cd	17.33	ab	18.67	def	6.33	i	101.3	e	1	
4	11.00	e	12.33	hi	14.66	efg	16.67	h	8.00	fgh	88.67	i	2	
5	9.66	f	14.33	def	16.66	bcd	18.00	efg	10.3	c	92.33	h	1	
6	10.00	f	14.00	efg	15.66	de	17.67	fg	9.66	cde	97.67	g	1	
7	8.33	gh	13.66	fg	15.33	def	18.33	defg	12.0	a	83.33	k	2	
8	10.00	f	13.00	gh	15.33	def	17.67	fg	9.66	cde	92.67	h	2	
9	12.00	d	14.66	cde	17.00	abc	19.33	bcd	9.66	cde	105.0	d	2	
10	8.00	hi	10.00	j	14.66	efg	17.67	fg	11.67	ab	98.33	g	2	
11	13.67	bc	16.00	b	17.66	a	19.00	cde	7.33	fghi	109.7	a	2	
12	12.00	d	14.33	def	16.33	cde	18.33	defg	8.33	efg	98.33	g	1	
13	13.33	c	15.33	bc	17.66	a	19.33	bcd	8.00	fgh	93.67	h	2	
14	14.00	bc	15.00	cd	16.33	cde	18.67	def	7.33	fghi	98.67	fg	1	
15	12.00	d	14.66	cde	16.33	cde	18.33	defg	8.00	def	100.3	fg	1	
16	8.66	g	10.00	j	13.00	g	16.67	h	7.33	cd	87.67	ij	2	
17	7.00	j	8.00	k	10.00	h	15.67	i	8.66	bc	106.7	cd	2	
18	9.66	f	11.66	i	15.00	efg	17.67	fg	10.0	cd	107.3	bc	2	
19	12.00	d	13.33	gh	15.33	def	17.33	gh	7.66	fghi	82.33	k	2	
20	12.00	d	13.00	gh	15.33	def	18.67	def	8.66	def	83.00	k	2	
21	13.67	bc	15.00	cd	16.33	cde	18.33	defg	6.66	hi	106.7	cd	2	
22	15.00	a	16.00	b	17.66	a	19.67	bc	6.66	hi	102.0	e	1	
23	14.00	bc	15.00	cd	16.66	bcd	19.33	bcd	7.33	fghi	109.3	a	1	
24	7.66	i	10.33	j	13.33	fg	15.33	i	9.66	cde	98.67	fg	1	
25	12.00	d	14.33	def	16.33	cde	18.67	def	8.66	def	86.67	j	2	
26	14.00	bc	15.00	cd	16.33	cde	19.00	cde	7.00	ghi	92.00	h	1	

وجود حداقل یک حرف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها است. یکنواخت رسیدن میوه: ۱- غیر یکنواخت و ۲- یکنواخت.

Similar letters in each column show no significant difference at 5 % probability level. Uniform ripening: 1- non-uniform and 2- uniform.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]

[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

جدول۵- مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های زردآلو

Table 5. Mean comparison for physiological traits of apricot cultivars

کد ژنوتیپ Genotype code	مواد جامد محلول (بریکس) TSS (Brix)	اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد) TA (%)	pH	محتوای نسبی آب (درصد) RWC (%)	میزان نشت یونی (میلی گرم در لیتر) EC ($mg.L^{-1}$)	پرولین (میلی گرم در گرم وزن تر بافت مادگی) Proline ($mg.g.FW^{-1}$)	پتاسیم (میلی گرم در گرم وزن خشک بافت مادگی) K^+ ($mg.g.DW^{-1}$)	خسارت سرمازدگی (درصد) Frost injury (%)
1	19.73 a	8.76 lm	4.49 a	87.06 abc	13.32 a	5.61 ab	28.49 n	16.7 de
2	19.07 b	7.5 mn	4.29 bc	89.27 abc	11.83 efghi	3.59 efg	28.37 n	19.59 bc
3	16.47 f	12.5 ij	4.17 cde	83.06 abcdef	10.32 o	4.39 cd	31.15 k	18.32 cd
4	13.50 ij	13.73 hi	4.01 efg	91.67 a	11.42 fghklm	2.77 hij	34.37 e	24.31 a
5	14.47 h	16.83 efg	3.75 ijkl	88.88 abc	12.88 abc	6.17 a	31.10 k	15.02 e
6	13.17 jk	21.17 ab	3.62 l	85.11 abcd	13.15 ab	4.69 c	37.56 a	9.88 gh
7	15.27 g	17.67 def	3.89 ghij	76.44 def	12.26 cdef	2.29 j	33.18 h	12.52 f
8	11.50 l	16.17 fg	3.71 jkl	85.78 abcd	11.68 efghij	3.11 ghi	32.88 i	12.25 f
9	19.77 a	9.33 klm	4.48 ab	86.9 abc	11.61 efghijk	4.51 cd	32.89 i	21.39 b
10	14.20 h	11.17 jk	3.95 fgh	80.77 bcdef	12.47 abcd	2.20 j	33.40 gh	20.43 b
11	17.90 cd	9.83 kl	4.16 cde	73.24 f	11.12 hijklmno	3.44 efg	33.45 g	16.75 de
12	14.20 h	17.17 efg	3.59 l	81.28 bcdef	10.66 lmno	4.72 c	34.58 de	9.727 gh
13	12.67 k	17.50 defg	3.74 ijkl	91.57 a	10.49 mno	2.53 ij	33.33 gh	13.06 f
14	13.50 ij	20.83 abc	3.67 kl	81.32 bcdef	10.43 no	3.29 fgh	33.18 gh	13.06 f
15	13.33 j	19.5 bcd	3.66 l	79.33 cdef	11.31 ghijklmn	2.80 hij	34.57 de	15.88 e
16	13.60 ij	20.5 abc	3.6 l	73.81 ef	10.92 ijklmno	3.92 def	29.76 l	16.54 de
17	17.80 d	7.23 mn	4.49 a	83.23 abcde	11.26 ghijklmn	5.49 b	36.49 b	24.58 a
18	16.50 f	15.23 gh	3.66 kl	80.09 cdef	11.62 efghijk	4.86 c	33.95 f	12.96 f
19	14 hi	18.67 cde	3.85 ghjk	79.88 cdef	12.43 bcde	5.95 ab	35.06 c	11.40 fg
20	15.20 g	17.33 defg	3.76 hijkl	79.84 cdef	12.14 cdefg	1.60 k	34.74 d	9.06 h
21	17.17 e	10.10 kl	4.25 cd	76.44 cdef	11.91 defgh	3.06 ghi	28.91 m	15.88 e
22	16.43 f	16.17 fg	4.1 def	87.83 def	10.98 hijklmno	2.78 hij	33.14 hi	24.54 a
23	18.33 c	6.43 n	4.52 a	83.26 abc	10.88 jklmno	3.77 ef	31.80 j	21.31 b
24	13.50 ij	22.60 a	3.57 l	82.62 abcdef	10.69 klmno	3.32 fgh	35.08 c	16.75 de
25	15.67 g	16.67 efg	3.93 fghi	87.23 abc	11.5 fghijkl	2.75 hij	35.27 c	13.35 f
26	13.27 j	19 bcde	3.61 l	90.05 ab	10.89 jklmno	4.03 de	37.44 a	16.08 e

میانگین ویژگی

Traits means

وجود حداقل یک حرف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها است.

Similar letters in each column show no significant difference at 5 % probability level.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]

[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

نتایج حاصل از واریانس ژنوتیپی، فنوتیپی و محیطی همراه با ضریب تنوع ژنتیکی، ضریب تنوع فنوتیپی و وراثت-پذیری عمومی ویژگی‌های مورد ارزیابی در جدول ٦ ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که واریانس ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها برای همه ویژگی‌های اندازه‌گیری شده به جزء یکنواخت رسیدن میوه‌ها (که واریانس ژنتیکی فنوتیپی تقریباً برابر بود) کمتر از واریانس فنوتیپی بود. ضریب تنوع فنوتیپی برای ویژگی‌های عملکرد، میزان پرولین بافت مادگی گل، اسیدیته و یکنواخت رسیدن میوه به-ترتیب با مقادیر ٥٠/٥٤، ٣٢/٤٦، ٣٢/٠٤ و ٣١/٩٦ درصد دارای بالاترین مقدار و پس از آن ویژگی‌های درصد خسارت سرمازدگی بهاره، تاریخ شروع گل‌دهی و طول دوره گل‌دهی به‌ترتیب با مقادیر ٢٨/٣٥، ٢٠/٧٢ و ١٨/٠٨ درصد دارای بیشترین ضریب تنوع بودند. بقیه ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در محدوده ضریب تنوع فنوتیپی ٦/٢٣ تا ١٥/٧٨ درصد قرار داشتند. برای همه ویژگی‌های اندازه-گیری شده به جزء طول دوره گل‌دهی و یکنواخت رسیدن میوه (ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی تقریباً برابر) ضریب تنوع فنوتیپی بیشتر از ضریب تنوع ژنتیکی بود. هرچه نسبت تنوع فنوتیپی از ژنتیکی بیشتر باشد، ویژگی بیشتر تحت تاثیر محیط قرار دارد و بازدهی انتخاب برای آن ویژگی کمتر خواهد بود. از طرفی تفاوت جزئی بین ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی برای ویژگی‌هایی هم‌چون طول دوره گل‌دهی و یکنواخت رسیدن میوه نشان دهنده-ی نقش بیشتر ژنوتیپ و تأثیر کمتر محیط بر این ویژگی-ها است. بخش عمده‌ای از تنوع فنوتیپی می‌تواند ناشی از اثر محیط بر روی ویژگی‌ها و به‌خصوص بر روی ویژگی-های پلی‌ژنیک باشد. بنابراین کوچک بودن مقادیر ضرایب برآوردهای وراثت‌پذیری عمومی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در جدول ٦ نشان داده شده است. اگر دامنه وراثت-پذیری به چهار دسته، خیلی کم (کمتر از ٢٥ درصد)، کم (بین ٢٥ تا ٥٠ درصد)، متوسط (بین ٥٠ تا ٧٥ درصد) و زیاد (بیشتر از ٧٥ درصد) گروه‌بندی گردد، کمترین میزان توارث‌پذیری به تاریخ باز شدن ٩٠ درصد گل‌ها (با توارث ٢٨/٥ درصد) اختصاص پیدا می‌کند که نشان می-دهد این ویژگی به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. بعد از آن توارث‌پذیری متوسط مربوط به ویژگی‌های تاریخ باز شدن ٥٠ درصد گل‌ها و درصد محتوای نسبی آب بافت مادگی گل (به‌ترتیب با توارث ٦٠ درصد و ٧٣ درصد) بود، در نتیجه بازده ناشی از انتخاب برای این ویژگی در برنامه‌های اصلاحی پایین خواهد بود. توارث‌پذیری سایر ویژگی‌های اندازه-گیری شده زیاد بود. بیشترین میزان توارث‌پذیری در بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده مربوط به عملکرد، مواد جامد محلول، دوره برداشت میوه و یکنواخت رسیدن میوه با توارث ٩٩ درصد بود (جدول ٦) که حاکی از تاثیر پذیری بسیار کم این ویژگی‌ها از عوامل محیطی می‌باشد. اصولاً ویژگی‌های کمی دارای وراثت‌پذیری‌های متغیری هستند، به‌طوری که بعضی از آن‌ها به‌دلیل آنکه تحت کنترل ژن‌ها با اثر افزایشی هستند، دارای وراثت‌پذیری بالایی می‌باشند. مقادیر وراثت‌پذیری عمومی نشان می‌دهد که در مورد این ژنوتیپ‌ها واریانس ژنتیکی به مراتب بیشتر از واریانس محیطی است؛ زیرا در اکثر ویژگی‌ها مقادیر وراثت‌پذیری بالا برآورد شد.

به‌طور کلی نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که ژنوتیپ‌های زردآلو از نظر ویژگی‌های فنولوژیکی و فیزیولوژیکی دارای تنوع قابل ملاحظه‌ای هستند و لذا برای کاربرد در اهداف اصلاحی منابع ژنتیکی مهمی محسوب می‌شوند.

برطبق نتایج این پژوهش، محتویات شیمیایی، درصد ماده خشک میوه، مواد جامد محلول و میزان اسیدیته قابل تیتراسیون از بیشترین تنوع موجود در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی برخوردار بودند. ژنوتیپ‌های اردباد، کانینو و نصیری به دلیل نسبت بالای

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

جدول ٦– برآورد اجزای واریانس، ضریب تنوع و توارث‌پذیری ویژگی‌های فنولوژیکی و فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های زردآلو

Table 6. Analysis of variance source variation, variation index and broad sense heritability in phenological and physiological traits.

ویژگی‌ها Traits		برآورد اجزای واریانس Analysis of variance			ضریب تنوع variation index		توارث پذیری (٪)
		فنوتیپی Phenotypic	ژنتیکی Genotypic	محیطی Environmental	فنوتیپی Phenotypic	ژنتیکی Genotypic	Common inheritance ability (%)
عملکرد	Yeild	364.7	362.9	1.816	50.54	50.41	99.5
تاریخ اولین گلدهی	Date of first flowering	5.822	5.740	0.081	20.727	20.582	98.6
تاریخ باز شدن ۱۰٪ گلها	Date of 10% flowering	4.691	4.366	0.325	15.788	15.232	93.1
تاریخ باز شدن ۵۰٪ گلها	Date of 50% flowering	3.042	1.833	1.209	11.016	8.551	60.2
تاریخ باز شدن ۹۰٪ گلها	Date of 90% flowering	1.549	0.442	1.107	6.818	3.643	28.5
طول دوره گل‌دهی	Flowering period	2.449	2.205	0.244	18.082	17.159	90
طول دوره برداشت میوه	Fruit harvesting period	72.693	72.689	0.004	8.754	8.753	99.8
یکنواخت رسیدن میوه‌ها	Uniform rippening	0.255	0.254	0.001	32.021	31.958	99.6
مواد جامد محلول	TSS	5.408	5.389	0.019	15.105	15.079	99.6
اسیدیته قابل تیتراسیون	TA	23.054	21.483	1.571	32.042	30.931	93.2
	pH	0.104	0.091	0.013	8.157	7.643	87.7
محتوای آب نسبی بافت مادگی گل	RWC of pistil	26.937	19.866	7.071	6.230	5.350	73.8
میزان نشت یونی از بافت مادگی گل	Elektrolyte leakage of pistil	0.724	0.577	0.147	7.363	6.574	79.7
میزان پرولین بافت مادگی گل	Proline content of pistil	1.489	1.413	0.076	32.462	31.626	94.9
میزان پتاسیم بافت مادگی گل	K^+ content of pistil	6.155	6.092	0.062	7.464	7.426	99
درصد خسارت سرمازدگی بهاره	% of spring frost injury	21.005	19.372	1.634	28.351	27.226	92.2

مواد جامد محلول و شیرینی بیشتر نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر به‌عنوان تازه‌خوری معرفی می‌شوند. اندازه‌گیری ترکیبات نشان داد که ارقام مقاوم به سرما نسبت به ارقام حساس از میزان بیشتری مواد جامد محلول، نشاسته و پرولین برخوردار بودند. یکی از راهکارهای مقابله با سرمای دیررس بهاره استفاده از ژنوتیپ‌های مقاوم به سرما می‌باشد. برطبق نتایج این پژوهش می‌توان از ژنوتیپ‌های مقاوم به سرمای گزنه، بیگلری و تیلتون استفاده نمود.

References

Akin, E.B., Karabulut, I. and Topcu, A. (2008). Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chemistry*, **107**: 939-948.

Ansari, M. and Davarynejad, G.H. (2008). The flower phenology of sour cherry cultivars. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, **4:** 117-124.

AOAC. (1984). *Official Methods of Analysis*, 14th edn, Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA.

Asma, B.M. and Ozturk, K. (2005). Analysis of morphological, pomological and yield characteristics of some apricot germplasm in Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **52**: 305-313.

Asma, B.M., Kan, T. and Birhanli, O. (2007). Characterization of promising apricot (*Prunus armenica* L.) genetic resources in Malatya, *Turkey. Genetic Resources and Crop Evolution*, **54**: 205-212.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

Badenez, M.L., Martinez-Calvo, J. and Lacer, G. (1998). Analysis of apricot germplasm from the European ecogeographical group. *Euphytica*, **102**: 93-99.

Bassi, D., Andalo, G. and Bartolozzi, F. (1995). Tolerance of apricot to winter temperature fluctuation and spring frost in northern Italy. *Acta Horticulturae*, **384**: 315-322.

Bates, L.S., Waldern, R.P. and Teare, I.d. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, **39**: 205-207.

Davarynejad, G.H., Sabo, Z., Nyeki, J. and Szabo. T. (2008). Phenological stages, pollen production level, pollen viability and in vitro germination capability of some Cherry cultivars. *Asian Journal of Plant Sciences*, **7**: 672-676.

Dolenc-Šturm, K., Štampar, F. and Usenik, V. (1999). Evaluating of some quality parameters of apricot cultivars using HPLC method. *Acta Alimentaria*, **28**: 297-309.

FAO. (2012). FAO Statistical Database (FAOSTAT), Web site at URL: http://www.faostat.fao.org.

Fereidoni, H., Khademi, G.M.P., Zamani, S., Kheradmand, .M. and Nasrollahnejad, M.R. (2011). Study the phenology of flowering and fruit characteristics of olive cultivars in Golestan Province. *Iranian Congress of Horticultural Sciences, Isfahan University*, pp. 1598-1601.

Guerriero, R. and Watkins, R. (1984). *Revised descriptor list for apricot (Prunus armeniaca).* IBPGR Secretariat, Rome, Italy.

Guerriero, R., Lomi, F. and D'Onofrio, C. (2006). Influence of some agronomic and ecological factors on the constancy of expression of some descriptive characters included in the UPOV Apricot descriptor list. *Acta Horticulturae*, **717**: 51-54.

Guleryuz, M. (1995). Selection of the quality-fruited wild apricot (*Prunus armeniaca* L.) forms resistant to late spring frosts on Erzincan Plain. Xth Int. *Acta Horticulturae*, **384**:189-194.

Hamada, A.M. and EL-Enany, A.E. (1994). Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. *Biologia Plantarum*, **36**: 75-81

Ishag, S., Rathore, A.H. Majeed, S. Awan, S. and Ali Shan, Z.S. (2009). The studies on the physico-chemical and organoleptic characteristics of apricot (*Prunus armeniaca* L.) produced in Rawalakot, Azad Jammu and Kashmir during storage. *Pakistan Journal of Nutrition*, **8:** 856-869.

Janatizadeh, A.A., Fattahi Moghaddam, M.R., Zamani, Z. and Zeraatgar, H. (2011). Investigation of the genetic diversity of apricot varieties and cultivars using RAPD markers and morphological traits. *Iranian journal of Horticultural Sscience*, **42**: 255-265.

Konstantinova, T., Parvanova, D. Atanassov, A. and Djilianov, D. (2002). Freezing tolerant tobacco, transformed to accumulate osmoprotectants. *Plant Science*, **163**: 157-164.

Lachkar, A. and Messaoud, M. (2012). Assessment of Tunisian apricot local and hybrids cultivars for new breeding program. *Annals of Biological Research*, **3**: 4108-4118.

Layne, R.E.C., Bailey, C.H. and Hough, L.F. (1996). *Apricots. In: Fruit breeding, Vol. II. Tree and Tropical Fruits.* John Wiley & Sons, New York, USA.

Mendelova, A., Fikselova, M., Mendel, L., Marecek, J. and Ivanisova, E. (2013). Quality assessment of selected varieties of apricot fruits as potentially suitable for the baby food production. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, **2**: 1941-1949.

Milosevic, T. and Milosevic, N. (2010). Genetic variability and selection in natural populations of vineyard peach (*Prunus persica* ssp. *vulgaris* Mill.) in the Krusevac region (Central Serbia). *Agrociencia*, **44**: 297–309.

Mratinic, E., Popovski, B. Miloševic, T. and Popovska, M. (2011). Analysis of morphological and pomological characteristics of quality, vegetative growth, and evapotranspiration relations. *International Journal of the Physical Sciences*, **6**: 3134-3142.

Nanjoa, T., Kobaayashia, M. Yoshibab, Y. Kakubaric, Y. Yamaguchi-Shinozakid, K. and Shinozaki, K. (1999). Antisense suppression of proline degradation improve tolerance to freezing and salinity in *Arabidopsis thaliana*. *FEBS Letters*, **461**: 205-210.

Nekounam, F., Fatahi-Moghadam, M.R. and Ebadi, A. (2011). An evaluation of the states of period and fruit quality. *Horticultural Science*, **37**: 46-55.

Pyrayiovatlov, S.A., Khalighi, A., Talaee, A.R. and Arzani, K. (2008). Effect of water stress on abscisic acid and ion leakage in apricot cultivars. *Agricultural Research*, **1**: 26-37.

Perez-Gonzales, S. (1992). Associations among morphological and phenological characters representing apricot germplasm in central Mexico. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **117**: 486-490.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. and Haloday, A.S. (1990). Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, **30**: 105-111.

Rotondi, A., Magli, M., Ricciolini, C. and Baldoni, L. (2003). Morphological and molecular analyses for the characterization of a group of Italian olive cultivars. *Euphytica*, **132**: 129-137.

Ruiz, D. and Egea, J. (2008a). Analysis of the variability and correlations of floral biology factors affecting fruit set in apricot in a Mediterranean climate. *Scientia Horticulturae*, **115**: 154-163.

Ruiz, D. and Egea, J. (2008b). Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in apricot (*Prunus armeniaca* L.) germplasm. *Euphytica*, **163**: 143-158.

Topor, E., Vasile, C. and Ramona, V. (2006). The breeding of apricot species for different traits and features at valului Traian Resarch Station, *Fruit Growing Research*, **24**: 34-40.

Yamada, T., Jones, E.S. Cogan, N.O.I., Vecchies, A.C., Nomura, T., Hisano, H., Shimamoto, Y., Smith, K.F., Hayward, M.D. and Forster, J.W. (2004). QTL analysis of morphological, developmental, and winter hardiness-associated traits in perennial ryegrass. *Crop Science*, **44**: 925-935.

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]

[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]

Physiological and Phenological Variability and Heritability of Some Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Cultivars and Genotypes

Sedigh Ebrahimi[1], Abdolhossein Rezaei Nejad[2,*], Ahmad Ismaili[3] and Farhad Karami[4]

1- M.Sc. Student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
4- Member of Scientific Board, Department of Seed and Plant Improvement, Agricultural and Natural Resources Research Center, Kurdistan, Sanandaj, Iran.

(Received: March 17, 2014 – July 24, 2014)

Abstarct

Evaluation of genetic diversity among apricot genotypes may increase our genetic knowledge and provide better plant materials for selection of desirable genotypes. In this study, genetic diversity of 26 apricot genotypes phenological and physiological traits of 26 apricot cultivars collected at Kurdistan agricultural research station was studied based on a randomized complete block design with three replications for phenological and physiological traits. Analysis of variance showed that the effect of genotype on flower initiation, flowering period, relative water content (RWC), ion leakage, proline and potassium content of flower pistil tissue, spring frost damage to flowers, harvest date, total soluble solids, titratable Acidity (TA) and pH was significant at the 1% level. These results indicated that the existence of significant genetic variation among studied genotypes. The lowest heritability (28.5%) was belonged to date of 50% flowering, indicating the strong effect of environmental factors on this trait. The highest heritability (99%) estimated for related traits to yield including total soluble solids, fruit harvesting period and uniform rippening, suggested that the influence of environmental effects on these traits were very low.

Keywords: Potassium, Proline, Genetic diversity, Range, Apricot

* **Corresponding Author, E-mail: rezaeinejad.h@lu.ac.ir**

[Downloaded from pgr.lu.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23831367.1393.1.2.6.3]
[DOI: 10.29252/pgr.1.2.55]