مقاله پژوهشی

خصوصیات مورفولوژی و پومولوژی چهار رقم آلوی ژاپنی و گوجه (*Prunus* spp.)

یاسمین شمس‌الشعرا[1]، سیدمهدی میری (نویسنده مسئول)[2*]، رحیم قره شیخ‌بیات[3]، محی‌الدین پیرخضری[4] و داریوش داودی[5]

۱- دانشجوی دکترای، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران، yasaminshams71@gmail.com

۲*- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران، smmiri@kiau.ac.ir

۳- استادیار، مرکز تحقیقات میوه‌های معتدله، پژوهشکده علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، r.bayat@areeo.ac.ir

٤- استادیار، مرکز تحقیقات میوه‌های معتدله، پژوهشکده علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، pirkhezri_mohi@yahoo.com

۵- دانشیار، گروه فناوری نانو، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، کرج، ایران، ddavoodi1339@gmail.com

تاریخ دریافت: مهر ۱٤۰۱ تاریخ پذیرش: دی ۱٤۰۱

Morphology and pomology characteristics of four cultivars of Japanese plum and prune (*Prunus* spp.)

Yasamin Shamsolshoara[1], Seied Mehdi Miri (Corresponding author)[2*], Rahim Gharesheikhbayat[3], Mohiedin Pirkhezri[4] and Daryoush Davoodi[5]

1- Ph.D Student, Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, yasaminshams71@gmail.com

2*- Associate Professor, Department of Horticulture, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, smmiri@kiau.ac.ir

3- Assistant Professor, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, r.bayat@areeo.ac.ir

4- Assistant Professor, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, pirkhezri_mohi@yahoo.com

5- Associate Professor, Department of Nanotechnology, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Karaj, Iran, ddavoodi1339@gmail.com

Received: October 2022 Accepted: January 2023

چکیده

این پژوهش به منظور ارزیابی خصوصیات مورفولوژی و پومولوژی چهار رقم آلوی ژاپنی (*P. salicina* Lindl.) و گوجه (*P. cerasifera* Ehrh.) در سال ۱۳۹۹ در کرج انجام شد. بر اساس توصیف نامه UPOV، عادت رشد درختان رقم شابلون نیمه افراشته و ارقام شایرو، ماریانا اینرا و گوجه سیف دیررس افراشته بود. همچنین رقم شابلون میوه‌های پهن و سه رقم دیگر میوه‌های گرد داشتند. رنگ روی میوه از زرد-نارنجی (شایرو) تا قرمز (سیف دیررس) متغیر بوده و رنگ گوشت میوه زرد (شایرو و شابلون) یا نارنجی (ماریانا اینرا و سیف دیررس) بود. نتایج پومولوژی نشان داد ارقام شایرو و ماریانا اینرا به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد (۳۹/۸ و ۱۸/٦ کیلوگرم/درخت) و تعداد میوه (۱٦۱۷/۹ و ۵۹۸/٤ میوه/درخت) را دارا بودند. شابلون و ماریانا اینرا بالاترین وزن میوه (به ترتیب ۳۲/۲ و ۳۱/۰ گرم) و ماریانا اینرا بیشترین طول میوه (۳۷/۱ میلی‌متر) را داشتند، در حالیکه کمترین مقادیر این صفات مربوط به سیف دیررس بود. بیشترین مواد جامد محلول کل نیز با سیف دیررس (۱۷/۹ درصد) به دست آمد. عملکرد درخت با تعداد میوه/درخت و اسیدیته کل همبستگی مثبت و با مواد جامد محلول کل و شاخص طعم همبستگی منفی معنی‌داری داشت. وزن و طول میوه نیز با ابعاد برگ همبستگی مثبت و با تعداد میوه/درخت و مواد جامد محلول کل همبستگی منفی معنی‌داری نشان داد. بطورکلی، هر کدام از ارقام از نظر برخی ویژگی‌ها از یکدیگر متمایز بوده و می‌توانند جهت مصارف تازه خوری (ماریانا اینرا)، آبگیری (شایرو) و یا خشکباری (سیف دیررس) مورد استفاده قرار گیرند.

کلمات کلیدی: آلو و گوجه، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، عملکرد، مورفولوژی.

فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران

سال ۱٤۰۱، دوره ۱۷، شماره ٤، صص ٤۹- ۳۸

Abstract

Plum and prune are important temperate fruits, which have wide varieties of sizes and colors prized both for its exquisite fresh fruit flavor and in the fruit-processing industry. Their fruits are rich source of minerals, vitamins, sugars and organic acids in addition to antioxidants. This research was conducted to evaluate the morphological and pomological characteristics of four cultivars of Japanese plum (*P. salicina* Lindl.) and prune (*P. cerasifera* Ehrh.) during 2020 in Karaj. According to the UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) description, trees of Shablon had a semi-upright growth habit and Shiro, Mariana Inra and Seif-e-Dirras cultivars had an upright growth habit. The fruit of Shablon was also oblate and the other three cultivars were circular. The over color of fruit skin varied from yellow-orange (Shiro) to red (Seif-e-Dirras) and the color of fruit flesh was yellow (Shiro and Shablon) or orange (Mariana Inra and Seif-e-Dirras). Pomological results showed that Shiro and Mariana Inra had the highest and lowest yield (39.8 and 18.6 kg/tree) and number of fruits (1617.9 and 598.4 fruits/tree), respectively. Shablon and Mariana Inra had the highest fruit weight (32.2 and 31.0 g, respectively) and Mariana Inra had the longest fruit length (37.1 mm), while the lowest values of these traits were related to Seif-e-Dirras. The highest and lowest total soluble solids (TSS) were also obtained with Seif-e-Dirras (17.9) and Shiro (14.1). Tree yield had a positive correlation with the number of fruits/tree and total acidity (TA) and a significant negative correlation with total soluble solids and taste index (TSS/TA). Fruit weight and length also showed a positive correlation with leaf dimensions and a significant negative correlation with the number of fruits/tree and total soluble solids. In general, each of the cultivars are different from each other in terms of some characteristics and can be used for fresh consumption (Mariana Inra), juicing (Shiro) or drying (Seif-e-Dirras).

Keywords: Morphology, Physicochemical properties, Plum and prune, Yield

فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران

سال ۱٤۰۱، دوره ۱۷، شماره ٤، صص ٤۹- ۳۸

مقدمه و کلیات

آلوها به خانواده Rosaceae و زیرخانواده Amygdaloideae تعلق داشته و جزو میوه‌های مناطق معتدله هستند که به طور گسترده در سراسر جهان پرورش می‌یابند (Sottile *et al*., 2022). آلوها در برگیرنده گروه متنوعی از *Prunus* spp. شامل گونه-های اروپایی، آسیایی و آمریکایی هستند، اما گونه-های اصلی آلو از نظر اقتصادی *P. domestica* L. و *P. salicina* Lindl. می‌باشند (Gharaghani *et al*., 2017; Shamsolshoara *et al*., 2022). گونه *P. cerasifera* Ehrh. نیز از گونه‌های مهمی است که میوه‌های کوچک تا متوسط مناسب مصرف خشکباری داشته و بر اساس تحمل به خشکی، مقاومت بالا در برابر نماتدهای گره ریشه و گال طوقه و مناسب بودن به عنوان پایه، از سایر آلوها متمایز می‌شود (Popescu and Caudullo, 2016; Topp *et al*., 2012). آلوها منبع مهمی از ترکیبات فعال زیستی همانند اسیدهای فنولیک، آنتوسیانین‌ها، کاروتنوئیدها، فلاوانول‌ها، اسیدهای آلی، فیبر، تانن‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌های A، B و C هستند که بر سلامت انسان تاثیر گذاشته و از بروز بسیاری از بیماری‌ها جلوگیری می کنند (Birwal *et al*., 2017; Lara *et al*., 2020; Taiti *et al*., 2019). ایران با تولید۳۷۵۸۶۷ تن آلو و گوجه در سال ۲۰۲۰ در رده پنجم جهان قرار دارد که نشان دهنده ارزش تجاری این محصول در کشور است (FAO, 2022; Pirkhezri, 2021). تولید سودآور هر محصولی منوط به انتخاب رقم مناسب می‌باشد (فلاتی و همکاران، ۱۳۹۸). انتخاب صحیح رقم بطور عمده بر اساس خصوصیات مورفولوژی و پومولوژی و نیز با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه انجام می‌شود (علیزاده، ۱۳۹۶؛ مومنی و همکاران، ۱۳۹۸a & b)، به دلیل آن که یک رقم خاص در شرایط آب و هوایی متفاوت ویژگی‌های مشابه از خود بروز نمی‌دهد (گنجی‌مقدم و همکاران، ۱۴۰۰). این موضوع ضرورت ارزیابی ویژگی‌های رشدی، خصوصیات کمی و کیفی و بازارپسندی میوه ارقام مختلف متناسب با نیاز مصرف کنندگان در یک منطقه را نشان می‌دهد (فلاتی و همکاران، ۱۳۹۸؛ گنجی‌مقدم و همکاران، ۱۴۰۰). بر این اساس، مطالعات متعددی روی تنوع یا ویژگی-های درخت و میوه ارقام آلو و گوجه در دنیا انجام شده است (علیزاده، ۱۳۹۶). در تحقیقی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی چهار رقم آلو توسط یوسفی و امام جمعه (۱۳۹۴) تعیین گردید. نتایج آنها نشان داد که رقم شابلون درشت دارای بیشترین ابعاد و وزن میوه بوده و رقم شایرو دارای بیشترین مقدار آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. صفات کمی و کیفی میوه چند رقم و ژنوتیپ آلو و گوجه در شهر کرج توسط علیزاده (۱۳۹۶) مورد بررسی قرار گرفته و دریافت رقم انتاریو بیشترین طول و وزن میوه را دارد. فلاتی و همکاران (۱۳۹۸) مراحل فنولوژی، تشکیل میوه و ویژگی‌های کیفیت میوه ۱۶ رقم آلو و گوجه را ارزیابی کردند. نتایج آنها نشان داد ارقام از لحاظ کلیه صفات اندازه‌گیری شده دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند. ارقام شوگر و قطره طلا بالاترین میزان درصد تشکیل میوه، بلک استار و شابلون درشت‌ترین اندازه میوه و نیز سیمکا و استنلی

به ترتیب بالاترین میزان سفتی بافت میوه و شاخص طعم میوه را داشتند. خصوصیات ریخت‌شناسی و میوه‌شناسی ۲۷ رقم و ژنوتیپ از سه گونه آلو (*P. domstica*، *P. salicina* و *P. cerasifera*) توسط Pirkhezri (۲۰۲۱) مورد مطالعه قرار گرفت. وی گزارش کرد که ژنوتیپ‌های گوجه یزدانی و شیشه‌ای (*P. cerasifera*) را به دلیل اندازه میوه، رنگ پوست، کیفیت و زمان رسیدگی مطلوب می‌توان جهت توسعه کشت و کار توصیه کرد. Głowacka و همکاران (۲۰۲۱) نیز ویژگی‌های چند رقم و دورگ آلوی ژاپنی و گوجه را در لهستان بررسی کرده و دریافتند از نظر قدرت درخت، مقاومت در برابر سرما، حساسیت به شارکا (ویروس آبله آلو)، زمان و تراکم گلدهی، عملکرد، تاریخ رسیدگی میوه و ویژگی‌های کیفی میوه متفاوت هستند و چند رقم را برای کشت در شرایط اقلیم اروپای مرکزی پیشنهاد دادند. با توجه به گسترش باغات آلو در استان البرز، نیاز به مطالعه و ارزیابی ارقام مختلف آلو در شرایط آب و هوایی شهر کرج ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین این پژوهش به منظور بررسی خصوصیات مورفولوژی، پومولوژی و عملکرد چهار رقم تجاری آلوی ژاپنی و گوجه در شرایط اقلیمی کرج صورت گرفت.

فرآیند پژوهش

این پژوهش در سال ۱۳۹۹ روی چهار رقم آلوی ژاپنی (*Prunus salicina* Lindl.) شامل شایرو، شابلون و ماریانا اینرا و گوجه (*P. cerasifera* Ehrh.) رقم سیف دیررس در کلکسیون ملی آلو و گوجه ایستگاه تحقیقات باغبانی کمالشهر موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور اجرا گردید. درختان ۹ ساله بوده و با فاصله ۵ × ۵ متر کشت شده بودند. میانگین دمای ماهانه از دوران گلدهی تا رسیدن میوه در سال ۹۹-۱۳۹۸ و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل باغ مورد آزمایش در جداول (۱) و (۲) آورده شده است.

جدول ۱- میانگین دمای ماهیانه (درجه سلسیوس) از دوران گلدهی تا رسیدن میوه در سال ۹۹-۱۳۹۸

Table 1- Mean monthly temperature (°C) from flowering to fruit ripening in 2020

اسفند ۹۸	فروردین ۹۹	اردیبهشت ۹۹	خرداد ۹۹	تیر ۹۹	مرداد ۹۹
۱۰/٦	۱۲/٤	۲۱/۰	۲٦/۱	۲۸/۰	۲٤/٥

جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

Table 2- Physicochemical characteristics of soil

عمق (سانتی-متر)	بافت	هدایت الکتریکی (دسی-زیمنس بر متر)	pH	کربن آلی (درصد)	ازت کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی-گرم/کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی-گرم/کیلوگرم)
۰-۳۰	لومی	۰/٦	۸/۰	۰/۷۲	۰/۰۸	۱۰/۰	۵۷۰
۳۰-٦۰	لومی	۱/۱	۷/۹	۰/۳۰	۰/۰۵	۲/۲	۲۲۰

در این بررسی ۱۹ صفت کیفی بر اساس توصیف نامه UPOV آلوی ژاپنی (UPOV, 2010) ارزیابی شدند. همچنین از هر درخت تعداد ۵ نمونه برگ و میوه به طور تصادفی انتخاب و ۱۹ صفت کمّی اندازه‌گیری شد. میوه‌های شایرو اوایل تیر و سایر ارقام اواخر مرداد برداشت شدند. ابعاد برگ و میوه به وسیله کولیس دیجیتالی (Mitutoyo, Japan) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و وزن میوه و هسته با ترازوی دیجیتال (A&D, Japan) به دقت ۰/۰۱ گرم یادداشت برداری گردید. محتوای مواد جامد محلول کل (TSS) با رفرکتومتر (ABBE Refrectometer-ATAGO, Japan) و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) بر اساس اسید غالب (اسید مالیک) اندازه‌گیری شد (Latimer, 2016). شاخص طعم نیز بر اساس نسبت TSS به TA محاسبه گردید. این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار (هر تکرار دو درخت) انجام شد. تجزیه واریانس ابعاد برگ، خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه و عملکرد با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver. 22 و مقایسه میانگین-ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام گرفت. ضرایب همبستگی بین صفات مهم برگ و خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه نیز به روش پیرسون محاسبه شد.

نتایج و بحث

خصوصیات کیفی مورفولوژی درخت، برگ، میوه و هسته و نیز ابعاد کمّی برگ در ارقام آلوی ژاپنی و گوجه مورد مطالعه در جدول (۳) و شکل (۱) آورده شده است. ارقام از لحاظ عادت رشد درخت در دو گروه افراشته (شایرو، مارایانا اینرا و سیف دیررس) و نیمه افراشته (شابلون) قرار گرفتند. هرچند که آلوهای ژاپنی بطور معمول عادت رشد گسترده دارند (Sottile *et al*., 2022)، اما هیچکدام از ارقام مورد مطالعه به این شکل نبودند. در مطالعه‌ای روی ۷۹ جمعیت آلوی جمع‌آوری شده از باغات استان‌های اصفهان و مرکزی نشان داده شد اغلب آنها عادت رشد نیمه افراشته و یا باز و سپس افراشته و گسترده داشتند (Mirheidari *et al*., 2020). Głowacka و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی قدرت رشد درختان ۳٦ رقم آلوی ژاپنی و گوجه دریافتند اکثر آنها دارای عادت رشد گسترده هستند و فقط ٤ رقم تاج افراشته و ٤ رقم نیز تاج مخروطی شکل داشتند. با

این حال اغلب ارقام جدید آلو (٦٦ درصد) دارای عادت رشد افراشته یا نیمه افراشته هستند (Sottile *et al*., 2022). شکل و زاویه انتهای برگ در سه رقم آلو به ترتیب واژ تخم مرغی و قائم و در گوجه سیف دیررس بیضوی و بسته بود. حاشیه برگ در رقم شایرو به صورت کنگره‌ای مضاعف و در سایر ارقام اره‌ای مضاعف بود. ارقام شابلون و ماریانا اینرا بیشترین طول (به ترتیب ۷/۱ و ۷/۰ سانتی‌متر) و عرض (۲/۸ سانتی‌متر) پهنک برگ و همچنین نسبت طول/عرض برگ را داشتند در حالیکه کمترین میزان این صفات در شایرو و سیف دیررس مشاهده شد. از خصوصیات برگ می‌توان به عنوان نشانگرهای مورفولوژی جهت شناخت ارقام استفاده کرد (کامرانی و همکاران، ۱۳۹۵). Mirheidari و همکاران (۲۰۲۰) دریافتند شکل نوک برگ جمعیت-های آلوی اروپایی مورد مطالعه‌شان کند یا نوک نیز و شکل برگ اغلب آنها نوک تیز و یا تخم مرغی بوده است. طول و عرض برگ‌ها نیز در محدوده ۱۰/۳–٤/۳ و ۵/۳–۱/۳ سانتی‌متر متغیر بود. برگ اندام مهمی از گیاه است که به عنوان منبع تولید کربوهیدرات نقش حیاتی در رشد گیاه و تشکیل میوه دارد، به طوری که رابطه مستقیمی بین اندازه برگ و اندازه میوه گزارش شده است (گنجی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۹) که یافته‌های حاصل از آزمایش تایید کننده این موضوع می‌باشد. همچنین اندازه، رنگ و بافت برگ اثرات زیادی در فتوسنتز و مقاومت به آفات و بیماری‌ها و دیگر خصوصیات درختان دارد (گنجی-مقدم و همکاران، ۱۳۹۹). شکل میوه از منظر جانبی در شابلون پهن و سایر ارقام گرد بوده و میوه همه ارقام از منظر شکمی متقارن بودند. شکل غالب ارقام آلو گرد می‌باشد (Głowacka *et al*., 2021; Milosevic *et al*., 2010; Šebek, 2016). Kwon و همکاران (۲۰۱۸) مشاهده کردند اکثر واریته‌های آلوی ژاپنی مورد مطالعه قلبی شکل یا گرد و نامتقارن هستند. میوه متقارن می‌تواند از آسیب در هنگام برداشت و بسته بندی جلوگیری کند و همچنین از نظر ظاهری برای مصرف تازه خوری جذاب است (Kwon *et al*., 2022).

جدول ۳- ویژگی‌های کیفی مورفولوژیکی (بر اساس توصیف نامه UPOV) و ابعاد برگ چهار رقم آلوی ژاپنی و گوجه مورد مطالعه

Table 3- Qualitative morphological characters (based on UPOV) and leaf size of four studied cultivars of Japanese plum and prune

صفت	رقم			
	شایرو	شابلون	ماریانا اینرا	سیف دیررس
عادت رشد درخت	افراشته	نیمه افراشته	افراشته	افراشته
شکل برگ	واژ تخم مرغی	واژ تخم مرغی	واژ تخم مرغی	بیضوی
زاویه انتهای برگ به جز نوک	قائم	قائم	قائم	بسته
حاشیه برگ	کنگره‌ای مضاعف	اره‌ای مضاعف	اره‌ای مضاعف	اره‌ای مضاعف
طول پهنک برگ (سانتی‌متر)	۵/۸	۷/۱	۷/۰	۵/٦
عرض پهنک برگ (سانتی‌متر)	۲/٦	۲/۸	۲/۸	۲/۵
نسبت طول به عرض پهنک برگ	۲/۲	۲/٦	۲/۵	۲/۳
طول دمبرگ (سانتی‌متر)	۱/۳	۱/۳	۱/۷	۱/٤
شکل میوه از منظر جانبی	گرد	پهن	گرد	گرد

تقارن میوه از منظر شکمی	متقارن	متقارن	متقارن	متقارن
عمق خط میوه	کم	متوسط	متوسط	ضعیف
شکل انتهای میوه	فرو رفته	فرو رفته	فرو رفته	گرد
شکل نوک میوه	گرد	گرد	گرد	گرد
براق بودن میوه	قوی	قوی	قوی	قوی
میزان گرد روی میوه	کم	متوسط	متوسط	ندارد
رنگ زمینه میوه	زرد	سبز	غیر آشکار	زرد
رنگ روی میوه	زرد–نارنجی	قرمز متوسط	قرمز متوسط	قرمز
الگوی رنگ روی میوه	یکدست	یکدست	یکدست	یکدست
رنگ گوشت میوه	زرد	زرد	نارنجی	نارنجی
آبدار بودن میوه	زیاد	متوسط	متوسط	زیاد
شکل هسته از منظر جانبی	بیضوی	بیضوی	بیضوی باریک	گرد
شکل هسته از منظر شکمی	بیضوی باریک	بیضوی باریک	بیضوی متوسط	بیضوی پهن
عرض قاعده انتهای هسته	باریک	باریک	باریک	پهن

(الف) (ب) (ج) (د)

شکل ۱- شکل درخت، برگ و میوه ارقام آلوی ژاپنی و گوجه مورد مطالعه: الف: شایرو، ب: شابلون، ج: ماریانا اینرا، د: سیف دیررس

Fig 1- Tree, leaf and fruit shape of studied Japanese plum and prune cultivars: A: Shiro, B: Shablon, C: Mariana Inra, D: Seif-e-Dirras

میوه همه ارقام براق و رنگ رویی میوه به طور یکدست زرد–نارنجی (شایرو)، قرمز متوسط (شابلون و مارایانا اینرا) و قرمز (سیف دیررس) بوده و رنگ گوشت میوه نیز زرد (شایرو و شابلون) یا نارنجی (مارایانا اینرا و سیف دیررس) بود. شکل میوه، رنگ پوست و گوشت جزو عوامل کیفی بسیار مهمی هستند که تاثیر بسزایی بر بازارپسندی میوه دارند. مصرف کنندگان، میوه‌های آلوی گرد با پوست قرمز یا تیره و رنگ گوشت زرد یا قرمز را ترجیح می‌دهند (Shamsolshoara *et al*., 2021; Sottile *et al*., 2022). رنگ پوست میوه هرچند که یک صفت وراثتی کمّی است، به طوری که رنگ پوست زرد توسط یک ژن منفرد کنترل می شود که در مقابل سیاه و قرمز مغلوب است (Kwon *et al*., 2022)، اما

به عواملی همانند مکان درخت، دما، عادت رشد درخت، ریزاقلیم تاج پوشش و توزیع نور نیز بستگی دارد (Mirheidari *et al*., 2020). رنگ قرمز پوست و گوشت میوه آلو به طور عمده آنتوسیانین‌ها هستند (Wang *et al*., 2012). انواع آلو با گوشت قرمز-بنفش، مقادیر آنتوسیانین، محتویات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری از انواع با رنگ روشن دارند و بالطبع مزایای سلامتی بالقوه بیشتری نیز دارا می‌باشند (Byrne *et al*., 2004; Taiti *et al*., 2019). Shamsolshoara و همکاران (۲۰۲۱) نیز دریافتند میوه دورگ‌های آلو-زردآلو که رنگ گوشت آنها نارنجی بود، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری بر اساس سنجش DPPH نسبت به میوه‌های با رنگ گوشت سبز مایل به زرد داشتند. شکل هسته هم در بین ارقام مورد مطالعه متفاوت بود، به طوری که شکل هسته و عرض قاعده انتهای هسته آلوها عموماً بیضوی و باریک بود در حالیکه در گوجه به صورت گرد و پهن مشاهده شد. Kwon و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی خصوصیات فنوتیپی ٦٣ واریته آلوی ژاپنی دریافتند شکل هسته اغلب آنها (۳۹ واریته) بیضوی متوسط و سپس گرد و بیضوی باریک هست. شکل غالب هسته آلوی اروپایی و گوجه نیز بیضوی گزارش شده است (Heidari *et al*., 2022; Mirheidari *et al*., 2020). خصوصیات هسته در *Prunus sp*. تقریباً پایدار است، بنابراین شکل هسته برای شناسایی ژنوتیپ‌ها و ارقام می‌تواند مفید باشد (Shamsolshoara *et al*., 2021). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در عملکرد و همه صفات فیزیکوشیمیایی میوه می‌باشد ($p < 0.01$). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد (۳۹/۸ کیلوگرم/درخت) و میانگین تعداد میوه (١٦١٧/٩ میوه/درخت) متعلق به رقم شایرو و کمترین آنها (به ترتیب ١٨/٦ کیلوگرم/درخت و ٥٩٨/٤ میوه/درخت) متعلق به رقم ماریانا اینرا است (جدول ٤). Ganji Moghadam و همکاران (۲۰۱۱) عملکرد ۱۸ رقم آلو پرورش یافته در مشهد را ۸ تا ۳۵ کیلوگرم/درخت برآورد کردند. عملکرد درختان به دلیل اهمیت اقتصادی از ویژگی-های بسیار مهم ارقام و عامل مهمی در توسعه سطح زیر کشت آنها می‌باشد (Pirkhezri, 2021; Shamsolshoara *et al*., 2021). عملکرد با تعداد میوه همبستگی مثبت معنی‌داری داشت، درحالیکه با وزن و ابعاد میوه رابطه‌ای نشان نداد (جدول ٥). بر خلاف نتایج ما، Pirkhezri (۲۰۲۱) مشاهده کرد بین عملکرد تعدادی از ارقام و ژنوتیپ‌های آلو با وزن میوه همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد. نتایج ما همچنین نشان دهنده همبستگی منفی معنی‌دار عملکرد با TSS و TSS/TA بود که مشابه نتایج Głowacka و همکاران (۲۰۲۱) می‌باشد. ارقام شابلون و ماریانا اینرا بیشترین میانگین وزن میوه (به ترتیب ۳۲/۲ و ۳۱/۰ گرم) و ماریانا اینرا بیشترین طول میوه (۳۷/۱ میلی‌متر) را داشتند. کمترین مقادیر این دو صفت نیز به گوجه سیف دیررس (به ترتیب ۱۳/۹ گرم و ٢٦/٣ میلی‌متر) تعلق داشت (جدول ٤). Głowacka و همکاران (۲۰۲۱) ارقام آلوی ژاپنی و گوجه را بر اساس وزن میوه در پنج گروه کوچک (۲۵-۲۰ گرم)، متوسط (٤٠-٢٦ گرم)، بزرگ (٥٥-٤١ گرم)، بزرگ-خیلی بزرگ (٧٠-٥٦ گرم) و خیلی

بزرگ (بیش از ۷۰ گرم) دسته‌بندی کردند. بر این مبنا، در مطالعه ما فقط ارقام شابلون و ماریانا اینرا اندازه میوه متوسط داشتند. فلاتی و همکاران (۱۳۹۸) دامنه وسیعی از وزن میوه در بین ارقام آلو و گوجه را گزارش کردند و دریافتند ارقام بلک استار و شابلون میوه‌های درشت‌تر و ارقام گوجه سبز و گوجه قرمز میوه‌های کوچکتری دارند. Pirkhezri (۲۰۲۱) نیز مشاهده کرد ارقام سیمکا، ابلنایا و ماریانا اینرا دارای بیشترین وزن میوه و گوجه سبز قمی و گوجه شاهرودی دارای کمترین وزن بودند. وزن میوه با ابعاد برگ و میوه و نیز میزان TSS میوه همبستگی مثبت معنی‌داری داشت (جدول ۵). بطور مشابهی، جلیلی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند اندازه میوه ژنوتیپ‌های آلو و گوجه می‌تواند TSS میوه را تحت تاثیر قرار دهد، به طوری که میوه‌های بزرگتر میزان TSS بیشتری داشتند. اندازه میوه به عنوان شاخصی از وزن و ابعاد هندسی میوه یکی از عوامل اصلی بازارپسندی میوه برای مصرف تازه‌خوری و همچنین فرآوری می‌باشد. این صفت تحت تاثیر شرایط آب و هوایی و مدیریتی (همانند پایه، هرس و کوددهی) و همچنین تعداد و موقعیت قرارگیری میوه‌ها در درخت قرار دارد (Božović *et al*., 2017; فلاتی و همکاران ۱۳۹۸). به طور نمونه وزن و طول میوه شایرو در این مطالعه (به ترتیب ۲٤/٦ گرم و ۳٤/۳ میلی‌متر) از وزن و طول میوه همین رقم از درختان پرورش یافته در چک (به ترتیب ۱۲/۹ گرم و ۲۷/۷ میلی‌متر) بیشتر بود (Wolf *et al*., 2020). بالاترین عرض شکمی و جانبی میوه نیز متعلق به رقم شابلون بود. کمترین مقادیر این صفات نیز با رقم سیف دیررس به دست آمد. بیشترین و کمترین عمق حفره میوه در ماریانا اینرا (۸/۰ میلی‌متر) و سیف دیررس (۲/۷ میلی‌متر) دیده شد. نسبت طول به عرض شکمی و جانبی میوه در ارقام شایرو و ماریانا اینرا ۱/۰ و شابلون و سیف دیررس ۰/۹ می‌باشد. نسبت طول به عرض میوه نشان دهنده کشیده یا گرد بودن میوه است و همانطور که پیش از این بیان شد ارقام گرد بیشتر مورد توجه مصرف کنندگان هستند (Pirkhezri, 2021). رقم شابلون سنگین‌ترین وزن هسته (۱/۳ گرم) و ماریانا اینرا بالاترین نسبت وزن میوه به وزن هسته (۳۷/۸) را داشتند، در حالیکه کمترین این مقادیر مربوط به سیف دیررس بود. Wolf و همکاران (۲۰۲۰) محدوده وزن هسته در ۲۳ رقم آلو را ۰/۵ تا ۲/۷ گرم گزارش کردند. ارقام آلو با هسته کوچکتر، نسبت وزن میوه به هسته بیشتر و قطر گوشت بیشتر مطلوب‌تر هستند (Maghlakelidze *et al*., 2017; Pirkhezri, 2021).

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد و صفات فیزیکوشیمیایی میوه چهار رقم آلوی ژاپنی و گوجه مورد مطالعه

Table 4- Comparison of the average of yield and physicochemical characteristics in four cultivars of Japanese plum and prune

صفت	رقم			
	شایرو	شابلون	ماریانا اینرا	سیف دیررس
عملکرد (کیلوگرم/درخت)	۳۹/۸ a	۳۰/٦ b	۱۸/٦ c	۱۹/۲ c
تعداد میوه (میوه/درخت)	۱٦۱۷/۹ a	۹٥۰/۳ c	٥۹۸/٤ d	۱۳۸۱/۳ b
وزن میوه (گرم)	۲٤/٦ b	۳۲/۲ a	۳۱/۰ a	۱۳/۹ c

طول میوه (میلی‌متر)	۳٤/۳ c	۳٥/۲ b	۳۷/۱ a	۲٦/۳ d
عرض شکمی میوه (میلی‌متر)	۳۳/۲ c	۳۸/۱ a	۳٦/٦ b	۲۹/٤ d
عرض جانبی میوه (میلی‌متر)	۳٤/۰ c	۳۷/٦ a	۳٦/۲ b	۲۸/۲ d
عمق حفره میوه (میلی‌متر)	۳/٦ c	٦/۳ b	۸/۰ a	۲/٦ d
نسبت طول به عرض شکمی میوه	۱/۰ a	۰/۹ b	۱/۰ a	۰/۹ b
نسبت طول به عرض جانبی میوه	۱/۰ a	۰/۹ b	۱/۰ a	۰/۹ b
وزن هسته (گرم)	۱/۰ b	۱/۳ a	۰/۸ c	۰/٥ d
نسبت وزن میوه به وزن هسته	۲٤/۸ b	۲٤/۹ b	۳۷/۸ a	۲٤/٤ b
TSS (درصد)	۱٤/۱ d	۱٤/۷ c	۱٦/٦ b	۱۷/۹ a
TA	۱/٥ a	۱/۲ c	۱/۲ c	۱/۳ b
TSS/TA	۹/۰ c	۱۱/٦ b	۱۳/٥ a	۱۳/۲ a
pH	۳/۷ a	۲/۳ d	۲/۷ c	۳/۳ b

میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار ($p < 0.01$) بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

Means with different letters in each row are significantly different at $p < 0.01$ according to DMRT.

رقم سیف دیررس و سپس ماریانا اینرا بیشترین TSS (به ترتیب ۱۷/۹ و ۱٦/٦ درصد) را داشتند و بالاترین شاخص طعم نیز متعلق به این دو رقم بود. از طرفی دیگر، بالاترین اسیدیته کل و pH آب میوه در رقم شایرو مشاهده گردید. این صفات از ویژگی‌های مهم کیفیت میوه می‌باشند که با درک شیرینی و طعم مرتبط هستند (فلاتی و همکاران، ۱۳۹۸؛ Taiti *et al*., 2019). ارقام با TSS بالا مناسب خشکباری بوده و با افزایش TSS، کیفیت خشکباری میوه افزایش می‌یابد (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Pirkhezri, 2021). میزان TSS در ارقام و نواحی مختلف متفاوت می‌باشد (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۰ Maghlakelidze *et al*., 2017). علیزاده (۱۳۹٦) بالاترین میزان TSS را در رقم گوجه سیف گزارش کرد که مشابه نتایج بدست آمده بود. در مطالعاتی روی ارقام و ژنوتیپ‌های آلو و گوجه در شرایط محیطی کرج، میزان TSS در دامنه ۱۸/٥–۲/۱ درصد (فلاتی و همکاران، ۱۳۹۸) و ۲۳/۹–۸/۱ درصد (Pirkhezri, 2021) اندازه‌گیری شد. Maghlakelidze و همکاران (۲۰۱۷) میزان TSS ارقام آلو پرورش یافته در مونته نگرو را ۱۲/٦ الی ۲۱/۷ درصد گزارش کردند. مصرف کنندگان میوه-های کم اسید را ترجیح می‌دهند و اگر مقدار اسیدیته کل کمتر از ۰/٦ درصد و میزان TSS بین ۱۰ تا ۱۲ درصد متغیر باشد، میوه‌های آلو شیرین تلقی می-شوند. با این حال، اگر مقدار TA بیشتر از ۱/۰ درصد بود، مقادیر TSS باید بالای ۱٥ درصد باشد تا مصرف کنندگان شیرینی میوه را درک کنند (Kitzberger *et al*., 2017; Shamsolshoara *et al*., 2021).

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات مهم برگ و خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه چهار رقم آلوی ژاپنی و گوجه مورد مطالعه به روش پیرسون

Table 5- Pearson's correlation coefficients among leaf traits and physicochemical characteristics in four studied cultivars of Japanese plum and prune

صفت	طول برگ	عرض برگ	عملکرد	تعداد میوه	وزن میوه	طول میوه	عرض شکمی میوه	عرض جانبی میوه	وزن هسته	TSS	TA	TSS/TA
عرض برگ	۰/۹۸**											
عملکرد	-۰/۱۶	-۰/۰۴										
تعداد میوه	-۰/۸۸**	-۰/۸۳**	۰/۵۹*									
وزن میوه	۰/۹۰**	۰/۹۶**	۰/۲۲	-۰/۶۶*								
طول میوه	۰/۷۶**	۰/۸۷**	۰/۲۹	-۰/۵۶*	۰/۹۵**							
عرض شکمی میوه	۰/۹۵**	۰/۹۸**	۰/۱۵	-۰/۷۰*	۰/۹۸**	۰/۸۸**						
عرض جانبی میوه	۰/۸۷**	۰/۹۳**	۰/۳۱	-۰/۵۸*	۰/۹۹**	۰/۹۴**	۰/۹۸**					
وزن هسته	۰/۶۲*	۰/۶۷*	۰/۶۲*	-۰/۱۷	۰/۷۸**	۰/۶۶*	۰/۸۱**	۰/۸۱**				
TSS	-۰/۲۳	-۰/۳۵	-۰/۹۱**	-۰/۲۲	-۰/۵۹*	-۰/۶۲*	-۰/۵۳*	-۰/۶۶*	-۰/۸۴**			
TA	-۰/۷۲*	-۰/۶۱*	۰/۷۶**	۰/۹۰**	-۰/۳۷	-۰/۱۸	-۰/۴۷*	-۰/۳۰	-۰/۰۳	-۰/۴۷*		
TSS/TA	۰/۲۸	۰/۱۵	-۰/۹۸**	-۰/۶۶*	-۰/۱۲	-۰/۲۳	-۰/۰۳	-۰/۲۱	-۰/۴۹*	۰/۸۶**	-۰/۸۵**	
pH	-۰/۹۰**	-۰/۸۱**	۰/۳۷	۰/۸۳**	-۰/۶۵*	-۰/۴۲	-۰/۷۶**	-۰/۶۲*	-۰/۵۰*	-۰/۰۲	۰/۸۸**	-۰/۵۰*

*** و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد**

*** and **: Significant at $p < 0.05$ and 0.01, respectively**

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد هر کدام از ارقام از نظر برخی ویژگی‌ها از یکدیگر متمایز بوده و می‌توانند جهت مصرف تازه خوری و یا فرآوری مورد استفاده قرار گیرند. آلوی شایرو هر چند بالاترین عملکرد و تعداد میوه/درخت را دارا بود، اما میوه‌های آبدار و ترش مزه‌ای داشت که جهت آبگیری مناسب است. رقم شابلون از نظر عملکرد رتبه دوم را داشته و از لحاظ وزن و درشتی میوه تقریبا مشابه ماریانا اینرا بود و مقادیر TSS و شاخص طعم آن نیز بینابین ارقام شایرو و ماریانا اینرا هست. آلوی ماریانا اینرا از لحاظ اندازه، شکل، گوشت میوه و شاخص طعم بازارپسندی بیشتری را جهت مصرف تازه خوری نسبت به ارقام دیگر دارا است، اما عملکرد پایینی دارد. از طرفی دیگر، گوجه سیف دیررس با دارا بودن بالاترین TSS جهت خشک کردن مناسب می باشد.

منابع

۱) جلیلی، ا.، ربیعی، و.، اعظمی، م ع. و م، داغستانی. ۱۳۹۰. تنوع ژنوتیپی آلو و گوجه با استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیکی در منطقه مراغه. مجله بهنژادی نهال و بذر، ۲۷(۳): ۳۷۴-۳۵۷.

۲) علیزاده، م. ۱۳۹۶. ارزیابی صفات کمی و کیفی تعدادی از ارقام و ژنوتیپ‌های آلو و گوجه در شرایط آب و هوایی کرج. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۳) فلاتی، ز.، فتاحی مقدم، م ر. و ع، عابدی. ۱۳۹۸. ارزیابی خصوصیات فنولوژیکی، تشکیل میوه و ویژگی-های کیفیت میوه برخی از ارقام آلو و گوجه در شرایط

محیطی کرج. مجله بهنژادی نهال و بذر، ۳۵(۲): ۲۱۰-۱۸۹.

٤) گنجی مقدم، ا.، رهنمون، ح. و م، زمانب‌پور. ۱۳۹۹. مقایسه خصوصیات فنولوژیکی، مورفولوژیکی و پومولوژیکی شش ژنوتیپ امیدبخش زردآلو در شرایط استان خراسان رضوی. نشریه علوم باغبانی، ۳٤(۳): ۵۲۰-۵۰۵.

۵) گنجی مقدم، ا.، قهرمانی، ا. و ی، سید معصومی خیاوی. ۱٤۰۰. ارزیابی صفات پومولوژیکی و مورفولوژیکی برخی از ارقام و ژنوتیپهای هلو (*Prunus persica BatSch* L.)در شرایط اقلیمی خراسان رضوی. نشریه علوم باغبانی، ۳۵(۱): ۱۰۲-۸۷

٦) کامرانی، ر.، سنتروسیان، گ. و ن، بوذری. ۱۳۹۵. بررسی تنوع ژنتیکی در بیست رقم زردآلوی ایرانی با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی برگ. مجله فنآوری تولیدات گیاهی، ۸(۲): ۵۲-۳۹.

۷) مومنی، ح.، بوذری، ن. و س م، میری. ۱۳۹۸a. بررسی خصوصیات بیوشیمیایی تعدادی از ژنوتیپ‌های آلبالو بومی ایران. یازدهمین کنگره علوم باغبانی ایران. ارومیه، ایران.

۸) مومنی، ح.، بوذری، ن. و س م، میری. ۱۳۹۸b. بررسی خصوصیات پومولوژیک تعدادی از ژنوتیپ‌های آلبالو بومی ایران. یازدهمین کنگره علوم باغبانی ایران. ارومیه، ایران.

۹) یوسفی، ق. و ز، امام جمعه. ۱۳۹٤. مطالعه و بررسی برخی خواص فیزیکی و شیمیایی چهار رقم آلوچه (*Prunus domestica* L.). نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۷(۳): ٥٦-٤٥.

10) Birwal, P., Deshmukh, G., Saurabh, S. P. and S, Pragati. 2017. Plums: A brief introduction. *Journal of Food, Nutrition and Population Health*, 1(1): 1-5.

11) Božović, D., Bosancic, B., Velimirovic, A., Ercişli, S., Jaćimović, V. and H, Keles. 2017. Biological characteristics of some plum cultivars grown in Montenegro. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 16(2): 35-45.

12) Byrne, D., Vizzotto, M., Cisneros-Zevallos, L., Ramming, D. and W, Okie. 2004. Antioxidant content of peach and plum genotypes. *HortScience*, 39(4): 798C-798.

13) Ganji Moghaddam, E., Hossein Ava, S., Akhavan, S. and S, Hosseini. 2011. Phenological and pomological characteristics of some plum (*Prunus* spp.) cultivars grown in Mashhad, Iran. *Crop Breeding Journal*, 1(2): 105-108.

14) Gharaghani, A., Solhjoo, S. and N, Oraguzie. 2017. A review of genetic resources of almonds and stone fruits (*Prunus* spp.) in Iran. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64(3): 611-640.

15) Głowacka, A., Sitarek, M., Rozpara, E. and M, Podwyszyńska. 2021. Pomological characteristics and ploidy levels of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) cultivars preserved in Poland, *Plants*. 10(884).

16) Heidari, P., Sahebi, M., Azadvari, E., Lawson, S., Rezaei, M. and A, Khadivi. 2022. Morphological variability of indigenous cherry plum (*Prunus divaricata* Ledeb.) accessions. *European Journal of Horticultural Science*, 87(1). DOI: 10.17660/eJHS.2022/002

17) Https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

18) Kitzberger, C S G., da Silva, C M., dos Santos Scholz, M B., Ferreira, M I F., Metzger Bauchrowitz, I., Benedetti Eilert, J. and J S, Neto. 2017. Physicochemical and sensory characteristics of plums accesses (*Prunus salicina*). *AIMS Agriculture and Food*, 2(1): 101-112.

19) Kwon, J H., Nam, E Y., Jun, J H., Chung, K H., Yun, S K., Kim, S J. and Y S, Do. 2018. Asian plum diversity based on phenotypic traits in Republic of Korea. *Journal of the Korean Society for Plant Resources*, 31(3): 254-267.

20) Lara, M V., Bonghi, C., Famiani, F., Vizzotto, G., Walker, R. P. and M F, Drincovich. 2020. Stone fruit as

biofactories of phytochemicals with potential roles in human nutrition and health. *Frontiers in Plant Science*, 11(562252).
21) Latimer, G W. 2016. Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International, USA.
22) Maghlakelidze, E., Bobokashvili, Z. and D, Maghradze. 2017. Biological and agronomical characteristics of local and introduced plum (*Prunus domestica* L.) cultivars in Georgia. *International Journal of Horticultural Science and Technology*. 4(2): 157-166.
23) Milosevic, T., Milosevic, N. and E, Mratinic. 2010. Morphogenic variability of some autochthonous plum cultivars in western Serbia. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53(6): 1293-1297.
24) Mirheidari, F., Khadivi, A. and Y, Moradi. 2020. The selection of superior plum (*Prunus domestica* L.) accessions based on morphological and pomological characterizations. *Euphytica*, 216(87). DOI: 10.1007/s10681-020-02617-7
25) Pirkhezri, M. 2021. Morphological and pomological evaluation of a number of cultivars and genotyes of three commercial plum species (*Prunus spp* L.). *Research in Pomology*, 6(1): 107-120.
26) Popescu, I. and G, Caudullo. 2016. *Prunus cerasifera* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T. and A, Mauri. (Eds.) European Atlas of Forest Tree Species. Publication Office of the European Union, Luxembourg. p-142.
27) Šebek, G. 2016. The phenological and pomological traits of autochthonous plum cultivars in the area of North Montenegro. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 15(4): 45-63.
28) Shamsolshoara, Y., Gharesheikhbayat, R., Miri, S M., Pirkhezri, M., and D, Davoodi. 2022. Floral morphology, pollen quality and self-(in)compatibility in three natural *Prunus* interspecific hybrids. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 12(2). DOI: 10.22034/JPPB.2022.50788.1261
29) Shamsolshoara, Y., Miri, S M., Gharesheikhbayat, R., Pirkhezri, M. and D, Davoodi. 2021. Phenological, morphological, and pomological characterizations of three promising plum and apricot natural hybrids. *Taiwania*, 66(4): 466-477.
30) Sottile, F., Caltagirone, C., Giacalone, G., Peano, C. and E, Barone. 2022. Unlocking plum genetic potential: Where are we at? *Horticulturae*, 8(128). DOI: 10.3390/horticulturae8020128
31) Taiti, C., Pandolfi, C., Caparrotta, S., Dei, M., Giordani, E., Mancuso, S. and V, Nencetti. 2019. Fruit aroma and sensorial characteristics of traditional and innovative Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) cultivars grown in Italy. *European Food Research and Technology*, 245: 2655-2668.
32) Topp, B L., Russell, D M., Neumüller, M., Dalbó, M A. and W, Liu. 2012. Plum. In: Badenes, M. and D, Byrne. (Eds.) Fruit Breeding. Handbook of Plant Breeding, vol 8. Springer, Boston, MA. Pp: 571-621.
33) UPOV. 2010. JAPANESE PLUM. UPOV Code: PRUNU_SAL (*Prunus salicina* Lindl.). TG/84/4(proj.4).
34) Wang, Y., Chen, X., Zhang, Y. and X, Chen. 2012. Antioxidant activities and major anthocyanins of myrobalan plum (*Prunus cerasifera* Ehrh.). *Journal of Food Science*, 77(4): 388-393.
35) Wolf, J., Göttingerová, M., Kaplan, J., Kiss, T., Venuta, R., and Nečas, T. 2020. Determination of the pomological and nutritional properties of selected plum cultivars and minor fruit species. *Horticultural Science (Prague)*, 47(4): 181-193.