Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 49, No 1, Spring 2018 (159-171)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.214449.1069

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۷ (ص ۱۷۱-۱۵۹)

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوهٔ برخی از نژادگان‌های ازگیل در استان آذربایجان شرقی

بشیر ایوب نژادگان[1*] و حمید حسن‌پور[2]
۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۱۶)

چکیده

ازگیل به‌صورت خودرو در استان آذربایجان شرقی (ارسباران) رشد می‌کند. متأسفانه به‌جز در موارد محدودی، بررسی‌های چندانی راجع به ازگیل در این منطقه انجام نشده است. در این پژوهش ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مانند وزن، طول و عرض میوه و هسته، فراسنجه (پارامتر)های رنگ میوه و ظرفیت پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدان) پوست و گوشت میوه ۲۰ نژادگان وحشی ازگیل در استان آذربایجان شرقی (منطقهٔ ارسباران) بررسی شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد، تنوع بالایی در برخی از صفات مانند طول دم‌میوه، شاخص a^*، Hue، وزن بذر و ظرفیت پاداکسندگی گوشت وجود دارد. بنا بر نتایج تجزیه به عامل‌ها، ده عامل اصلی بیش از ۸۵/۹۷ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. همچنین بنا بر نتایج تجزیه‌ای خوشه‌ای، نژادگان‌ها در چهار گروه اصلی قرار گرفتند. گروه اول شامل چهار نژادگان (M7, M8, M5, M6) بود که بیشترین میانگین صفات طول بذر، عرض بذر، ضخامت بذر و وزن بذر را داشتند. در گروه دوم، هشت نژادگان (M3, M9, M10, M11, M2, M4, M1, M13) قرار گرفتند که بیشترین میانگین صفات طول میوه، عرض میوه، وزن میوه و قطر میانگین هندسی را داشتند. نژادگان‌های موجود در گروه سوم شامل دو نژادگان (M20 و M19) بود که طول برگ، طول دم‌برگ، طول دم میوه و هیو در تفکیک این گروه نقش مهمی داشتند. در گروه چهارم نیز شش نژادگان (M14, M15, M16, M12, M17, M18) قرار گرفتند که ظرفیت پاداکسندگی پوست و گوشت در تفکیک این گروه بیشترین تأثیر را داشتند. نتایج به دست آمده می‌تواند برای برنامه‌های اصلاحی و معرفی رقم در ازگیل سودمند باشد.

واژه‌های کلیدی: **ازگیل، تجزیه به عامل‌ها، تجزیهٔ خوشه‌ای، همبستگی صفات.**

Investigation of physicochemical characterizations of some Medlar (*Mespilus germanica* L.) genotypes in East Azerbaijan province

Bashir Ayob nezhadghan[1*] and Hamid Hassanpour[2]
1, 2. M. Sc. Student and Assistant Professor, Faculty of Agriculture, UrmiaUniversity, Urmia, Iran
(Received: Aug. 27, 2016 - Accepted: Apr. 5, 2017)

ABSTRACT

Medlar (*Mespilus germanica* L) grows wildly in East Azerbaijan province (Arasbaran). Unfortunately, a few studies have been done on medlar in this area, except in limited cases. In this research, physicochemical characterizations such as weight, length and width of fruit and seed, fruit color parameters and antioxidant capacity of peel and flesh of 20 wild medlar genotypes were measured. Results showed that there were high diversity in some of the attributes such as peduncle length, a^*, Hue, seed weight and flesh antioxidant capacity. The 10 main factors based on factor analysis were explained approximately 85.97 % of the total variance. According to the cluster analysis, genotypes were divided into four main groups. The first group includes four genotypes (M7, M8, M5, M6) which had the highest mean length, width, thickness and weight of the seeds. In the second group, the eight genotypes (M3, M9, M10, M11, M2, M4, M1, M13) were located and these genotypes had the highest mean length, width, weight and geometric mean diameter of fruit. The third group of genotypes included two genotypes (M19, M20), the leaf length, petiole length, peduncle length, pH, and Hue had a significant role in the separation of this group. In fourth group, the six genotypes (M14, M15, M16, M12, M17, M18) were located and the peel and flesh antioxidant capacity had the highest impact in separation of this group. Obtained results might be helpful for breeding programs and introducing of cultivar in medlar.

Keywords: Cluster analysis, correlation, factor analysis, medlar.

* Corresponding author E-mail: bashir.urmia@gmail.com

www.SID.ir

مقدمه

ازگیل با نام علمی *Mespilus germanica* L. از خانوادهٔ Rosaceae، درختچه‌ای خاردار به ارتفاع ۳ تا ۵ متر با شاخه‌های قهوه‌ای‌رنگ محکم است (Khatamsaz, 1992). میوهٔ این گیاه پوم بوده و حاوی پنج هستهٔ قهوه‌ای‌رنگ است که در آغاز رشد و پیش از رسیدن سفت است و به میزان زیادی نیز تانن دارد. گوشت میوه هنگامی قابل‌خوردن است که در اثر سرما نرم شده باشد. زمان گلدهی این گیاه اردیبهشت و خردادماه است (Khatamsaz, 1985). رویشگاه‌های اصلی آن در جهان: ایران، جنوب و جنوب شرقی اروپا، آناتولی، قفقاز، عراق و ترکمنستان است. پراکنش جغرافیایی آن در ایران، استان‌های گلستان، مازندران، گیلان، آذربایجان شرقی (ارسباران)، اردبیل و تهران است (Mouzafariyan, 2004). بر پایهٔ بررسی‌های انجام‌شده، مشخص شده است که برگ و میوهٔ این گیاه استفادهٔ دارویی دارد. از ویژگی‌های میوهٔ آن می‌توان به تقویت اعصاب، درمان خونریزی‌های درونی، یبوست، التهاب روده و کاهش نفخ معده اشاره کرد (Bibalani *et al*., 2012). ازگیل به‌طور عمده توسط مردمان ایران، جنوب شرق اروپا و ترکیه به‌صورت تازه خوری یا فرآوری شده مصرف می‌شود. میوهٔ ازگیل افزون بر تانن، لعاب (موسیلاژ) فراوان، ۷۵ درصد آب، ۱۰ درصد قند، ۷ تا ۱۳ درصد سلولز، اسیدهای مالیک، سیتریک، تارتاریک و به میزان جزئی ویتامین‌های E و C دارد (Zargari, 1996). همچنین میوهٔ ازگیل، منبعی بسیار غنی از ترکیب‌های فیتوشیمیایی مانند ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی، اسیدهای آلی و مواد کانی است. در سال‌های اخیر توجه بسیار زیادی روی میوهٔ ازگیل به‌عنوان یکی از منابع اصلی تأمین‌کنندهٔ پاداکسنده (آنتی‌اکسیدان)ها معطوف شده است (Gulcin *et al*., 2011). در بررسی که Maghanaki *et al*. (2012) روی ویژگی‌های فیزیکی میوهٔ ازگیل در استان مازندران انجام دادند، مشاهده کردند، میانگین طول، عرض، ضخامت و قطر میانگین هندسی میوه در نمونه‌های مورد بررسی به ترتیب ۳۶/۸۳، ۳۴/۷۰، ۳۱/۸۱ و ۳۵/۰۸ میلی‌متر است. همچنین در این بررسی میانگین حجم، وزن و چگالی ظاهری میوهٔ نمونه‌های مورد بررسی به ترتیب برابر با ۲۳/۵۷ سانتی‌مترمکعب، ۲۲/۵۲ گرم و ۰/۹۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود و میانگین درصد کرویت، سطح رویه و ضریب بازارپسندی نیز به ترتیب ۹۵/۳۴، ۳۸۸۴/۹۰ میلی‌مترمربع و ۱/۰۷ به‌دست آمد. همچنین برخی ویژگی‌های فیزیکی (قطر میانگین هندسی، درصد کرویت، سطح رویه، حجم، قطر و وزن بافت میوه) و شیمیایی (رطوبت، پروتئین، روغن خام، فیبر، خاکستر، انرژی، اسیدیتهٔ قابل عیار یا تیتر و pH) میوهٔ ازگیل رشد یافته در ترکیه، توسط Haciseferogullari *et al*. (2005) بررسی شد. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش برای ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به ترتیب، ۲۸/۸۶ میلی‌متر، ۰/۹۲، ۹/۲۵ سانتی‌مترمربع، ۱۳/۶۸ سانتی‌مترمکعب، ۲۷/۶۸ میلی‌متر، ۱۱/۹۸ گرم، ۷۲/۱۵ درصد، ۳/۷۱ درصد، ۴/۰۹ درصد، ۱۱/۴ درصد، ۱/۹۶ درصد، ۱۶/۵ کیلوکالری بر گرم، ۰/۲۸ درصد و ۴/۲۶ به دست آمد. نتایج پژوهشی که به‌منظور تعیین برخی ویژگی‌های ریخت‌شناختی (مورفولوژی) و بیوشیمیایی ۳۹ نژادگان ازگیل در منطقهٔ اردو ترکیه انجام شد، نشان داد، تنوع زیادی از لحاظ صفات مورد بررسی بین نژادگان‌ها وجود داشت. به‌طور میانگین وزن میوه بین ۶/۳۲ و ۳۶/۴۲ گرم، طول میوه بین ۲۱/۰۸ و ۴۰/۰۱ و عرض میوه بین ۲۰/۰۶ و ۴۲/۰۷ میلی‌متر بود. درحالی‌که طول و عرض کاسبرگ به ترتیب بین ۳/۸ تا ۱۱/۸ و ۸/۳ تا ۲۳/۳ میلی‌متر بود. همچنین اسیدیتهٔ قابل عیار و pH نیز به ترتیب بین ۸ تا ۱۸ درصد و ۳/۶۲ تا ۴/۹۰ متغیر بودند (Aygun & Tasci, 2013). نتایج به‌دست‌آمده از بررسی Altuntas *et al*. (2013) روی برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ریخت‌شناختی میوهٔ ازگیل در هنگام بلوغ فیزیولوژی و دورهٔ رسیدن نشان داد، طول میوه، قطر میوه، جرم میوه، قطر میانگین هندسی، کرویت، سطح رویه، سفتی میوه، حجم و تخلخل در طول رسیدن میوه به ترتیب به میزان ۲۸/۳۰ میلی‌متر، ۲۶/۳۴ میلی‌متر، ۱۵/۴۸ گرم، ۲۶/۸۲ میلی‌متر، ۰/۹۵درصد، ۲۲/۶۲ سانتی‌متر مربع، ۹۳۳/۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب، ۱۰/۲۸ سانتی‌متر مکعب و ۶۷درصد کاهش یافته، درحالی‌که جرم

Archive of SID

www.SID.ir

مخصوص ظاهری در طول این دوره به میزان ۳۰۷/۵۶ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یافته است. محتوای مواد جامد محلول کل (TSS) و اسیدیتهٔ قابل عیار (TA) میوهٔ ازگیل نیز در طول دورهٔ رسیدن به ترتیب به میزان ۱۵/۵۰درصد افزایش و ۰/۳۸۵ گرم در ۱۰۰ گرم کاهش یافته بود. همچنین pH میوهٔ ازگیل از ۴/۰۱ در دورهٔ بلوغ فیزیولوژی به ۴/۷۰ در دورهٔ رسیدن افزایش یافته بود. در بررسی دیگر ویژگی‌های فیزیکی، بیوشیمیایی و تغذیه‌ای میوهٔ ازگیل رشد یافته در شمال شرقی آناتولی بررسی و مشخص شد که طول، عرض، قطر میوه، مواد جامد محلول، پروتئین، خاکستر، فیبر خام، روغن خام، سفتی بافت میوه و pH به ترتیب ۴/۳۴ سانتی‌متر، ۴/۲۲ سانتی‌متر، ۳/۶۷ سانتی‌متر، ۲۳/۹۷ درصد، ۱/۰۶ درصد، ۰/۷۹ درصد، ۴/۲۴ درصد، ۰/۰۰۵ درصد، ۱/۲۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و ۴/۲۶ است. همچنین در این بررسی نسبت گوشت میوه، نسبت بذر و نسبت گوشت میوه به بذر به ترتیب ۹۲/۸۸ درصد، ۷/۱۱ درصد و ۱۴/۰۷ درصد بود (Kalyoncu *et al.*, 2013). بررسی در آفریقای جنوبی روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ترکیب‌های تغذیه‌ای میوهٔ ازگیل وحشی در دو زمان برداشت (برداشت اول ماه ژانویه و برداشت دوم یک ماه پس از برداشت اول) انجام شد، نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی نشان داد، کاهش وزن میوه، درصد قند و نسبت قند به اسید در برداشت دوم در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود، درحالی‌که تأثیر مراحل برداشت روی قطر میوه، وزن هزاردانه، اسیدیتهٔ قابل عیار و pH در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. عنصرهای کانی P، K، Mn و Fe موجود در میوه به ترتیب ۳۳، ۱۸، ۳ و ۷ درصد در مرحلهٔ دوم برداشت کاهش پیدا کردند که کاهش P در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (Mothapo *et al.*, 2014). در بررسی دیگری که Nabavi *et al.* (2011) روی فعالیت پاداکسندگی میوه، پوست شاخه و برگ ازگیل وحشی در استان مازندران انجام دادند، مشخص شد که عصاره‌های به‌دست‌آمده از پوست شاخه (آبی و متانولی) بهترین فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH را به ترتیب با ۱۰/۰۷ و ۱۰/۰۴ میکروگرم بر میلی‌لیتر دارند. همهٔ عصاره‌ها توانایی ضعیفی را در کلات کردن آهن نشان دادند. عصارهٔ متانولی میوه، بهترین فعالیت را در مهار کردن اکسید نیتریک نسبت به دیگر عصاره‌ها نشان داد (۲۴۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر). همچنین عصارهٔ برگ‌ها و عصارهٔ پوست شاخه‌ها، توان احیاکنندگی بهتری نسبت به عصارهٔ میوه‌ها نشان دادند. بنا بر نتایج Rop *et al.* (2011) میزان ظرفیت پاداکسندگی کل و ترکیب‌های فنلی کل ازگیل وحشی با افزایش رشد کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه در کشور ایران، میوهٔ ازگیل کاربردهای خوراکی و دارویی دارد، لذا تولید آن در کشور می‌تواند به‌عنوان یک محصول درآمدزا در سلامتی جامعه نیز مؤثر واقع شود. بنابراین با توجه به وجود ترکیب‌های فنلی و پاداکسندگی موجود در آن و نظر به اینکه تاکنون بررسی روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و پاداکسندگی ازگیل‌های وحشی استان آذربایجان شرقی (ارسباران) انجام نشده است، لذا انجام بررسی‌های پایه‌ای روی ازگیل‌های وحشی این استان ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین این پژوهش، با هدف بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی میوهٔ ۲۰ نژادگان ازگیل در استان آذربایجان شرقی (ارسباران) انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش شمار ۲۰ نژادگان ازگیل از جنگل‌های ارسباران استان آذربایجان شرقی انتخاب و برچسب‌زنی شدند و با استفاده از دستگاه GPS موقعیت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریای آن‌ها مشخص شد (جدول ۱). در انتخاب این نژادگان‌ها مناسب و سالم بودن درخت و بدون آفات و بیماری‌ها بودن آن و همچنین پرورش یافتن در شرایط یکسان ملاک قرار گرفته شد. پس از گردآوری برگ و میوه از نژادگان‌های مورد نظر، نمونه‌ها به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه منتقل شدند و صفات فیزیکوشیمیایی مختلفی روی آن‌ها اندازه‌گیری شد.

صفات ارزیابی‌شده

در این بررسی صفات کمی و کیفی مختلف میوه، بذر و برگ ارزیابی شدند. از بیست میوه، بذر و برگ برای اندازه‌گیری صفات مربوط به آن‌ها استفاده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی نژادگان‌های مورد بررسی ازگیل در استان آذربایجان شرقی

Table 1. Geographical location of the studied genotypes of medlar in East Azerbaijan province

Genotype	Collected site	Longitude	Latitude	Altitude (m)
M1	Kaleybar-Aghoyeh	46º 54' 897"	38 º 50' 959"	1396
M2	Kaleybar-Aghoyeh	46 º 54' 876"	38 º 50' 906"	1405
M3	Kaleybar-Aghoyeh	46 º 54' 882"	38 º 50' 938"	1412
M4	Kaleybar-Aghoyeh	46 º 54' 876"	38 º 50' 939"	1415
M5	Kaleybar-Aghoyeh	46 º 54' 876"	38 º 50' 925"	1410
M6	Kaleybar-Ali abad	46 º 54' 871"	38 º 50' 914"	1415
M7	Kaleybar-Ali abad	46 º 54' 869"	38 º 50' 886"	1419
M8	Kaleybar-Ali abad	46 º 54' 868"	38 º 50' 881"	1424
M9	Kaleybar-Ali abad	46 º 54' 871"	38 º 50' 870"	1422
M10	Kaleybar-Ali abad	46 º 54' 866"	38 º 50' 856"	1421
M11	Kaleybar-Osku	46 º 54' 854"	38 º 50' 840"	1423
M12	Kaleybar-Osku	46 º 54' 876"	38 º 50' 832"	1424
M13	Kaleybar-Osku	46 º 54' 844"	38 º 50' 843"	1431
M14	Kaleybar-Osku	46 º 54' 845"	38 º 50' 854"	1438
M15	Kaleybar-Osku	46 º 54' 834"	38 º 50' 849"	1440
M16	Kaleybar-Makidi	46 º 54' 846"	38 º 50' 869"	1439
M17	Kaleybar-Makidi	46 º 54' 855"	38 º 50' 879"	1436
M18	Kaleybar-Makidi	46 º 54' 860"	38 º 50' 886"	1434
M19	Kaleybar-Makidi	46 º 54' 849"	38 º 50' 893"	1440
M20	Kaleybar-Makidi	46 º 54' 844"	38 º 50' 901"	1445

برای اندازه‌گیری صفات مربوط به رنگ نیز از ده میوه استفاده شد. جدول ۲ فهرست صفات بررسی شده و واحد اندازه‌گیری آن‌ها را نشان می‌دهد. برای تعیین صفات طول و عرض برگ، میوه و بذر، طول دم‌میوه، طول دم‌برگ و ضخامت بذر از خط‌کش و کولیس دیجیتالی (مدل NO:Z 22855) با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر استفاده شد. برای اندازه‌گیری وزن میوه و بذرها از ترازوی دیجیتال (مدل Candg1300) با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد. ارزیابی رنگ میوه‌ها با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج هانتر لب (مدل sunset H 1149) انجام شد. پیش از اندازه‌گیری رنگ هر نمونه، دستگاه با استفاده از سطح سفید استانداردی (L= 100) واسنجی (کالیبره) شد. مدل رنگی Lab شامل مؤلفهٔ L (روشنی) با محدودهٔ ۰ (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید)، مؤلفهٔ a (قرمزی) نامحدود با طیف رنگی سبز (مقادیر منفی) تا قرمز (مقادیر مثبت) و مؤلفهٔ b (زردی) نامحدود با طیف رنگی آبی (مقادیر منفی) تا زرد (مقادیر مثبت) است. برای محاسبهٔ شاخص هیو از رابطهٔ (Hue= arctan b/a) استفاده شد که اختلاف‌های جزئی رنگ را بیان می‌کند، اعداد به این صورت است: ۰° قرمز بنفش، ۹۰° زرد، ۱۸۰° سبز-آبی، ۲۷۰° آبی. برای محاسبهٔ خلوص رنگ (کروما) نیز از رابطهٔ $Chroma=(a^2+b^2)^{0.5}$ استفاده شد که خلوص یا اشباعی رنگ را مشخص می‌کند. بنابراین برای رنگ با این دو شاخص اشباعی و خلوص (هیو و کروما) پنج صفت خواهیم داشت: L^*، a^*، b^*، هیو و کروما.

همچنین سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج دستی (Penetrometer, PT 327) با پروپ شماره ۶ اندازه‌گیری شد. pH با استفاده از pH متر دیجیتالی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری اسیدیتهٔ قابل عیار آن نیز از روش عیارسنجی (تیتراسیون) استفاده شد. عمل عیارسنجی توسط هیدروکسید سدیم (NaOH) ۰/۱ نرمال (۴ گرم در لیتر) تا pH=۸/۱ صورت گرفت و بر پایهٔ میزان هیدروکسید سدیم مصرفی در جریان عیارسنجی، میزان اسید موجود در عصارهٔ میوه به‌صورت درصد بیان شد (Erkan & Selcuk, 2015). میزان اسیدیتهٔ قابل عیارسنجی برحسب معادل اسید مالیک (اسید غالب ازگیل) با رابطهٔ (۱) محاسبه شد.

$$TA = \left(\frac{S \times N \times F \times E}{C}\right) \times 100 \qquad (۱)$$

در این رابطه N نرمالیته NaOH، F عامل NaOH یا ضریب نرمال، C میزان عصارهٔ میوه، E اکی والان اسید مورد نظر، TA میزان اسیدهای قابل تیتر موجود در عصارهٔ میوه، S میزان NaOH مصرف شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. صفات ارزیابی‌شده و واحد اندازه‌گیری آن‌ها در نژادگان‌های مورد بررسی

Table 2. The evaluated attributes and its unit of measurement in studied genotypes

Number	Traits	Abbreviation	Unit of measurement
1	Leaf Length	LL	(cm)
2	Leaf Width	LW	(cm)
3	Leaf Length/Leaf Width	LL/LW	
4	Petiole Length	PL	(cm)
5	Fruit Length	FL	(mm)
6	Fruit Width	FW	(mm)
7	Fruit Length/Fruit Width	FL/FW	
8	Pedicle Length	PeL	(mm)
9	Seed Length	SL	(mm)
10	Seed Width	SW	(mm)
11	Seed Length/Seed Width	SL/SW	
12	Seed Thickness	STh	(mm)
13	Fruit Weight	FWe	(g)
14	Seed Weight	SWe	(g)
15	Geometric mean Diameter	Dg	(mm)
16	Sphericity	Q	(%)
17	Surface Area	S	(mm^2)
18	Aspect Ratio	AR	-
19	Volume	V	(cm^3)
20	Density	ρ	(g/cm^3)
21	Firmness	F	(Kg/cm^2)
22	L*	L*	-
23	a*	a*	-
24	b*	b*	-
25	Hue	Hue	-
26	Chroma	Ch	-
27	pH	pH	-
28	Titrable Acidity	TA	(%)
29	Peel Antioxidant Capacity	PAC	(%)
30	Flesh Antioxidant Capacity	FAC	(%)

برای محاسبهٔ صفات قطر میانگین هندسی، درصد کرویت، سطح رویه، ضریب بازارپسندی، حجم و چگالی میوه نیز به ترتیب از رابطه‌های زیر استفاده شد.

$$Dg = (LW^2)^{1/3} \quad (۲)$$

$$Q = \left(\frac{Dg}{L}\right) \times 100 \quad (۳)$$

$$S = \pi(Dg)^2 \quad (۴)$$

$$AR = \left(\frac{W}{L}\right) \times 100 \quad (۵)$$

$$V = \frac{\pi L W^2}{6} \quad (۶)$$

$$\rho = \left(\frac{m}{v}\right) \quad (۷)$$

در رابطه‌های بالا، Dg قطر میانگین هندسی، L طول میوه، W عرض میوه، Q درصد کرویت، S سطح رویه، AR ضریب بازارپسندی، V حجم میوه، ρ چگالی و m وزن میوه است (Maghanaki *et al*., 2012).

ارزیابی فعالیت پاداکسندگی عصاره‌ها به روش DPPH

استخراج عصاره‌ها برای اندازه‌گیری توانایی در مهار رادیکال‌های آزاد به این صورت انجام شد که نمونه‌های پوست و گوشت به‌صورت جداگانه توزین، آنگاه با نیتروژن مایع به‌صورت پودر درآمدند. ۰/۵گرم از نمونهٔ پودرشده با ۵ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد مخلوط و به مدت یک دقیقه تکان (ورتکس) داده شد. سپس نمونه‌ها به مدت یک ساعت در دمای اتاق نگهداری و دوباره به مدت یک دقیقه تکان داده و به مدت پنج دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجهٔ سلسیوس سانتریفیوژ شدند. قسمت رونشین نمونه‌ها به‌آرامی برداشته و در لوله‌های درپوش‌دار در دمای ۲۰- درجهٔ سلسیوس نگهداری شدند (Hassanpour & Alizadeh, 2016). اندازه‌گیری توانایی عصاره‌ها در مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH) به این صورت انجام شد که ۵۰ میکرولیتر از عصارهٔ آماده‌شده را با ۱۰۰۰ میکرولیتر DPPH (5×10^{-5} mol/L) مخلوط کرده و پس از قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی، جذب نمونه‌ها با دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر) در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر خوانده و بر پایهٔ رابطهٔ (۸) درصد بازدارندگی محاسبه شد (Nakajima *et al*., 2004).

$$\text{درصد بازدارندگی (٪)} = \frac{(A_c - A_s)}{A_c} \times 100 \quad (۸)$$

در این رابطه Ac و As به ترتیب جذب شاهد و جذب نمونه است.

تجزیهٔ آماری

پس از اندازه‌گیری صفات مورد نظر، برای تجزیهٔ داده‌ها، برای محاسبهٔ آمار توصیفی، همبستگی صفات و تجزیهٔ خوشه‌ای به روش Ward از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ استفاده شد. همچنین تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش چرخش عامل‌ها به روش وریماکس انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج میانگین، دامنه، کمینه، بیشینه، انحراف معیار و درصد تنوع صفات اندازه‌گیری‌شده در نژادگان‌های مورد بررسی در جدول ۳ آورده شده است.

نتایج بررسی‌ها نشان داد، در بین صفات بررسی شده، صفت طول دم میوه بیشترین میزان تنوع و سطح رویه کمترین میزان تنوع را داشت. صفاتی مانند وزن بذرهای

Archive of SID

www.SID.ir

میوه، شاخص *a، ظرفیت پاداکسندگی گوشت میوه، طول دم‌برگ و وزن میوه نیز تنوع بالایی داشتند. در این پژوهش بیشترین میزان طول برگ، عرض برگ و طول دم‌برگ به ترتیب ۱۷، ۸ و ۲/۵۰ سانتی‌متر بود. همچنین میانگین صفات طول و عرض میوه، طول دم‌میوه، طول، عرض و ضخامت بذر، وزن میوه، وزن بذر، قطر میانگین هندسی، درصد کرویت، سطح رویه، ضریب بازارپسندی، سفتی بافت میوه، حجم، چگالی، pH، TA، ظرفیت پاداکسندگی پوست و گوشت میوه به ترتیب ۲۳/۵۴، ۲۲/۸۱، ۵/۰۴، ۸/۶۸، ۴/۲۰، ۲/۰۷ میلی‌متر، ۶/۳۱، ۰/۷۵ گرم، ۲۲/۹۵ میلی‌متر، ۹۷/۷۷ درصد، ۱۶۶۶/۷۲ میلی‌متر مربع، ۹۷/۳۵، ۵/۲۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، ۶/۳۶ سانتی‌متر مکعب، ۰/۹۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب، ۳/۸۸، ۱/۸۸ درصد، ۷۷/۴۷ درصد و ۶۰/۱۴ درصد بود.

در بررسی‌هایی که Maghanaki *et al.* (2012) روی ویژگی‌های فیزیکی میوهٔ ازگیل در استان مازندران انجام دادند، مشاهده کردند، میانگین طول، عرض، ضخامت و قطر میانگین هندسی میوه در نمونه‌های مورد بررسی به ترتیب ۳۶/۸۳، ۳۴/۷۰، ۳۱/۸۱ و ۳۵/۰۸ میلی‌متر است. همچنین در این بررسی میانگین حجم، وزن و چگالی ظاهری میوهٔ نمونه‌های مورد بررسی به ترتیب برابر با ۲۳/۵۷ سانتی‌متر مکعب، ۲۲/۵۲ گرم و ۰/۹۵گرم بر سانتی‌متر مکعب بود و میانگین درصد کرویت، سطح رویه و ضریب بازارپسندی نیز به ترتیب ۹۵/۳۴، ۳۸۸۴/۹۰ میلی‌متر مربع و ۱/۰۷ به دست آمد.

در بررسی دیگری که روی نژادگان‌های مختلفی از منطقهٔ اردو ترکیه انجام شده بود، مشخص شد که وزن میوه بین ۶/۳۲ و ۳۶/۴۲ گرم، طول میوه بین ۲۱/۸ و ۴۰/۱ و عرض میوه بین ۲۰/۰۶ و ۴۲/۰۷ میلی‌متر است و اسیدیتهٔ قابل عیار و pH نیز به ترتیب بین ۸ تا ۱۸ درصد و۳/۶۲ تا ۴/۹۰ متغیر بودند (Aygun & Tasci, 2013). همچنین در بررسی که Kalyoncu *et al.* (2013) در مورد ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوهٔ ازگیل انجام دادند، مشاهده کردند که طول، عرض، سفتی بافت میوه و pH به ترتیب ۴/۳۴، ۴/۲۲ سانتی‌متر، ۱/۲۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و ۴/۲۶ است. دلیل مغایر بودن برخی از نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی با نتایج بررسی‌های یادشده در بالا، می‌تواند شرایط محیطی متفاوت و نژادگان‌های مورد بررسی متفاوت باشد.

جدول ۳. آمار توصیفی صفات ارزیابی‌شدهٔ نژادگان‌های وحشی ازگیل

Table 3. Descriptive statistics of measured attributes in studied wild medlar genotypes

Traits	Range	Maximum	Minimum	Mean	Standard deviation	Percentage variation*
LL	10.50	17.00	6.50	10.23	1.95	19.06
LW	5.00	8.00	3.00	4.70	0.90	19.14
LL/LW	1.98	3.28	1.30	2.21	0.38	17.19
PL	2.00	2.50	0.50	1.60	0.41	25.62
FL	10.50	29.00	18.50	23.54	2.19	9.33
FW	12.20	28.20	16.00	22.82	2.17	9.50
FL/FW	0.72	1.51	0.78	1.04	0.11	10.57
PeL	12.40	13.40	1.00	5.04	3.31	65.67
SL	5.01	11.41	6.40	8.68	0.88	10.13
SW	2.30	5.45	3.15	4.20	0.47	11.19
SL/SW	1.22	2.74	1.52	2.08	0.21	10.09
STh	3.43	7.58	4.15	5.94	0.66	11.11
FWe	8.36	10.95	2.59	6.31	1.61	25.51
SWe	1.26	1.31	0.05	0.75	0.25	33.33
Dg	9.80	27.55	17.75	22.95	1.89	8.23
Q	41.53	117.42	75.89	97.77	6.47	6.61
S	1394.68	2384.47	989.79	1666.72	27.05	1.62
AR	61.47	127.89	66.42	97.35	9.60	9.86
V	8.61	11.12	2.51	6.36	1.65	25.94
ρ	0.09	1.05	0.95	0.99	0.22	22.22
F	4.90	8.00	3.10	5.22	1.19	22.79
L*	19.66	56.26	36.60	46.57	4.45	9.55
a*	21.91	20.46	-1.45	10.15	4.35	42.85
b*	10.75	28.74	17.99	24.22	2.45	10.11
Hue	18.03	22.87	4.84	8.60	3.21	37.32
Ch	23.80	46.03	22.23	26.89	3.07	11.41
pH	0.30	4.17	3.87	3.88	0.30	7.73
TA	1.20	2.50	1.30	1.88	0.30	15.95
PAC	24.02	84.59	60.57	77.47	7.95	10.56
FAC	57.06	87.08	30.02	60.15	18.57	30.87

* Percentage variation (coefficient of variation) has been calculated based on the ratio of standard deviation to the mean.

Archive of SID

www.SID.ir

محدودهٔ ظرفیت پاداکسندگی گوشت و پوست در نژادگان‌های مورد بررسی به ترتیب از ۳۰/۰۲ تا ۸۷/۰۸ و ۶۰/۵۷ تا ۸۴/۵۹ درصد متغیر بود. فعالیت پاداکسندگی به روش DPPH در ۱۱ نژادگان ازگیل وحشی توسط Ercisli *et al.* (2012) بررسی و نتایج آنان نشان داد، محدودهٔ ظرفیت پاداکسندگی میوهٔ ازگیل بین ۲۲/۳ تا ۵۷/۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر وزن تر متغیر است. همچنین در بررسی انجام‌شده روی میوهٔ ازگیل توسط Rop *et al.* (2011) مشخص شد که میزان ظرفیت پاداکسندگی کل میوهٔ ازگیل ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر است. بررسی دیگری روی ویژگی‌های پاداکسندگی و میزان ترکیب‌های فنلی کل میوهٔ ازگیل توسط Mamshlo *et al.* (2011) انجام شد، نتایج بررسی آنان نشان داد، ظرفیت پاداکسندگی کل تعیین‌شده به روش DPPH در عصارهٔ متانولی میوهٔ ازگیل ۲۰۵/۹۶ میکروگرم عصاره دمیلی‌لیتر است. دلیل مغایر بودن برخی از نتایج ظرفیت پاداکسندگی میوهٔ این بررسی با بررسی‌های یادشده، می‌تواند نژادگان‌های متفاوت و شرایط محیطی متفاوت منطقهٔ مورد بررسی باشد زیرا موقعیت جغرافیایی نژادگان‌های مورد بررسی و اختلاف زیاد دمای شب و روز می‌تواند تأثیر به‌سزایی در ساخت (سنتز) ترکیب‌های پاداکسنده داشته باشد.

رنگ یکی از مهم‌ترین اجزای کیفیت میوه‌های تازه است. رسیدن میوه یک مجموعهٔ ژنتیکی برنامه‌ریزی‌شده است که باعث تغییرپذیری‌های اساسی در بافت، طعم و رنگ میوه می‌شود. در این پژوهش، میانگین شاخص L^*، a^*، b^*، Hu و Ch به ترتیب ۴۶/۵۷، ۱۰/۱۵، ۲۴/۲۲، ۸/۶۰ و ۲۶/۸۹ به دست آمد. اشباعی و خلوص رنگ میوهٔ ازگیل به ترتیب بین ۶۱/۹۲ تا ۸۰/۵۴ و ۳۳/۲۱ تا ۴۳/۳۰ توسط Ercisli *et al.* (2012) گزارش شده است. تعیین ویژگی‌های رنگ میوهٔ ازگیل، توسط Canbay *et al.* (2015) بررسی شد، نتایج آنان نشان داد، میانگین شاخص L^*، a^*، b^*، Hu و Ch به ترتیب برابر با ۵۱/۰، ۸/۳، ۲۷/۹، ۷۲/۳ و ۲۹/۰ است. همچنین تعیین رنگ پوست و گوشت میوهٔ ازگیل (L^*، a^*، b^*) در دو مرحلهٔ بلوغ فیزیولوژی و رسیدن میوه توسط Altuntas *et al.* (2013) ارزیابی شد که برای رنگ پوست و گوشت در مرحلهٔ بلوغ فیزیولوژی به ترتیب (۴۴/۱۰، ۷/۹۴، ۲۳/۳۳) و (۷/۴۸، ۸/۹۲-، ۲۲/۴۷) و در مرحلهٔ رسیدن میوه برای پوست و گوشت به ترتیب برابر با (۳۲/۷۶، ۳/۲۶، ۱۰/۸۱) و (۲۴/۵۰، ۳/۱۴، ۱۱/۱۰) بود. دلیل مغایر بودن برخی از نتایج این بررسی با موارد بالا می‌تواند ناشی از نژادگان‌های متفاوت و شرایط محیطی متفاوت باشد که البته نژادگان‌های مورد بررسی در این پژوهش شاخص a^* بالاتری نسبت به موارد یادشده، داشتند که با توجه به موقعیت جغرافیایی منطقه و دریافت نور بیشتر، میوه‌ها رنگ قرمزی بیشتری داشتند.

همبستگی صفات

از همبستگی صفات برای بررسی و ایجاد رابطهٔ منطقی و معنی‌دار بین صفات استفاده می‌شود. ایجاد رابطه بین چند صفت می‌تواند راه را برای بررسی صفاتی که اندازه‌گیری آن‌ها ممکن است دشوار باشد، هموار کند. همچنین هنگامی‌که صفتی مد نظر است که در زمان خاصی ظهور می‌کند و یا شناسایی آن نیاز به زمان و اندازه‌گیری دقیق داشته باشد، می‌توان صفاتی را ملاک انتخاب قرار داد که همبستگی معنی‌دار با صفت مد نظر دارد. لذا در برخی موارد که اندازه‌گیری صفت پرهزینه، پیچیده، زمان‌بر و دشوار است، می‌توان از صفات دیگری که همبستگی معنادار و بالایی با صفت مورد نظر دارند، برای اندازه‌گیری غیرمستقیم آن صفت استفاده کرد. وجود همبستگی بین دو صفت، رابطهٔ خطی بین آن دو را نشان می‌دهد که در محدودهٔ ۱+ و ۱- متغیر است و از این رابطه بین صفات می‌توان در برنامه‌های بهنژادی استفاده کرد (Forde, 1975). در صورت وجود همبستگی بالا بین دو صفت می‌توان با اندازه‌گیری یک صفت به وضعیت صفت دوم پی برد.

نتایج تجزیهٔ همبستگی بین صفات مورد بررسی در جدول ۴ آورده شده است. نتایج همبستگی سادهٔ صفات، وجود همبستگی‌های مثبت و منفی معنی‌دار بین بیشتر صفات را نشان داد. بنابر نتایج همبستگی، ظرفیت پاداکسندگی پوست با طول دم‌میوه (۰/۴۶*)،

Archive of SID

www.SID.ir

چگالی (۰/۴۶*)، طول میوه (۰/۶۲**)، عرض میوه (۰/۶۱**)، وزن میوه (۰/۶۳**)، همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات وزن بذر (۰/۵۹-**)، عرض بذر (۰/۵۱-*)، ضخامت بذر (۰/۵۴-*) همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. ظرفیت پاداکسندگی گوشت نیز با صفت هیو (۰/۴۶*) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین بین صفات عرض برگ با سفتی میوه (۰/۵۸**) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد که نشان‌دهندهٔ این است که هرچقدر برگ‌ها عرض بیشتری داشته باشند، میوهٔ آن‌ها نیز سفتی بیشتری خواهند داشت. ضریب بازارپسندی با صفات عرض میوه (۰/۶۱**)، قطر میانگین هندسی (۰/۴۶*)، درصد کرویت (۰/۹۵**)، سطح رویه (۰/۴۶*) و حجم (۰/۴۶*) همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. بنابراین میوه‌هایی با کرویت بالا، بازارپسندتر خواهند بود. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین طول دم‌برگ با شاخص L^* (۰/۴۶*)، نیز نشان‌دهندهٔ این است که درختانی که طول دم‌برگ بیشتری داشته باشند، میوهٔ آن‌ها رنگ روشن‌تری خواهد داشت. اما وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین طول میوه (۰/۶۷**) و طول بذر (۰/۵۶**) با شاخص a^* نشان می‌دهد که هرچقدر میوه‌ها طول بیشتری داشته باشند، رنگ قرمزی آن‌ها نیز بیشتر خواهد بود. در این پژوهش، در فضایی که بررسی و ارزیابی انجام شد، افزایش یک فراسنجهٔ (پارامتر) فیزیکی با افزایش یک فراسنجهٔ بیوشیمیایی و نیز کاهش آن فراسنجه با کاهش فراسنجهٔ دیگر همراه بود. به‌عنوان نمونه می‌توان گفت نژادگان‌هایی که طول و عرض میوه و طول دم‌میوهٔ بلندتری دارند می‌توانند ظرفیت پاداکسندگی بیشتری در پوست داشته باشند.

تجزیه به عامل‌ها

برای گروه‌بندی صفات تأثیرگذار در عامل‌های مشترک و آسانگری تجزیه‌وتحلیل صفات از تجزیه به عامل‌ها استفاده می‌شود. در این پژوهش تجزیه به عامل‌ها با هدف مشخص کردن عامل‌های اصلی برای کاهش شمار صفت به شماری عامل مؤثر برای تفکیک نژادگان‌ها انجام شد.

جدول ۴. همبستگی سادهٔ بین صفات مورد بررسی در نژادگان‌های وحشی ازگیل

Table 4. Correlation between studied traits in wild Medlar genotypes

Traits	LL	LW	LL/LW	PL	FL	FW	FL/FW	Pel	SL	SW	SL/SW	STh	FWe	SWe
LL	1													
LW	0.38^{ns}	1												
LL/LW	0.62**	-0.48*	1											
PL	0.67**	0.58**	0.15^{ns}	1										
FL	0.12^{ns}	0.04^{ns}	0.05^{ns}	-0.18^{ns}	1									
FW	0.20^{ns}	0.11^{ns}	0.08^{ns}	-0.05^{ns}	0.80**	1								
FL/FW	-0.21^{ns}	-0.14^{ns}	-0.08^{ns}	-0.18^{ns}	-0.03^{ns}	-0.62**	1							
PeL	0.00^{ns}	-0.19^{ns}	0.19^{ns}	0.16^{ns}	-0.70**	-0.72**	0.32^{ns}	1						
SL	0.20^{ns}	0.23^{ns}	-0.04^{ns}	0.16^{ns}	0.65**	0.67**	-0.28^{ns}	-0.71**	1					
SW	0.03^{ns}	0.06^{ns}	-0.04^{ns}	-0.22^{ns}	0.81**	0.89**	-0.43^{ns}	-0.82**	0.75**	1				
SL/SW	-0.11^{ns}	-0.04^{ns}	0.20^{ns}	-0.15^{ns}	-0.04^{ns}	-0.34^{ns}	0.50*	0.14^{ns}	0.01^{ns}	-0.34^{ns}	1			
STh	-0.01^{ns}	-0.06^{ns}	0.01^{ns}	-0.13^{ns}	0.78**	0.81**	-0.36^{ns}	-0.78**	0.85**	0.91**	-0.06^{ns}	1		
FWe	0.22^{ns}	0.12^{ns}	0.08^{ns}	-0.06^{ns}	0.88**	0.97**	-0.46*	-0.73**	0.73**	0.91**	-0.26^{ns}	0.85**	1	
SWe	0.06^{ns}	-0.24^{ns}	0.21^{ns}	-0.27^{ns}	0.76**	0.67**	-0.15^{ns}	-0.67**	0.67**	0.72**	0.19^{ns}	0.83**	0.72**	1
Dg	0.19^{ns}	0.10^{ns}	0.07^{ns}	-0.09^{ns}	0.89**	0.98**	-0.48*	-0.75**	0.70**	0.90**	-0.27^{ns}	0.84**	0.99**	0.73**
Q	0.16^{ns}	0.11^{ns}	0.06^{ns}	0.12^{ns}	0.01^{ns}	0.60**	-0.99**	-0.32^{ns}	0.24^{ns}	0.42^{ns}	-0.51*	0.33^{ns}	0.43^{ns}	0.11^{ns}
S	0.19^{ns}	0.10^{ns}	0.07^{ns}	-0.08^{ns}	0.89**	0.98**	-0.48*	-0.74**	0.70**	0.90**	-0.27^{ns}	0.84**	0.99**	0.72**
AR	0.15^{ns}	0.10^{ns}	0.07^{ns}	0.10^{ns}	0.02^{ns}	0.61**	-0.99**	-0.33^{ns}	0.23^{ns}	0.43^{ns}	-0.51*	0.33^{ns}	0.44^{ns}	0.11^{ns}
V	0.24^{ns}	0.12^{ns}	0.10^{ns}	-0.07^{ns}	0.87**	0.97**	-0.47*	-0.73**	0.69**	0.90**	-0.27^{ns}	0.81**	0.99**	0.72**
ρ	-0.23^{ns}	0.02^{ns}	-0.19^{ns}	0.16^{ns}	-0.37^{ns}	-0.48*	0.32^{ns}	0.35^{ns}	-0.07^{ns}	-0.33^{ns}	0.16^{ns}	-0.15^{ns}	-0.45*	-0.35^{ns}
F	0.20^{ns}	0.58**	-0.29^{ns}	0.28^{ns}	0.21^{ns}	0.09^{ns}	0.11^{ns}	-0.11^{ns}	0.13^{ns}	0.07^{ns}	-0.10^{ns}	0.07^{ns}	0.15^{ns}	0.07^{ns}
L^*	0.52*	0.31^{ns}	0.22^{ns}	0.46*	-0.30^{ns}	-0.25^{ns}	0.03^{ns}	0.44^{ns}	-0.35^{ns}	-0.41^{ns}	-0.18^{ns}	-0.50*	-0.30^{ns}	-0.48*
a^*	-0.21^{ns}	-0.13^{ns}	-0.10^{ns}	-0.33^{ns}	0.67**	0.47*	0.10^{ns}	-0.47*	0.56**	0.55*	0.13^{ns}	0.63**	0.54*	0.53*
b^*	0.46*	0.33^{ns}	0.14^{ns}	0.34^{ns}	-0.22^{ns}	-0.23^{ns}	0.10^{ns}	0.39^{ns}	-0.38^{ns}	-0.40^{ns}	-0.12^{ns}	-0.52*	-0.25^{ns}	-0.44^{ns}
Hue	0.14^{ns}	0.08^{ns}	0.07^{ns}	0.27^{ns}	-0.54*	-0.18^{ns}	-0.44^{ns}	0.19^{ns}	-0.33^{ns}	-0.32^{ns}	-0.10^{ns}	-0.35^{ns}	-0.27^{ns}	-0.28^{ns}
Ch	0.27^{ns}	0.02^{ns}	0.20^{ns}	0.05^{ns}	0.23^{ns}	0.23^{ns}	-0.12^{ns}	-0.22^{ns}	0.24^{ns}	0.06^{ns}	0.15^{ns}	0.08^{ns}	0.17^{ns}	0.24^{ns}
pH	0.18^{ns}	0.24^{ns}	-0.05^{ns}	0.17^{ns}	-0.04^{ns}	-0.17^{ns}	0.21^{ns}	-0.35^{ns}	0.13^{ns}	0.01^{ns}	0.11^{ns}	0.03^{ns}	-0.11^{ns}	0.09^{ns}
TA	-0.31^{ns}	-0.34^{ns}	-0.08^{ns}	-0.40^{ns}	0.18^{ns}	0.22^{ns}	-0.10^{ns}	0.08^{ns}	0.00^{ns}	0.21^{ns}	-0.20^{ns}	0.15^{ns}	0.17^{ns}	0.07^{ns}
PAC	-0.22^{ns}	-0.05^{ns}	-0.13^{ns}	0.00^{ns}	0.62**	0.61**	0.23^{ns}	0.46*	-0.32^{ns}	-0.51*	-0.04^{ns}	0.54*	0.63**	-0.59**
FAC	0.30^{ns}	-0.20^{ns}	0.44^{ns}	0.04^{ns}	-0.21^{ns}	-0.10^{ns}	-0.13^{ns}	-0.01^{ns}	0.00^{ns}	-0.02^{ns}	0.15^{ns}	-0.05^{ns}	-0.08^{ns}	0.06^{ns}

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۴. همبستگی سادهٔ بین صفات مورد بررسی در نژادگان‌های وحشی ازگیل

Continued table 4. Correlation between studied traits in wild Medlar genotypes

Traits	Dg	Q	S	AR	V	ρ	F	L^*	a^*	b^*	Hue	Ch	pH	TA	PAC	FAC
Dg	1															
Q	0.45^{*}	1														
S	0.95^{**}	0.46^{*}	1													
AR	0.46^{*}	1.00^{**}	0.46^{*}	1												
V	0.98^{**}	0.45^{*}	0.98^{**}	0.46^{*}	1											
ρ	-0.47^{*}	-0.32^{ns}	-0.45^{*}	-0.33^{ns}	-0.55^{*}	1										
F	0.13^{ns}	-0.16^{ns}	0.14^{ns}	-0.17^{ns}	0.12^{ns}	0.23^{ns}	1									
L^*	-0.28^{ns}	-0.04^{ns}	-0.27^{ns}	-0.04^{ns}	-0.28^{ns}	0.07^{ns}	-0.05^{ns}	1								
a^*	0.54^{*}	-0.10^{ns}	0.54^{*}	-0.08^{ns}	0.49^{*}	0.02^{ns}	-0.15^{ns}	-0.35^{ns}	1							
b^*	-0.23^{ns}	-0.10^{ns}	-0.23^{ns}	-0.09^{ns}	-0.22^{ns}	-0.07^{ns}	-0.05^{ns}	0.95^{**}	-0.23^{ns}	1						
Hue	-0.28^{ns}	0.41^{ns}	-0.28^{ns}	0.40^{ns}	-0.22^{ns}	-0.25^{ns}	0.06^{ns}	-0.03^{ns}	-0.79^{**}	-0.09^{ns}	1					
Ch	0.24^{ns}	0.10^{ns}	0.23^{ns}	0.10^{ns}	0.18^{ns}	-0.15^{ns}	-0.15^{ns}	0.26^{ns}	0.37^{ns}	0.29^{ns}	-0.19^{ns}	1				
pH	-0.13^{ns}	-0.22^{ns}	-0.14^{ns}	-0.22^{ns}	-0.09^{ns}	-0.01^{ns}	0.25^{ns}	0.02^{ns}	-0.26^{ns}	0.01^{ns}	0.12^{ns}	-0.14^{ns}	1			
TA	0.21^{ns}	0.13^{ns}	0.20^{ns}	0.13^{ns}	0.14^{ns}	0.06^{ns}	-0.26^{ns}	-0.14^{ns}	0.46^{*}	-0.14^{ns}	-0.33^{ns}	0.30^{ns}	-0.79^{**}	1		
PAC	-0.14^{ns}	-0.19^{ns}	0.35^{ns}	-0.20^{ns}	0.66^{**}	0.46^{*}	-0.28^{ns}	0.12^{ns}	-0.20^{ns}	0.01^{ns}	0.08^{ns}	0.03^{ns}	-0.20^{ns}	0.30^{ns}	1	
FAC	-0.13^{ns}	0.12^{ns}	-0.14^{ns}	0.13^{ns}	-0.03^{ns}	-0.23^{ns}	-0.28^{ns}	-0.15^{ns}	-0.24^{ns}	-0.18^{ns}	0.46^{*}	0.00^{ns}	0.10^{ns}	-0.23^{ns}	0.40^{ns}	1

*, **, significant at p<0.05 and p<0.01 respectively. ns: Non-significant

به‌طورمعمول صفات قرار گرفته در عامل‌های اول نقش بیشتری را در تفکیک نژادگان‌ها دارند. همچنین این تجزیه می‌تواند عامل‌های فرق‌گذار اصلی بین نژادگان‌های مورد بررسی را روشن سازد. با استفاده از تجزیهٔ عاملی، صفات مختلف می‌توانند در قالب عامل‌ها یا مؤلفه‌هایی بحث شوند که هرکدام چند صفت را شامل می‌شوند. این امر توان مانور پژوهشگر را برای کار روی شمار عامل‌ها یا مؤلفهٔ کمتری به‌جای شمار زیادی صفت فراهم می‌کند (Schneider, 1905). جدول ۵ میزان واریانس توجیهی هر عامل، با عامل‌های دوران یافته، واریانس تجمعی توجیه شده و ریشهٔ مشخصهٔ به‌دست‌آمده از تجزیه به عامل‌ها را نشان می‌دهد. در هر عامل اصلی و مستقل ضریب‌های عاملی ۰/۵ به بالا معنی‌دار در نظر گرفته شدند. میزان واریانس نسبی هر عامل نشان‌دهندهٔ اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات بررسی شده است و به‌صورت درصد بیان شده است. در این تجزیه ده عامل اصلی و مستقل که مقادیر ویژهٔ آن‌ها بیشتر از یک بودند، توانستند درمجموع ۸۵/۹۷ درصد واریانس کل را توجیه کنند. لازم به توضیح است که دو عامل اول در حدود ۳۹/۰۱ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کنند. در عامل اول که ۲۶/۷۷ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند، صفات مربوط به میوه و بذر مانند طول، عرض و وزن میوه و بذر، قطر میانگین هندسی، سطح رویه و حجم میوه قرار داشتند. در عامل دوم نیز که ۱۲/۲۵ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند، نسبت طول به عرض میوه، نسبت طول به عرض بذر، کرویت میوه و شاخص بازارپسندی قرار داشتند. عامل سوم که ۸/۶۶ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند، شامل صفات مربوط به رنگ میوه مانند L^*، b^* و خلوص رنگ هستند. صفات مرتبط به برگ مانند طول و عرض برگ و طول دم‌برگ بیشترین تأثیر را روی عامل چهارم داشتند. در عامل پنجم نیز، صفات pH و TA بیشترین تأثیر را داشتند. در عامل ششم چگالی و سفتی میوه صفات اصلی تأثیرگذار هستند. صفت شاخص a^* با ۴/۸۶ درصد از واریانس کل بیشترین تأثیر را روی عامل هفتم داشت. در عامل هشتم که ۴/۸۵ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند، صفات ظرفیت پاداکسندگی گوشت و پوست میوه قرار داشتند. در عامل نهم نیز صفت نسبت طول به عرض برگ و در عامل دهم صفات طول دم‌میوه و شاخص هیو بیشترین تأثیر را داشتند. وجود عامل‌های مستقل برای هر گروه از صفات می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مورد توجه قرار گیرد.

تجزیهٔ بای پلات

آزمون بای پلات یا تجزیهٔ بای پلات می‌تواند تصویری دوبعدی ایجاد کند که هر یک از ابعاد آن یک عامل فرق‌گذار به شمار می‌آید. بنابراین پراکنش نژادگان‌ها در محدودهٔ این عامل‌های اصلی می‌تواند به تعیین بهتر فاصلهٔ نژادگان‌ها و تفاوت بین آن‌ها کمک کند، به‌ویژه نژادگان‌هایی که در یک یا دو عامل مقادیر بسیار کم یا بسیار زیاد دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. ضریب‌های عاملی و واریانس تجمعی برای ۱۰ عامل استخراج‌شده از تجزیه به عامل‌ها
Table 5. Eigen values and cumulative variance for 10 factors resulted from factor analysis

Traits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LL	0.10	-0.04	-0.03	**0.83**	-0.08	-0.13	-0.10	0.02	0.34	0.04
LW	0.13	0.00	-0.05	**0.81**	-0.08	-0.08	-0.04	0.06	-0.42	0.07
LL/LW	-0.07	-0.01	0.04	0.02	0.02	-0.05	-0.08	-0.05	**0.96**	-0.08
PL	0.08	0.00	0.12	**0.81**	-0.13	0.23	0.10	-0.07	0.02	-0.02
FL	**0.78**	-0.54	-0.15	0.02	0.01	-0.16	0.01	-0.09	-0.07	-0.06
FW	**0.88**	0.39	-0.07	0.01	0.07	-0.17	0.04	-0.05	-0.07	-0.04
FL/FW	-0.21	**-0.95**	-0.07	0.00	-0.06	0.06	-0.03	-0.06	-0.02	0.00
PeL	-0.40	-0.03	0.26	-0.03	0.38	0.17	-0.25	-0.12	0.10	**0.55**
SL	**0.69**	-0.27	-0.07	0.08	-0.05	0.25	0.26	0.37	0.20	0.09
SW	**0.84**	0.14	-0.07	0.04	-0.08	0.35	0.01	-0.02	0.03	-0.03
SL/SW	-0.22	**-0.51**	-0.01	0.05	0.04	-0.15	0.33	0.44	0.17	0.16
STh	**0.83**	0.15	-0.06	0.07	0.02	0.36	0.18	0.11	0.03	-0.05
FWe	**0.92**	0.21	-0.09	0.05	0.12	-0.14	0.03	-0.08	-0.06	-0.05
SWe	**0.80**	0.09	-0.02	0.05	0.06	0.29	0.21	0.19	0.15	0.02
Dg	**0.94**	0.12	-0.11	0.02	0.06	-0.19	0.03	-0.07	-0.08	-0.06
Q	0.19	**0.96**	0.08	-0.02	0.06	-0.03	0.04	0.03	0.00	0.01
S	**0.94**	0.11	-0.11	0.02	0.06	-0.18	0.02	-0.08	-0.09	-0.05
AR	0.19	**0.96**	0.08	-0.02	0.06	-0.03	0.04	0.02	-0.01	0.02
V	**0.92**	0.20	-0.08	0.04	0.11	-0.18	0.03	-0.07	-0.05	-0.04
ρ	-0.29	-0.08	-0.08	0.11	0.16	**0.69**	-0.06	-0.02	-0.11	-0.17
F	-0.22	-0.05	0.00	0.39	-0.04	**0.54**	-0.18	0.18	-0.03	-0.42
L*	-0.21	0.06	**0.89**	0.08	-0.01	0.04	-0.29	0.03	0.07	0.06
a*	0.35	0.07	-0.22	-0.06	0.03	-0.05	**0.83**	-0.04	-0.12	-0.09
b*	-0.23	0.06	**0.93**	0.01	-0.03	-0.03	-0.20	0.03	0.02	0.05
Hue	-0.11	0.00	-0.02	0.10	-0.14	-0.20	-0.04	0.11	-0.12	**0.83**
Ch	-0.04	0.18	**0.84**	-0.04	-0.04	-0.05	0.41	-0.07	-0.05	-0.06
pH	-0.27	-0.09	-0.05	0.03	**-0.90**	-0.04	0.02	0.04	0.04	-0.06
TA	0.12	0.06	-0.11	-0.35	**0.80**	0.05	0.03	-0.04	0.10	-0.17
PAC	-0.29	0.09	-0.17	-0.05	0.32	0.35	-0.32	**0.53**	-0.11	-0.02
FAC	0.06	0.08	0.04	0.01	-0.15	-0.02	-0.01	**0.82**	-0.06	0.02
Eigen value	8.30	3.80	2.68	2.34	2.01	1.76	1.51	1.51	1.43	1.31
% of variance	26.77	12.25	8.66	7.56	6.49	5.68	4.86	4.86	4.63	4.23
Cumulative variance (%)	26.77	39.01	47.67	55.23	61.72	67.40	72.25	77.11	81.74	85.97

در این پژوهش تجزیهٔ بای پلات با استفاده از دو عامل اصلی اول و دوم که درمجموع ۳۹/۰۱ درصد از سهم کل واریانس را توجیه کردند، انجام شد (شکل ۱). این روش برای نمایش و ترسیم دوبعدی (By plot) پراکنش نژادگان‌ها بر پایهٔ صفات مؤثر در عامل‌های اول و دوم به‌کاربرده می‌شود و تجمع در یک ناحیه از پلات نشان‌دهندهٔ تشابه ژنتیکی آن‌ها است. بنابراین بر پایهٔ تجزیهٔ بای پلات نژادگان‌هایی که در یک محدوده نزدیک به هم قرار دارند، ازنظر صفات مؤثر در عامل‌های اول و دوم همانندی بیشتری نشان داده و در یک گروه قرار می‌گیرند. بر پایهٔ این بای پلات، نژادگان‌ها در چهار گروه قرار گرفته‌اند که در شکل ۱ قابل مشاهده است. به‌طور مثال نژادگان‌های M14، M15، M16، M17 و M18 ازنظر صفات مؤثر در عامل‌های اول و دوم همانندی بیشتری نشان دادند و در یک گروه قرار گرفتند.

تجزیهٔ خوشه‌ای

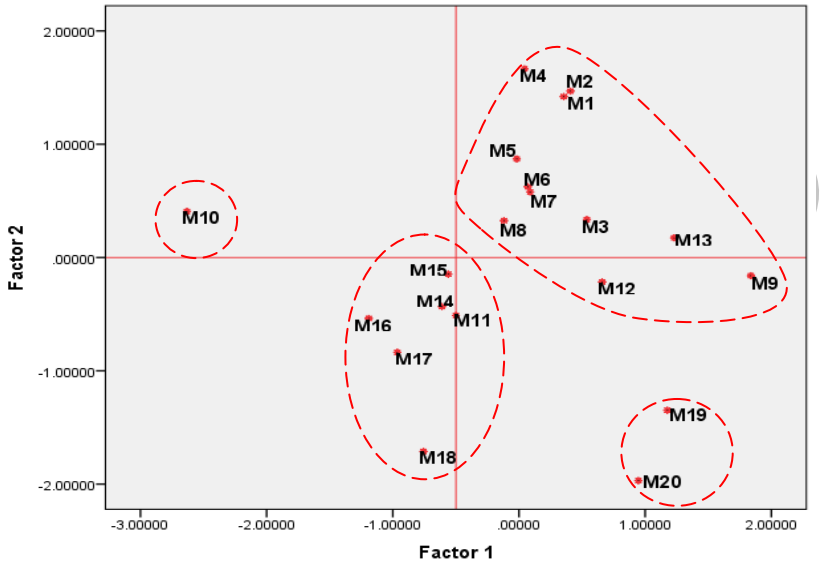
برای بررسی میزان همانندی‌ها و تفاوت‌ها بین نژادگان‌های ازگیل مورد بررسی از تجزیهٔ خوشه‌ای استفاده شد (شکل ۲). در این بررسی گروه‌بندی نژادگان‌های وحشی ازگیل با استفاده از همهٔ صفات مورد بررسی به روش وارد صورت گرفت. گروه‌بندی نژادگان‌ها بر پایهٔ شمار زیاد صفات (۳۰ صفت) می‌تواند روش مطمئنی در تعیین همانندی‌ها و تفاوت بین نژادگان‌ها باشد. با برش نمودار شجره‌ای یا درختواره‌ای دندروگرام به‌دست‌آمده در فاصلهٔ ۱۲ بر پایهٔ تجزیهٔ تابع تشخیص، نژادگان‌ها به چهار گروه اصلی تقسیم شدند. گروه اول شامل چهار نژادگان (M7, M8, M5, M6) بود که بیشترین میانگین صفات طول بذر، عرض بذر، ضخامت بذر و وزن بذر را داشتند. در گروه دوم، هشت نژادگان M3, M9, M10, M11, M2, M4, M1, M13 قرار گرفتند که بیشترین میانگین صفات طول میوه، عرض میوه، وزن میوه و قطر میانگین هندسی را داشتند. گروه سوم شامل دو نژادگان M20 و M19 بود که طول برگ، طول دم‌برگ، طول دم‌میوه و هیو در تفکیک این گروه نقش مهمی داشتند. در این گروه

Archive of SID

www.SID.ir

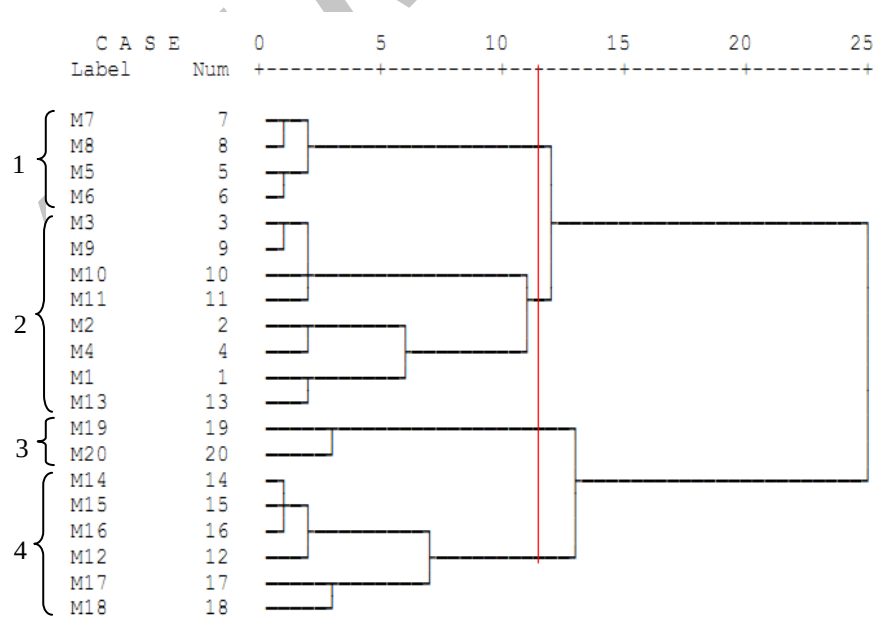
تفکیک نژادگان‌ها با منشأ جغرافیایی آن‌ها همخوانی داشت. به‌طوری‌که هر دو نژادگان قرار گرفته در این گروه متعلق به منطقهٔ مکیدی هستند. در گروه چهارم نیز شش نژادگان (M14, M15, M16, M12, M17, M18) قرار گرفتند که ظرفیت پاداکسندگی پوست و گوشت در تفکیک این گروه بیشترین تأثیر را داشتند.

گروه‌بندی نژادگان‌ها بر پایهٔ دو عامل اول به‌دست‌آمده از تجزیه به عامل‌ها با گروه‌بندی به‌دست‌آمده از تجزیهٔ خوشه‌ای تا حدودی با هم همخوانی دارند. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ خوشه‌ای نشان داد که قرار گرفتن نژادگان‌ها در خوشه‌های مختلف نشان‌دهندهٔ وجود تنوع بالا در بین نژادگان‌های مورد بررسی است.



شکل ۱. نمودار دوبعدی گروه‌بندی نژادگان‌های وحشی ازگیل بر پایهٔ دو عامل اول به‌دست‌آمده از تجزیه به عامل‌ها

Figure 1. Grouping of wild medlar genotypes based on the first and second factors derived of factor analysis



شکل ۲. نمودار درختواره‌ای به‌دست‌آمده از تجزیهٔ خوشه‌ای نژادگان‌های وحشی ازگیل به روش وارد

Figure 2. Dendrogram of grouping wild medlar genotypes based on Ward's method

www.SID.ir

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش اطلاعات مهمی دربارهٔ ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی برخی نژادگان‌های وحشی ازگیل در استان آذربایجان شرقی فراهم می‌کند که این نتایج می‌تواند در انتخاب نژادگان مناسب برای کشت و کارهای اصلاحی بسیار سودمند باشد. در این پژوهش بین نژادگان‌ها، تفاوت‌ها و همانندی‌هایی از لحاظ صفات کمی و کیفی میوه وجود داشت که نشان‌دهندهٔ ظرفیت و قابلیت ژنتیکی بالا در بین نژادگان‌ها است. همچنین با توجه به موقعیت جغرافیایی منطقهٔ ارسباران در استان آذربایجان‌شرقی و شرایط محیطی و نوع نژادگان‌های متفاوت ازگیل، درصد تنوع بالایی در بین بیشتر صفات مورد بررسی مشاهده شد. میوه‌های رسیدهٔ ازگیل که طول بیشتری داشتند، رنگ قرمز بهتری در مقایسه با دیگر بررسی‌های انجام شده در این زمینه داشتند. نژادگان‌های مورد بررسی در این پژوهش ظرفیت پاداکسندگی بالایی داشتند ازاین‌رو می‌توانند به‌عنوان منبع غنی از پاداکسنده استفاده شوند. نتایج این پژوهش می‌تواند برای برنامه‌های اصلاحی و معرفی رقم در ازگیل سودمند واقع شود.

REFERENCES

1. Altuntas, A., Nur Gul, E. & Bayram, M. (2013). The physical, chemical and mechanical properties of medlar (*Mespilus germanica* L.) during physiological maturity and ripening period. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 30(1), 33-40.
2. Atares, L., Perez Masia, R. & Chiralt, A. (2011). The role of some antioxidants in the HPMC film properties and lipid protection in coated toasted almonds. *Journal of Food Engineering*, 104(4), 649-659.
3. Aygun, A. & Tasci, A. R. (2013). Some fruit characteristics of medlar (*Mespilus germanica* L.) genotypes grown in Ordu, Turkey. *Scientific Papers Series B Horticulture*, 57, 149-151.
4. Benitez, H. A., Briones, R. & Jerez, V. (2011). Intra and Inter-population morphological variation of shape and size of the Chilean magnificent beetle, Ceroglossus chilensis in the Baker River Basin, Chilean Patagonia. *Journal of Insect Science*, 11(1), 94-100.
5. Bibalani, G. H. & Mosazadeh, F. (2012). Medicinal benefits and usage of medlar (*Mespilus germanica* L.) in Gilan Province (Roudsar District), Iran. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(7), 1155-1159.
6. Canbay, H. S., Atay, E. & Ogut, S. (2015). Determination of fruit characteristics fatty acid profile and total antioxidant capacity of *Mespilus germanica* L. fruit. *Journal of Coastal Life Medicine*, 3(11), 886-889.
7. Ercisli, S., Sengul, M., Yildiz, H., Sener, D., Duralija, B., Voca, S. & Dujmovic Purgar, D. (2012). Phytochemical and antioxidant characteristics of medlar fruits (*Mespilus germanica* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 85, 86-90.
8. Forde, H. I. (1975). Walnuts. In: Janick, J. and Moore, J. N. Purdue University Press, West Lafayette, IN. (Eds.). *Advances in Fruit Breeding*, 439-455.
9. Gulcin, I., Topal, F., Sarikaya, S.B., Bursal, E., Bilsel, G. & Goren, A.C. (2011). Polyphenol contents and antioxidant properties of medlar (*Mespilus germanica* L.). *Records of Natural Products*, 5(3), 158-175.
10. Haciseferogullari, H., Ozcan, M., Sonmete, M. H. & Ozbak, O. (2005). Some physical and chemical parameters of wild medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit grown in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 69, 1-7.
11. Hassanpour, H. & Alizadeh, S. (2016). Evaluation of phenolic compound, antioxidant activities and antioxidant enzymes of barberry genotypes in Iran. *Scientia Horticulturae*, 200, 125-130.
12. Hernandez Munoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D. & Gavara, R. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 110(2), 428-435.
13. Kalyoncu, I., Ersoy, N., Elidemir, A. & Tolay, I. (2013). Some physico-chemical and nutritional properties of `Musmula` medlar (*Mespilus germanica* L.) grown in northeast Anatolia. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 7, 6-20.
14. Khatamsaz, M. (1992). Iran flora, Rosaceae family. *Research Institute of Forests and Rangelands*, 352 pages. (in Farsi)
15. Khatamsaz, M. & Mirbadin, A. (1985). Academic profile and functional tree species Iran and the world. *Research Institute of Forests and Rangelands*, 109 pages. (in Farsi)
16. Maghanaki, M., Janzadeh, R., Rafiai, Sh. & Ghoubadiyan, B. (2012). Investigation of physical characteristics of Mazandaran native medlar fruit (*Mespilus germanica* L.). *Proceedings of the Seventh National Congress of Agricultural Engineering and Mechanisation University of Shiraz*, 54-59. (in Farsi)
17. Mamshlo, S., Sadeghi, A., Ghorbani, M., Aalami, M. & Khamiri, M. (2011). Evalution of antioxidant properties of phenolic extracts from (*Mespilus germanica* L.) fruit. *The Ferst National Congress on Scince and New Technologies in Agriculture University of Zanjan*, 54-59. (in Farsi)

Archive of SID

www.SID.ir

18. Mothapo, M. J., Mafeo, T. P. & Mamphiswana, N. D. (2014). Physico-chemical properties and selected nutritional components of wild medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit harvested at two harvesting times. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 9(1), 79-85.
19. Mouzafariyan, V. (2004). Iran trees and shrubs. *Tehran Contemporary Culture*, 1003 pages. (in Farsi)
20. Nabavi, S. F., Nabavi, S. M., Ebrahimzadeh, M. A. & Asgarirad, H. (2011). The antioxidant activity of wild medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit, stem bark and leaf. *African Journal of Biotechnology*, 10(2), 283-289.
21. Nakajima, J.I., Tanaka, I., Seo, S., Yamazaki, M. & Saito, K. (2004). LC/PDA/ESI- MS profiling and radical scavenging activity of anthocyanins in various berries. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5, 241-247.
22. Rop, O., Sochor, J., Jurikova, T., Zitka, O., Skutkova, H., Mlcek, J., Salas, P., Krska, B., Babula, P., Adam, V., Kramarova, D., Boklova, M., Provaznik, I. & Kizek, R. (2011). Effect of five different stages of ripening on chemical compounds in medlar (*Mespilus germanica* L.). *Molecules*, 16, 74-91.
23. Schneider, C.K. (1905). The genus Berberis (Euberberis). *Preparation of a Monograph. Bull Herb Boissier*, 5(2), 33-48.
24. Zargari, A. (1996). *Medicinal plants*. Publications Institute of Tehran University, Vol. 2, 976 pages. (in Farsi)

Archive of SID

www.SID.ir