

ویژگی‌های میوه‌شناختی برخی از نژادگان‌های زالزالک در استان آذربایجان غربی

ستار دریلی قرجالار^{۱*}، حمید حسن پور^۲ و علیرضا فرخزاد^۲

۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۲۰)

چکیده

این پژوهش به منظور ارزیابی و مقایسه ۲۰ نژادگان زالزالک از چهار گونه مختلف، برای شناسایی و معرفی نژادگان‌های برتر به لحاظ میوه‌شناختی در استان آذربایجان غربی انجام شد. صفاتی مانند رنگ و اندازه میوه، وزن میوه، طول دم میوه، طول و عرض برگ، طول دم برگ، وزن، طول و عرض بذر، سفتی میوه اندازه‌گیری شدند. بزرگ‌ترین میوه‌ها در گونه *Crataegus azarolus* و کوچک‌ترین میوه‌ها در گونه‌های *C. monogyna* و *C. aplosangouainea* مشاهده شد. صفات مرتبط با برگ از جمله طول و عرض برگ همبستگی معنی‌داری با صفات مرتبط به میوه مانند وزن، اندازه میوه و طول و عرض بذر داشتند. پنج عامل اصلی بر پایه تجزیه به عامل‌ها، نزدیک به ۸۹/۱۱ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. در تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward) نژادگان‌های زالزالک به سه گروه اصلی تقسیم شدند. نژادگان‌های مربوط به گونه *C. azarolus* var *azarolus* و چندین نژادگان نیز از گونه *C. aplosangouainea* در گروه نخست قرار گرفتند که بالاترین سفتی میوه و شمار بذر بیشتری داشتند. در گروه دوم نژادگان‌های گونه *C. azarolus* قرار دارند که طول، عرض و وزن میوه بالاتری داشت. در گروه سوم نیز نژادگان‌های گونه *C. monogyna* و چندین نژادگان نیز از گونه *C. aplosangouainea* جای گرفتند که صفات چگالی میوه، طول برگ و شاخص a^* در جداسازی این گروه نقش مهمی داشتند. نتایج نشان داد، گروه‌بندی تا حدودی از الگوی توزیع گونه‌ای نژادگان‌ها پیروی می‌کند. نتایج به دست آمده را می‌توان در برنامه‌های بهنژادی و معرفی رقم در زالزالک به کار برد.

واژگان کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای، رنگ میوه، همبستگی صفات.

Pomological characteristics of some hawthorn genotypes in West Azerbaijan province

Satar Derili gharjalar^{1*}, Hamid Hassanpour² and Alireza Farokhzad²

1, 2. Fromer M. Sc. Student and Assistant Professor, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Iran
(Received: Jun. 12, 2016 - Accepted: Aug. 10, 2016)

ABSTRACT

This study was performed for evaluation and comparison of 20 hawthorn genotypes from four different species, to introduce superior genotypes in terms of pomology in West Azerbaijan Province. The different traits such as weight, length and width of fruit, peduncle length, length and width of leaf, petiole length, weight, length and width of seed, fruit firmness and fruit color parameters were measured. The largest fruit was observed in *Crataegus azarolus* species whereas, the smallest fruit was observed in *C. monogyna* and *C. aplosangouainea* species. Leaf length and Leaf width had significant correlation with fruit weight, fruit size, seed length and seed width. The five main factors based on factor analysis were explained approximately 89.11 percent of the total variance. According to cluster analysis based on Ward's method, genotypes were divided into three main groups. Genotypes related to *C. azarolus* var *azarolus* and several genotypes related to *C. aplosangouainea* located in group A which had the highest fruit firmness and seed number. In the second group, the genotypes belonging to *C. azarolus* were located and these genotypes had the highest fruit length, fruit width and fruit weight. In the third group, the genotypes belonging to *C. monogyna* and several genotypes related to *C. aplosangouainea* were located and the fruit density, leaf length and a^* color index had a significant role in the separation of this group. Results showed that grouping followed species distribution pattern of genotypes. Results obtained might be helpful for breeding programs and introducing of cultivar in hawthorn.

Keywords: Cluster analysis, correlation, factor analysis, fruit color.

* Corresponding author E-mail: sattarderili@yahoo.com

مقدمه

انتشار گیاهان روی کره زمین همبستگی و ارتباط نزدیکی به شرایط و وضع محیط دارد، به طوری که هرگونه بر پایه ویژگی‌ها و سرشت بوم‌شناختی (اکولوژیکی) خود جای مناسبی را انتخاب کرده است و یک جامعه گیاهی نتیجه ترکیب عامل‌های فیزیکی و بیولوژیکی است که یک محیط را به وجود می‌آورد. زالزالک (*Crataegus* Spp) متعلق به خانواده وردسانان (Rosaceae) بوده و ۱۵۰ تا ۲۰۰ گونه دارد که ارتفاع گونه‌های درختی آن تا ۱۰ متر نیز می‌رسد ولی به طور عمده ارتفاع آن بین ۲ تا ۵ متر متغیر است (Demiray, 1986). این گیاه بومی شمال آمریکا، شرق آسیا و اروپایی مرکزی است (Gharaghani *et al.*, 2016). میوه‌های زالزالک خوراکی بوده و در گونه‌های مختلف رنگ آن از سبز و زرد روشن تا قرمز سیاه متفاوت است. برداشت میوه‌های رسیده آن در گیاهان وحشی از اوایل تا اواسط فصل پاییز صورت می‌گیرد. گل و میوه زالزالک ترکیب‌های فنلی و ظرفیت پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) بالایی است (Mraïhi *et al.*, 2013; Ozcan *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2001).

ویژگی‌های دارویی و پزشکی از همه قسمت‌های این گیاه گزارش شده است. نتایج بررسی‌های انجام‌شده نشان داده است، عصاره میوه زالزالک روی بیماران قلبی به‌عنوان یک داروی شفابخش تأثیر داشته است. به همین دلیل زالزالک به‌عنوان یک گیاه رایج در جهان برای درمان نارسایی‌های قلبی استفاده می‌شود (Froehlicher *et al.*, 2009; Tankanowa *et al.*, 2003; Verma *et al.*, 2007). همچنین نتایج بررسی‌ها نشان داده است، عصاره میوه زالزالک تأثیر بازدارندگی روی رشد یاخته‌های سرطانی دارد (Rodrigues *et al.*, 2012). مشخص شده است که پوست سرخ ولیک (*C. oxycanth*) مواد تلخ (اوکیساکانتین)، دانه آن آمیگدالین، گل و برگ آن نیز تری‌ترین‌های اسیدی (اولئانولیک، اورمولیک، گرانه گولیک) و فلاونوئید دارد. همچنین از گل‌های زالزالک نیز به‌عنوان مقوی قلب و کاهش تحریک‌پذیری سلسله اعصاب استفاده می‌شود (Mraïhi *et al.*, 2015). وجود متابولیت‌های اولیه و ثانویه متنوع در این گیاه، این میوه را به‌عنوان منبع سودمندی از ترکیب‌های درمانی جدید تبدیل کرده است (Lio *et al.*, 2011).

ایران با قرار داشتن در زمره مناطق اصلی تنوع گیاهی، ذخایر ژنتیکی مطلوبی در زمینه گیاهان به‌ویژه محصولات باغبانی دارد. زالزالک نیز از جمله میوه‌هایی است که به دلیل وجود جمعیت‌های وحشی در سراسر کشور از جمله آذربایجان غربی، مستعد انجام پژوهش‌های اولیه شامل گردآوری نژادگان‌ها و گونه‌های مختلف و بررسی ویژگی‌های میوه‌شناختی (پومولوژیکی) این گیاه است. بر پایه آمارنامه سال ۱۳۹۳ وزارت جهاد کشاورزی، سطح بارور محصول زالزالک در ایران در حدود ۳۰۵ هکتار و تولید آن ۸۹۱ تن است. همچنین سطح بارور این محصول در استان آذربایجان غربی بنابر این آمارنامه ۱۱ هکتار است.

در بررسی، ۴۲ نژادگان متعلق به پنج گونه مختلف زالزالک در منطقه مالاتیا (شرق ترکیه) از نظر ویژگی‌های میوه بررسی شد. نتایج نشان داد، صفات طول، عرض و وزن میوه، طول و عرض بذر در گونه‌های مختلف مورد بررسی، تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال ۱ درصد دارند. بیشترین میزان عرض میوه متعلق به گونه *C. tanacetifolia* با میزان ۲۳/۹ میلی‌متر بود و پس از آن گونه *C. orientalis* با میزان ۲۱/۵ میلی‌متر، گونه *C. pontica* با میزان ۱۹/۴ میلی‌متر، گونه *C. aronia* با میزان ۱۸/۷ میلی‌متر و گونه *C. meyeri* با میزان ۱۵/۲ میلی‌متر قرار گرفتند. گونه *C. tanacetifolia* بالاترین وزن میوه (۴/۹۹ گرم) را داشت و پس از آن به ترتیب گونه‌های *C. orientalis* (۳/۴۸ گرم)، *C. pontica* (۳/۳۱ گرم)، *C. aronia* (۲/۶۳ گرم) و *C. meyeri* (۱/۳۶ گرم) قرار گرفتند. بالاترین شمار بذرها در گونه‌های مورد بررسی مربوط به گونه‌های *C. orientalis* و *C. tanacetifolia* (۴/۳ عدد) و پایین‌ترین آن نیز مربوط به گونه *C. meyeri* (۲ عدد) بود. همچنین گونه‌های *C. tanacetifolia* و *C. orientalis* بالاترین درصد گوشت میوه را با مقادیر ۸۱/۵ درصد و ۸۱ درصد به ترتیب داشتند. محتوای مواد جامد محلول در پنج گونه مورد بررسی در محدوده ۱۴ (*C. tanacetifolia*) تا ۱۹ درصد (*C. meyeri*) قرار داشت (Balta *et al.*, 2006).

۳/۰۳ گرم، ۲/۱۶ گرم، ۱۴/۳۹ میلی‌متر، ۱۹/۳۴ میلی‌متر و ۰/۸۷ گرم است (Ozcan *et al.*, 2005). با توجه به اینکه استان آذربایجان غربی به دلیل داشتن شرایط آب و هوایی مناسب این محصول، قابلیت تولید این محصول را دارد، همچنین از آنجایی که نژادگان‌های زالزالک در استان آذربایجان غربی از لحاظ ویژگی‌های کمی و کیفی میوه بررسی نشده‌اند. لذا هدف از انجام این پژوهش ارزیابی و مقایسه بیست نژادگان زالزالک از چهار گونه مختلف در استان آذربایجان غربی با استفاده از ویژگی‌های کمی و کیفی میوه و بذر، به منظور معرفی نژادگان‌های برتر برای استفاده از آن در کشت‌های تجاری و معرفی رقم است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش نمونه‌های برگ و میوه بیست نژادگان زالزالک از مناطق مختلف استان آذربایجان غربی از درختچه‌های بدون نشانه‌های بیماری و وجود آفات گردآوری و بی‌درنگ به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انتقال داده شد و در یخچال نگهداری شدند. موقعیت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و محل گردآوری نژادگان‌های مورد بررسی در جدول ۱ آمده است.

در بررسی دیگر، ۲۱ نژادگان زالزالک موجود در منطقه آتاتولی (ترکیه) از نظر تنوع ریخت‌شناختی (مورفولوژیکی) بررسی و مشخص شد، تنوع بسیار گسترده‌ای از نظر صفات ریخت‌شناختی بین نژادگان‌های مورد بررسی وجود دارد. وزن میوه از ۰/۶۵ تا ۴/۱۹ گرم در بین نژادگان‌ها متغیر بود. همچنین در این بررسی رنگ پوست میوه به صورت سبز روشن، زرد، نارنجی روشن، قرمز و قرمز سیاه مشخص شدند (Yanar *et al.*, 2011). در بررسی انجام‌شده در شرق و شمال شرق ایران، ۸۰ نمونه از زالزالک گردآوری و ۸۵ صفت ریخت‌شناسی آن‌ها ارزیابی شد. در این پژوهش نمونه‌های مورد بررسی در سیزده گونه و زیرگونه، پنج همسانه (کلون) و جمعیت بخش قرار گرفتند. همچنین در این بررسی گونه *C. microphylla* با داشتن شکل درختچه‌ای، خارهای فراوان، گل‌آذین چتری و بدون کرک، میوه قرمز روشن و کاسبرگ‌ها روی میوه افراشته از دیگر همسانه‌ها به‌طورکلی جدا و به‌عنوان یک همسانه جدید به‌نام *Microphyllae Arjomandi* پیشنهاد شد (Arjomandi *et al.*, 2010). همچنین در بررسی روی برخی از ویژگی‌های فیزیکی میوه زالزالک در کشور ترکیه مشخص شد که میانگین وزن میوه، وزن گوشت میوه، طول و قطر میوه و وزن بذرها آن به ترتیب

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی نژادگان‌های زالزالک مورد بررسی در استان آذربایجان غربی

Table 1. The geographical location of the studied genotypes of Hawthorn in west Azerbaijan

Latitude		Longitude		Altitude (m)	Collected site	Species	Abbreviation	Genotype
Min	Degree	Min	Degree					
52	37	59	44	1355	Kahriz (Anzal)	<i>Crataegus azarolus</i>	Y1	Yellow 1
52	37	59	44	1356	Kahriz (Anzal)	<i>C. azarolus</i>	Y2	Yellow 2
52	37	58	44	1373	Kahriz (Anzal)	<i>C. azarolus</i>	Y3	Yellow 3
52	37	58	44	1377	Kahriz (Anzal)	<i>C. azarolus</i>	Y4	Yellow 4
52	37	58	44	1371	Kahriz (Anzal)	<i>C. azarolus</i>	Y5	Yellow 5
37	37	00	45	1393	Piranshahar	<i>C. monogyna</i>	RB1	Red black 1
36	37	00	45	1397	Piranshahar	<i>C. monogyna</i>	RB2	Red black 2
37	37	00	45	1399	Piranshahar	<i>C. monogyna</i>	RB3	Red black 3
37	37	00	45	1397	Piranshahar	<i>C. monogyna</i>	RB4	Red black 4
37	37	59	45	1403	Piranshahar	<i>C. monogyna</i>	RB5	Red black 5
20	37	55	44	1475	Sardasht	<i>C. aplosangouainea</i>	RL1	Red light 1
19	37	55	44	1511	Sardasht	<i>C. aplosangouainea</i>	RL2	Red light 2
27	37	55	44	1415	Sardasht	<i>C. aplosangouainea</i>	RL3	Red light 3
20	37	08	45	1378	Sardasht	<i>C. aplosangouainea</i>	RL4	Red light 4
20	37	08	45	1376	Sardasht	<i>C. aplosangouainea</i>	RL5	Red light 5
20	37	08	45	1362	Dareyeh gasemlo	<i>C. azarolus</i> var. <i>azarolus</i>	LG1	Light green 1
20	37	08	45	1365	Dareyeh gasemlo	<i>C. azarolus</i> var. <i>azarolus</i>	LG2	Light green 2
20	37	08	45	1377	Dareyeh gasemlo	<i>C. azarolus</i> var. <i>azarolus</i>	LG3	Light green 3
18	37	08	45	1453	Dareyeh gasemlo	<i>C. azarolus</i> var. <i>azarolus</i>	LG4	Light green 4
17	37	07	45	1458	Dareyeh gasemlo	<i>C. azarolus</i> var. <i>azarolus</i>	LG5	Light green 5

همچنین تجزیه خوشه‌ای نیز به روش وارد و به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین، انحراف معیار و درصد تنوع صفات اندازه‌گیری شده در نژادگان‌های مورد بررسی در جدول ۲ و ۳ آورده شده است. نتایج به دست آمده نشان داد، نژادگان‌های زالزالک زرد بیشترین وزن میوه و وزن گوشت را داشتند. وزن میوه از ۱/۴۵ تا ۴/۹۴ و وزن گوشت میوه از ۱/۱ تا ۳/۹۳ گرم متغیر بودند. در بررسی، بیش از ده گونه زالزالک بررسی و مشخص شد، در بین همه گونه‌های مورد بررسی، گونه *C. tanacetifolia* بیشترین وزن میوه (۴/۹۹ گرم) را داشت و کمترین وزن میوه مربوط به گونه *C. meyeri* (۱/۳۶ گرم) بود (Balta et al., 2006). همچنین در تحقیقی دیگر مشخص شد، وزن میوه و وزن گوشت میوه در میان نژادگان‌های زالزالک مورد بررسی به ترتیب بین ۱/۲-۵/۳ گرم و ۰/۹-۴/۵ گرم بود (Turkoglu et al., 2005). در این بررسی نیز وزن میوه و وزن گوشت میوه در محدوده نتایج بررسی‌های بالا بود. زیاد بودن نسبت گوشت میوه نسبت به کل وزن میوه یک صفت با ارزش و بسیار مهم در پرورش و اصلاح زالزالک است که سبب بازارپسندی بالای آن می‌شود (Ercisli, 2004). زالزالک‌های با وزن میوه بیشتر و نسبت گوشت به وزن میوه بالاتر، از نظر اصلاحی اهمیت بالاتری نسبت به دیگر نژادگان‌ها دارند (Ercisli, 2004).

همان‌طوری که از جدول ۲ قابل مشاهده است بزرگ‌ترین میوه‌ها در زالزالک‌های زرد مشاهده شدند. نژادگان زرد ۲ با ۲۲/۵ میلی‌متر عرض و ۱۸/۷۳ میلی‌متر طول بزرگ‌ترین میوه‌ها را داشت. کوچک‌ترین میوه‌ها از نظر طول و عرض نیز در نژادگان‌های زالزالک قرمز روشن و سیاه قرار داشت. میزان طول و عرض میوه در بررسی‌های پیشین در دامنه ۲۳/۹ تا ۷/۹۶ میلی‌متر و ۲۲/۷۸ تا ۸ میلی‌متر به ترتیب برای طول و عرض گزارش شده است (Balta et al., 2006). همچنین در بررسی مشاهده شد که میانگین طول میوه در نژادگان‌های

در این بررسی صفات کمی و کیفی مختلف میوه و برگ ارزیابی شدند. از بیست میوه، بذر و برگ برای اندازه‌گیری صفات مربوط به آن‌ها استفاده شد. برای اندازه‌گیری صفات مربوط به رنگ نیز از ده میوه استفاده شد. وزن میوه‌ها و بذرها با ترازوی دیجیتال مدل AND, GF-300, Japan (حساسیت ۰/۰۱ گرم) و طول و عرض میوه، بذر و برگ به وسیله کولیس مدل Mitutoyo, Model CD-15 CPX, Japan (حساسیت ۰/۰۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری سفتی میوه نیز از سفتی‌سنج دیجیتالی (Texture Analyzer Model TA.Xt-Plus Stable) (Micro Systems Surrey, UK) استفاده شد. حجم و چگالی میوه‌ها با استفاده از روش جابه‌جایی مایع با کمک تولوئن (C_7H_8) تعیین شد و از آنجایی که کشش سطحی آن پایین است، حتی حفره‌های خیلی کم عمق را در یک میوه پر می‌کند (Mohsenin, 1986).

برای اندازه‌گیری شاخص‌های مختلف رنگ میوه نیز از دستگاه رنگ‌سنج (هانتر لب) مدل sunset ۱۱۴۹H استفاده شد. پیش از اندازه‌گیری رنگ هر نمونه، دستگاه با استفاده از سطح سفید استاندارد (L=100) واسنجی (کالیبره) شد. مدل رنگی Lab شامل مؤلفه L^* (روشنی) با محدوده ۰ (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید)، مؤلفه a^* (قرمزی) نامحدود با طیف رنگی سبز (مقادیر منفی) تا قرمز (مقادیر مثبت) و مؤلفه b^* (زردی) نامحدود با طیف رنگی آبی (مقادیر منفی) تا زرد (مقادیر مثبت) است. برای محاسبه شاخص هیو از رابطه $Hue = \arctan(b/a)$ استفاده شد که اختلاف‌ها جزئی رنگ را نشان می‌دهد. اعداد به این صورت است: 0° قرمز بنفش، 90° زرد، 180° سبز-آبی، 270° آبی. برای محاسبه خلوص رنگ (کروما) نیز از رابطه $Chroma = (a^2 + b^2)^{0.5}$ استفاده شد که خلوص یا اشباعی رنگ را مشخص می‌کند. پس از اندازه‌گیری صفات مورد نظر، برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد. میانگین و انحراف معیار داده‌ها با استفاده از PROC TABULATE محاسبه شد. برای تجزیه همبستگی بین صفات مورد بررسی و تجزیه به عامل‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و با استفاده از روش چرخش عامل‌ها و به روش وریماکس انجام شد.

و در نتیجه زیاد بودن شمار بذر (سه عدد در هر میوه) می‌تواند علت کوچک بودن اندازه آن‌ها باشد. نژادگان‌های قرمز روشن که کمترین شمار بذر (یک عدد در هر میوه) را داشتند انتظار می‌رفت که بذرهای بزرگ‌تری نسبت به بقیه داشته باشند ولی چنین چیزی مشاهده نشد و علت آن اندازه کوچک‌تر میوه در این نژادگان‌ها نسبت به زالک‌های زرد بود که به‌رغم داشتن شمار میانگین ۲/۵ عدد بذر در هر میوه، باز هم بزرگ‌ترین بذر را داشتند (جدول ۲). همچنین صفات وزن گوشت شاخص رنگ هیو و وزن میوه بالاترین تنوع را در بین نژادگان‌های مورد بررسی داشتند. در بررسی که روی جمعیت‌های مختلفی از زالک در مکزیک انجام شد، مشخص شد که ابعاد بذر (طول و عرض بذر) در بین جمعیت‌های مورد بررسی تنوع بسیار بالایی داشتند (Nieto-Angel *et al.*, 2009).

بیشترین میزان چگالی میوه در نژادگان قرمز سیاه ۲ (۰/۹۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب) مشاهده شد. پس از آن نژادگان‌های زالک سبز روشن ۲ (۰/۹۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و زرد ۲ (۰/۹۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب) قرار داشتند. کمترین میزان چگالی میوه نیز مربوط به نژادگان قرمز سیاه ۳ (۰/۷۲۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب) بود. میزان چگالی میوه در بین میوه‌های مربوط به یک نوع زالک متغیر بود. به‌عنوان مثال میزان چگالی میوه زالک‌های قرمز سیاه در رنجی از ۰/۹۸ تا ۰/۷۲۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود (جدول ۳). در بررسی، صفات فیزیکی میوه و بذر زالک گونه *C. pontica* در منطقه ایلام بررسی شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد، میزان چگالی میوه در این‌گونه در محدوده ۰/۸۳ تا ۰/۹۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب و با میانگین ۰/۸۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب است (Erfanimoghdam & Kheiralipour, 2015). نتایج به‌دست‌آمده نشان داد، بیشترین میزان طول دم میوه مربوط به نژادگان‌های زالک قرمز روشن است و در بین آن‌ها نژادگان‌های شماره ۵ (۹/۳۶ میلی‌متر) و ۱ (۹/۳۲ میلی‌متر) در رتبه نخست قرار گرفتند. کمترین میزان طول دم میوه در نژادگان‌های قرمز سیاه یافت شد که در میان آن‌ها،

مورد بررسی در ترکیه در دامنه ۱۰/۰۶ میلی‌متر تا ۱۸/۰۷ میلی‌متر قرار دارد (Yanar *et al.*, 2011). بنابر نتایج به‌دست‌آمده از میانگین‌ها، مشخص شد، زالک‌های سبز روشن، میوه‌های سفت‌تری داشتند و پس از آن‌ها دیگر زالک‌ها تا حدودی شرایط همسانی داشتند (جدول ۲). سفتی میوه ناشی از مقاومت دیواره یاخته‌ای در مقابل فشار است که آن نیز متأثر از میزان کلسیم، آرایش غشای پکتوسولوزی، جنس دیواره‌ها و ... می‌تواند باشد (Kader, 2002). میزان وزن بذر از ۰/۲۶ تا ۰/۹۶ گرم متغیر بود. به‌طور کلی نژادگان‌های زالک زرد وزن بذر بیشتری نسبت به دیگر زالک‌ها داشتند و پس از آن نژادگان‌های زالک سبز روشن قرار داشتند. کمترین میزان وزن بذر نیز در نژادگان‌های قرمز سیاه و قرمز روشن مشاهده شد (جدول ۲). در بررسی، ۸۶ جمعیت مختلف زالک از پانزده گونه در مکزیک از نظر صفات بذر بررسی و مشخص شد که میانگین وزن بذر در این ۸۶ جمعیت در طیف ۰/۳۴ گرم تا ۱/۱۳ گرم قرار داشت (Nieto-Angel *et al.*, 2009). نژادگان‌های ارزیابی‌شده در این بررسی نسبت به بررسی بالا بذرهای کوچک‌تری دارند. بنابراین به نظر می‌رسد که گوشت میوه نژادگان‌های مورد ارزیابی در این بررسی بیشتر باشد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد، زالک سبز روشن (۲/۶۶ تا ۳ عدد بذر) بیشترین شمار بذر را داشتند و نژادگان‌های زالک قرمز با داشتن یک عدد بذر، کمترین شمار بذر را داشتند. زالک‌های زرد و قرمز روشن نیز به‌طور میانگین دو عدد بذر داشتند (جدول ۲). با بررسی روی برخی از نژادگان‌های زالک موجود در ترکیه از نظر صفات ریخت‌شناختی مشاهده شد که نژادگان‌های مورد بررسی از نظر شمار بذر تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان دادند و کمترین میزان بذر در نژادگان 44HE08-2 با ۱/۳۳ عدد و بیشترین میزان بذر در نژادگان 44YE16-4 با ۳/۱۴ عدد مشاهده شد (Yanar *et al.*, 2011). در این بررسی نیز دامنه شمار بذر در محدوده نتایج بررسی بالا است.

از نظر طول و عرض بذر، نژادگان‌های زالک زرد از دیگر نژادگان‌ها بزرگ‌تر بودند و زالک‌های سبز روشن کوچک‌ترین بذر را داشتند. همچنین زالک‌های سبز روشن بیشترین شمار بذر را داشتند

نژادگان‌های قرمز سیاه ۲ (۴/۱۵ میلی‌متر) و قرمز سیاه ۴ (۴/۲ میلی‌متر) پایین‌ترین اندازه طول دم میوه را داشتند (جدول ۳). به نظر می‌رسد صفت طول دم میوه یک صفت ژنتیکی باشد و متأثر از نژادگان است. در بررسی‌های پیشین نیز چنین نتیجه‌ای به اثبات رسیده است، به‌طوری‌که طول دم میوه در گونه *C. pontica* ۱/۱۴ تا ۱/۵۳ سانتی‌متر گزارش شد (Nieto-Angel et al., 2009).

اندازه طول دم برگ در میان زالک‌های مربوط به یک‌گونه متغیر بود و به نوع گونه زالک وابسته نبود. به‌عنوان مثال در نژادگان‌های قرمز سیاه، طول دم برگ از ۵/۷ میلی‌متر در نژادگان ۱ تا ۱۴/۶۹ میلی‌متر در نژادگان ۵ متغیر بود و یا در نژادگان‌های زالک قرمز روشن نیز از ۸/۳ تا ۱۵/۳۷ میلی‌متر متغیر بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد، با توجه به این نتایج، صفت طول دم برگ بیشتر تابع شرایط محیطی است. طول دم برگ در بررسی در ترکیه در محدوده ۱ تا ۲/۵ سانتی‌متر گزارش شده است (Ercisli, 2004). میزان عرض برگ نژادگان‌های زالک از ۲۳/۵۴ تا ۵۳/۴۵ میلی‌متر متغیر بود و نژادگان‌های قرمز سیاه، بیشترین تنوع را از نظر این صفت نشان دادند. دیگر نژادگان‌های مورد بررسی حالت بینابینی از نظر این صفت داشتند. همچنین بیشترین اندازه طول برگ در نژادگان‌های زرد مشاهده شد و نژادگان زرد ۱ با طول برگ ۴۷/۶ میلی‌متر بیشترین میزان طول برگ را در بین همه نژادگان‌ها داشت. زالک‌های قرمز روشن کمترین میزان طول برگ را نشان دادند و نژادگان قرمز روشن ۱ با طول برگ ۳۲/۶ میلی‌متر، کمترین میزان این صفت را در بین همه نژادگان‌ها داشت (جدول ۳). طول و عرض برگ از جمله صفاتی هستند که در بررسی‌های ریخت‌شناختی بسیار استفاده می‌شوند. میزان طول و عرض برگ هم از محیط و هم از ژنتیک تأثیر می‌پذیرد و برآیند واکنش این دو فراسنجه (پارامتر) میزان طول و عرض برگ را مشخص می‌سازد. در بررسی مشخص شد، میزان طول برگ در جمعیت‌های مورد بررسی زالک در محدوده ۳۵ تا ۵۳/۲ میلی‌متر متغیر بود و در شرق ترکیه، زالک‌ها طول برگ بیشتری داشتند. در بررسی آن‌ها میزان عرض برگ نیز ۳۰/۶ تا ۶۳ میلی‌متر گزارش شد (Yanar et al., 2011).

۲۰۱۱). فراسنجه‌های مرتبط به برگ در نژادگان‌های مورد بررسی در این پژوهش پایین‌تر از این بررسی بود. نتایج نشان داد، میزان a^* در زالک‌های قرمز روشن بیشترین میزان و در زالک‌های سبز روشن کمترین میزان را داشت. میزان b^* نیز متغیر بود و نژادگان‌های زالک سبز روشن در این فراسنجه بیشترین میزان را داشتند و زالک‌های قرمز سیاه کمترین میزان b^* را نشان دادند. زاویه هیو ۰ بیانگر رنگ قرمز- صورتی، زاویه ۹۰° بیانگر رنگ زرد، زاویه ۱۸۰° بیانگر رنگ خاکستری- سبز و زاویه ۲۷۰° بیانگر رنگ آبی است. همان‌طور که در جدول ۳ قابل مشاهده است میزان زاویه هیو در نژادگان‌های زرد در محدوده ۱ تا ۲ قرار گرفته‌اند و در نژادگان‌های قرمز روشن و تیره میزان این فراسنجه کاهش یافته و به میانگین بین ۰/۱۹ تا ۰/۳۲ رسیده است. در نژادگان‌های زالک سبز روشن میزان زاویه هیو منفی شده است که قابل انتظار بود. شاخص اشباع یا خلوص رنگ، شدت یا خلوص هیو را نشان می‌دهد و در بین نژادگان‌ها در زالک‌های زرد، سبز روشن و قرمز روشن بیشتر از نژادگان‌های قرمز سیاه بود. میزان L^* بیان‌کننده میزان روشنی و تیرگی است (۰= سیاه، ۱۰۰= سفید) و در نژادگان‌های زالک سبز روشن بالاترین میزان L^* مشاهده شد و پس از آن نژادگان‌های زالک زرد قرار داشتند. کمترین میزان L^* نیز مربوط به زالک‌های قرمز سیاه و قرمز روشن بود. همچنین در بررسی، رنگ میوه نژادگان‌های مختلف زالک به‌صورت قرمز تیره، سبز روشن، نارنجی، زرد، قرمز و نارنجی روشن در ترکیه تقسیم‌بندی شد و مشخص شد که رنگ زرد در کشور ترکیه بازارپسندی پایین‌تری نسبت به دیگر رنگ‌ها دارد (Turkoglu et al., 2005). در بررسی با ارزیابی ریخت‌شناختی ۲۱ نژادگان زالک مشخص شد که گونه‌های *Monogyna ssp. Monogyna*، *C. monogyna ssp. Azarella* و *C. pseudoheterophylla* میوه‌های با رنگ قرمز تیره داشتند. گونه‌های *C. pontica* و *C. orientalis* رنگ سبز تا نارنجی روشن داشتند و گونه‌های *C. aronia* var. *dentate* و *C. Meyeri* نیز رنگ قرمز روشن داشتند (Yanar et al., 2011).

نژادگان‌های قرمز سیاه ۲ (۴/۱۵ میلی‌متر) و قرمز سیاه ۴ (۴/۲ میلی‌متر) پایین‌ترین اندازه طول دم میوه را داشتند (جدول ۳). به نظر می‌رسد صفت طول دم میوه یک صفت ژنتیکی باشد و متأثر از نژادگان است. در بررسی‌های پیشین نیز چنین نتیجه‌ای به اثبات رسیده است، به‌طوری‌که طول دم میوه در گونه *C. pontica* ۱/۱۴ تا ۱/۵۳ سانتی‌متر گزارش شد (Nieto-Angel et al., 2009).

اندازه طول دم برگ در میان زالک‌های مربوط به یک‌گونه متغیر بود و به نوع گونه زالک وابسته نبود. به‌عنوان مثال در نژادگان‌های قرمز سیاه، طول دم برگ از ۵/۷ میلی‌متر در نژادگان ۱ تا ۱۴/۶۹ میلی‌متر در نژادگان ۵ متغیر بود و یا در نژادگان‌های زالک قرمز روشن نیز از ۸/۳ تا ۱۵/۳۷ میلی‌متر متغیر بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد، با توجه به این نتایج، صفت طول دم برگ بیشتر تابع شرایط محیطی است. طول دم برگ در بررسی در ترکیه در محدوده ۱ تا ۲/۵ سانتی‌متر گزارش شده است (Ercisli, 2004). میزان عرض برگ نژادگان‌های زالک از ۲۳/۵۴ تا ۵۳/۴۵ میلی‌متر متغیر بود و نژادگان‌های قرمز سیاه، بیشترین تنوع را از نظر این صفت نشان دادند. دیگر نژادگان‌های مورد بررسی حالت بینابینی از نظر این صفت داشتند. همچنین بیشترین اندازه طول برگ در نژادگان‌های زرد مشاهده شد و نژادگان زرد ۱ با طول برگ ۴۷/۶ میلی‌متر بیشترین میزان طول برگ را در بین همه نژادگان‌ها داشت. زالک‌های قرمز روشن کمترین میزان طول برگ را نشان دادند و نژادگان قرمز روشن ۱ با طول برگ ۳۲/۶ میلی‌متر، کمترین میزان این صفت را در بین همه نژادگان‌ها داشت (جدول ۳). طول و عرض برگ از جمله صفاتی هستند که در بررسی‌های ریخت‌شناختی بسیار استفاده می‌شوند. میزان طول و عرض برگ هم از محیط و هم از ژنتیک تأثیر می‌پذیرد و برآیند واکنش این دو فراسنجه (پارامتر) میزان طول و عرض برگ را مشخص می‌سازد. در بررسی مشخص شد، میزان طول برگ در جمعیت‌های مورد بررسی زالک در محدوده ۳۵ تا ۵۳/۲ میلی‌متر متغیر بود و در شرق ترکیه، زالک‌ها طول برگ بیشتری داشتند. در بررسی آن‌ها میزان عرض برگ نیز ۳۰/۶ تا ۶۳ میلی‌متر گزارش شد (Yanar et al., 2011).

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکی میوه و بذر نژادگان‌های مورد بررسی زالک در استان آذربایجان غربی

Table 2. Physical properties of Hawthorn fruit and seed in West Azerbaijan province

Genotype	Fruit weight (g)	Fruit length (mm)	Fruit width (mm)	Flesh weight (g)	Fruit firmness (N)	Seed number	Seed weight (g)	Seed length (mm)	Seed width (mm)
Y1	3.99±1.1	0.9±16.89	1.3±20.45	1.3±3.23	0.8±16.8	0.5±2	0.1±0.76	1.1±9.28	1.5±6.74
Y2	4.94±1.5	2.7±18.37	2.9±22.5	1.1±3.93	1.2±10.03	0.3±2	0.2±0.98	2.3±9.52	2.2±7.9
Y3	1.2±3.97	1.7±12.17	3.1±19.45	1.2±3.23	1.3±18.7	1.1±2	0.1±0.55	1.3±8.94	1.9±7.54
Y4	2.1±3.23	0.9±16.40	1.3±18.28	0.8±2.6	1.3±15.4	0.1±2	0.2±0.58	2.1±9.34	1.6±7.54
Y5	0.7±1.9	0.7±13.43	0.6±16.48	0.3±1.45	2.3±16.9	0.9±2.66	0.1±0.44	2.3±8.17	1.1±7
RB1	0.6±1.63	2.4±13.53	1.2±13.52	0.4±1.33	1.5±16.2	0.7±2	0.1±0.32	0.3±7.09	2±6.23
RB2	0.4±2.09	1.1±14.13	4.1±15.07	0.2±1.72	4.3±13.2	0.7±2	0.1±0.35	1.9±7.95	2.3±6.8
RB3	1.2±2.6	1.4±16.46	1.3±16.73	0.9±2.15	2.3±5.3	1.1±2	0.1±0.41	0.7±7.71	4.3±7.49
RB4	1.6±1.89	1.3±13.37	2.4±15.15	0.5±1.48	1.2±17.7	0.3±2.33	0.2±0.41	0.8±7.18	0.6±6.08
RB5	.8±2.36	2.8±15.39	3.2±16.23	0.7±1.28	1.5±17.9	0.9±2.33	0.3±0.53	1.4±9.21	2.6±8.39
RL1	1.1±2.44	2.3±14.98	2.7±17.33	0.9±2.04	1.3±19.5	0.2±1	0.1±0.38	1.9±8.71	1.9±6.59
RL2	0.5±2.25	0.9±14.36	1.5±15.7	0.9±1.88	2.1±11.2	0.4±1	0.2±0.37	1.6±8.19	2.3±6.08
RL3	0.7±1.68	1.3±13.25	1.4±14.33	0.4±1.38	0.8±14.7	0.1±1	0.1±0.26	0.8±7.81	0.8±5.91
RL4	0.6±1.48	0.8±13.5	1.2±13.69	0.7±1.14	0.8±16.1	0.3±1	0.1±0.33	1.2±8.25	1.1±6.88
RL5	0.2±1.45	1.5±13.48	3.3±13.6	0.3±1.1	1.4±10.07	0.7±1	0.1±0.32	0.9±8.52	2.4±6.85
LG1	0.1±2.92	2.5±16.65	2.9±17.93	0.1±2.2	0.9±32.08	1±3	0.3±0.62	2.3±8.23	2.6±5.9
LG2	.04±2.11	2.6±16.13	3.2±17.74	0.8±1.72	1.8±28.9	0.4±2.66	0.2±0.35	1.2±7.37	1.4±4.97
LG3	.07±3.26	1.8±16.26	1.8±18.19	0.4±2.66	1.1±26.7	0.7±2.66	0.3±0.57	2.1±8.49	2.2±6.91
LG4	.09±1.69	0.7±13.84	1.1±14.3	0.5±1.27	3.2±40.4	1.2±3	0.2±0.38	2.4±7.28	1.3±5.55
LG5	1.1±2.6	1.1±15.83	0.4±17.34	0.6±2.07	1.3±35.4	0.7±3	0.2±0.49	1.1±7.14	0.6±5.5
Mean	2.52	14.91	16.70	1.99	19.15	2.03	0.47	8.22	6.64
Standard deviation	0.91	1.57	2.04	0.83	1.62	0.61	0.16	1.48	1.83
Percentage variation	36.11	10.53	12.22	41.71	8.46	30.05	34.04	18	27.56

داده‌های مربوط به میوه میانگین و انحراف معیار بیست میوه و داده‌های مربوط به بذر نیز میانگین و انحراف معیار بیست بذر هستند. درصد تنوع (ضریب تغییرات) بر اساس نسبت انحراف معیار به میانگین محاسبه شده است.

Data relating to fruits are mean and standard deviation of 20 fruits, and data relating to seed are mean and standard deviation of 20 seeds. Percent of variation (coefficient of variation) has been calculated based on the ratio of standard deviation to the mean.

جدول ۳. ویژگی‌های فیزیکی برگ و رنگ میوه نژادگان‌های مورد بررسی زالک در استان آذربایجان غربی

Table 3. Physical properties and fruit color of studied genotypes in West Azerbaijan

Genotype	Density (cm ³)	Pedicle length (mm)	Petiole length (mm)	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	L*	a*	b*	Hue	Chroma
Y1	0.1±0.87	1.3±5.33	1.1±12.56	2.3±47.6	2.2±43.92	3.4±65.36	3.4±7.21	4.5±28.63	1.32±0.5	29.52±1.2
Y2	0.1±0.96	2.3±7.15	1.2±12.56	4.5±40.42	4.4±39.84	6.5±62.9	3.2±9.07	2.3±29.7	1.24±0.3	31±2.3
Y3	0.3±0.9	0.8±7.62	1.9±9.1	2.3±40.89	1.1±39.02	6.6±58.7	2.1±16.71	1.2±29.96	1.06±0.1	34.3±3.4
Y4	0.2±0.94	0.5±6.5	1.7±11.2	6.5±42.7	5.7±39.53	5.4±70.12	1.7±5.75	1.5±35.07	1.4±0.2	35.5±1.6
Y5	0.1±0.92	1.3±5.73	1.1±10.99	2.7±37.11	2.3±33.05	4.3±59.51	0.9±1.98	3.7±31.17	1.5±0.7	31.2±2.4
RB1	0.3±0.85	1.6±6.17	0.9±5.7	1.9±27.88	1.4±23.54	3.2±23.29	1.1±14.69	2.1±3.48	0.23±0.1	15.09±2.3
RB2	0.2±0.98	0.8±4.15	1.3±14.18	5.4±47.98	4.8±53.45	3.3±23.22	5.5±17.88	0.9±4.17	0.22±0.1	18.35±1.4
RB3	0.1±0.73	1.1±4.7	2.3±10.91	1.1±38.52	2.3±38.7	3.4±20.53	2.3±16.07	1.1±3.7	0.19±0.1	16.32±4.2
RB4	0.1±0.89	0.8±4.2	3.4±11.2	5.5±37.08	6.7±36.2	5.6±22.97	4.5±17.03	1.2±4.39	0.25±0.1	17.58±2.2
RB5	0.1±0.94	0.5±4.96	6.2±14.69	4.3±38.47	7.8±52.99	2.3±28.63	5.6±17.31	1.5±4.44	0.25±0.1	18.87±1.3
RL1	0.3±0.93	1.2±9.32	2.4±8.83	3.2±32.6	4.3±28.29	4.3±30.7	2.3±36.26	2.4±11.58	0.3±0.15	38.06±5.6
RL2	0.2±0.91	1.3±8.26	1.1±12.8	5.6±35.36	1.2±38.36	2.8±29.8	5.6±34.67	3.5±10.21	0.28±0.1	36.14±3.2
RL3	0.4±0.9	1.4±8.87	3.4±12.51	4.8±38.91	3.4±36.26	2.4±28.39	3.6±36.04	2.3±9.94	0.26±0.15	37.38±4.5
RL4	0.3±0.90	0.2±8.1	0.8±15.37	1.4±40.5	2.5±38.82	1.3±31.1	3.4±37.89	2.3±12.57	0.32±0.1	32.92±4.3
RL5	0.5±0.91	2.4±9.36	1.1±14.84	2.3±39.17	2.2±35.83	5.9±31.7	6.7±38.96	4.3±14.31	0.35±0.1	41.5±1.2
LG1	0.3±0.92	1.1±8.69	0.6±8.91	2.5±38.93	1.6±34.23	7.7±78.33	1.3±-3.99	2.1±32.95	-1.45±1.2	33.2±2.4
LG2	0.1±0.93	1.6±7.69	0.5±8.17	2.3±36.21	2.7±31.38	5.6±79.8	2.2±-3.27	1.1±32.64	-1.47±0.9	32.8±1.1
LG3	0.4±0.97	2.5±7.77	1.2±8.26	2.9±36.85	3.4±32.72	2.3±72.65	1.2±-2.4	4.7±34.66	-1.5±1.3	34.7±1.6
LG4	0.2±0.9	1.2±7	2.6±9.6	1.3±33.6	1.8±29.29	4.5±70.96	1.6±-4.39	5.6±35.87	-1.44±2.4	36.13±2.7
LG5	0.1±0.92	1.4±6.9	1.4±8.71	3.6±35.6	3.5±30.86	1.3±72.34	2.7±-8.1	2.4±33.75	-1.33±1.1	34.7±3.9
Mean	0.91	6.9	11.05	38.32	36.82	48.05	14.27	20.16	0.49	30.26
Standard deviation	0.22	1.26	1.81	3.32	3.26	4.1	3.04	2.53	0.24	2.64
Percentage variation	24.17	18.26	16.38	8.66	8.85	8.53	21.30	12.55	48.98	8.72

داده‌های مربوط به میوه میانگین و انحراف معیار بیست میوه و داده‌های مربوط به بذر نیز میانگین و انحراف معیار بیست بذر هستند. درصد تنوع (ضریب تغییرات) بر اساس نسبت انحراف معیار به میانگین محاسبه شده است.

Data relating to fruit color are mean and standard deviation of 10 fruits, and data relating to leaf are mean and standard deviation of 20 leaves. Percentage variation (coefficient of variation) has been calculated based on the ratio of standard deviation to the mean.

همبستگی بین صفات

از همبستگی صفات برای بررسی و ایجاد رابطه 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. نتایج همبستگی بین صفات مورد بررسی در جدول ۴ آورده شده است و همبستگی مثبت و منفی معنی‌دار در بین بیشتر صفات در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد مشاهده شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، طول میوه با عرض میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. همچنین عرض میوه با وزن گوشت میوه نیز میزان همبستگی بالایی را نشان داد. صفت طول دم برگ با شاخص a^* رنگ میوه همبستگی مثبت معنی‌داری دارد، این نشان می‌دهد، هر اندازه طول دم برگ‌ها بیشتر باشند، رنگ میوه نیز قرمزی بیشتری خواهد داشت. همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین میزان شاخص a^* و صفات سفتی میوه و شمار بذر مشاهده شد. شاخص L^* با شاخص a^* رنگ میوه نیز همبستگی منفی معنی‌داری دارد درحالی‌که سفتی میوه همبستگی مثبت معنی‌داری با L^* و b^* داشته ولی با a^* همبستگی منفی معنی‌داری داشت که این نشان می‌دهد، درختانی که رنگ میوه‌های آن‌ها روشنی و زردی بیشتری داشته باشد، میوه سفت‌تری خواهند داشت درحالی‌که درختانی که رنگ قرمزی میوه بالاتری داشتند، میوه آن‌ها نرم‌تر خواهند بود. همبستگی بالا بین صفات این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان از طریق اندازه‌گیری هر یک از صفات به وضعیت صفت دوم پی برد.

تجزیه به عامل‌ها

با استفاده از تجزیه به عامل‌ها، صفات مختلف می‌تواند در قالب عامل‌ها یا مؤلفه‌هایی بحث شود که هرکدام چند صفت را شامل می‌شوند. این تجزیه می‌تواند عامل‌های فرق‌گذار اصلی بین نژادگان‌های مورد بررسی را روشن سازد. همچنین این روش می‌تواند در تشخیص صفات پر اهمیت‌تر درزمینه جداسازی نژادگان‌های بررسی‌شده سودمند باشد (Yilmaz *et al.*, 2009). میزان واریانس توجیهی هر عامل، بار

عامل‌های دوران‌یافته، واریانس تجمعی توجیه شده و ریشه مشخصه ناشی از تجزیه به عامل‌ها در جدول ۵ آورده شده است. همان‌طوری که مشاهده می‌شود، تجزیه به عامل‌های اصلی متغیرهای اولیه را در قالب پنج عامل اصلی و مستقل با مقادیر ویژه بیش از یک گروه‌بندی کرد که در مجموع این پنج عامل پس از چرخش وریماکس توانستند ۸۹/۱۱ درصد واریانس کل داده‌ها را توجیه کنند (جدول ۵). جدول تجزیه به عامل‌ها نشان می‌دهد، عامل اول توانسته است به تنهایی ۳۶/۹۴ درصد واریانس کل مشاهده شده را توجیه کند. پس از آن عامل دوم توانسته است ۲۴/۸۲ درصد واریانس کل را سبب شود و عامل‌های ۱ و ۲ به همراه هم ۶۱/۷۶ درصد واریانس کل را توجیه می‌کنند. به‌طور کلی در این ارزیابی، صفات با ضریب‌های عاملی بالای ۰/۵ به‌عنوان ضریب‌های معنی‌دار و مؤثر در مدل در نظر گرفته شده‌اند. در عامل اول که ۳۶/۹۴ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند، صفات وزن، طول و عرض میوه، وزن گوشت، شاخص‌های رنگ میوه شامل L^* ، a^* و b^* ، وزن بذر و طول بذر قرار دارد. در عامل دوم نیز که ۲۴/۸۲ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند، صفات سفتی میوه، شمار بذر و صفات مرتبط به برگ مانند طول برگ، عرض برگ و طول دم برگ قرار دارد. همچنین در عامل سوم که ۱۲/۷۹ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند، صفات چگالی میوه و طول دم میوه قرار دارند. در عامل چهارم که ۷/۹۲ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند، صفت عرض برگ قرار دارد و در عامل پنجم نیز که ۶/۶۳ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند، صفت عرض بذر قرار دارد. نتایج همسانی در نژادگان‌ها و گونه‌های گلایی (Erfani *et al.*, 2014) و نتایج به‌دست‌آمده از سیب رد اسپار و گلاب کهنز (Ali *et al.*, 2015) نیز مشاهده شده است. وجود عامل‌های مستقل برای هر گروه از صفات می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی توجه شده و به استقلال صفات توجه شود.

همچنین به‌منظور گروه‌بندی نژادگان‌های مورد بررسی زالک بر پایه عامل‌های مورد نظر از روش رسم نمودار پراکنش بر مبنای دو عامل اول که در مجموع ۶۱/۷۶ درصد از سهم کل واریانس را توجیه

شبهات بیشتری نشان داده و در یک گروه قرار می‌گیرند. با توجه به بالا بودن سهم دو عامل اول در توجیه واریانس کل، رسم نمودار دووجهی (بای پلات) با این دو عامل توانسته است تا حدودی گونه‌ها را از هم جدا کند و بر پایه این بای پلات ۳ گروه ایجاد شود که در شکل ۱ قابل مشاهده هستند.

کردند، استفاده شد. سپس موقعیت هر نژادگان در محور مختصات دویبعی به دست آمد (شکل ۱). تجمع نژادگان‌ها در یک ناحیه از پلات نشان‌دهنده تشابه ژنتیکی آن‌ها است. بنابراین بر پایه شکل ۱ نژادگان‌های که در یک محدوده نزدیک به هم قرار دارند، از نظر صفات مؤثر در عامل‌های اول و دوم

جدول ۴. همبستگی بین صفات مورد بررسی در نژادگان‌های زالزالک

Table 4. Correlation between studied traits in hawthorn genotypes

	FWe	FL	FWi	D	L*	a*	b*	PeL	LL	LW	PL	F	SN	Swe	SL	SW	PWe
FWe	1																
FL	0.52**	1															
FWi	0.57**	0.96**	1														
D	0.16	0.05	0.16	1													
L*	0.46**	0.35**	0.55**	0.34**	1												
a*	-0.33**	-0.34**	-0.39**	-0.12	-0.78**	1											
b*	0.45**	0.28*	0.51**	0.35**	0.97**	-0.69**	1										
PeL	-0.07	-0.05	-0.04	0.15	0.16	0.26*	0.22	1									
LL	0.36**	0.18	0.32*	0.19	0.07	0.02	0.08	-0.25	1								
LW	0.23	0.09	0.17	0.24	-0.22	0.16	-0.25	-0.39**	0.74**	1							
PL	-0.08	0.00	-0.08	0.16	-0.33**	0.43**	-0.29**	-0.09	0.61**	0.71**	1						
F	0.12	0.22	0.21	0.29*	0.79**	-0.76**	0.72**	0.10	-0.14	-0.33*	-0.42**	1					
SN	0.19	0.23	0.24	0.12	0.62**	-0.89**	0.53**	-0.31*	-0.09	-0.12	-0.44**	0.69**	1				
SWe	0.77**	0.48**	0.74**	0.19	0.43**	-0.36**	0.39**	-0.12	0.21	0.21	0.02	0.15	0.27*	1			
SL	0.57**	0.23	0.51**	0.24	0.16	0.09	0.20	0.10	0.37**	0.37**	0.33*	-0.21	-0.22	0.42**	1		
SW	0.43**	0.15	0.31*	-0.04	0.21	0.19	-0.16	-0.21	0.31*	0.46**	0.32*	-0.44**	-0.19	0.35**	0.67**	1	
PWe	0.97**	0.49**	0.94**	0.14	0.43**	-0.30*	0.42**	-0.05	0.38**	0.23	-0.01	0.10	0.15	0.65**	0.57**	0.42**	1

* و **: به ترتیب معنی‌داری در ۵ درصد و ۱ درصد.

FWe=وزن میوه، FL=طول میوه، FWi=عرض میوه، D=چگالی، PeL=طول دم میوه، LL=طول برگ، LW=عرض برگ، PL=طول دم‌برگ، F=سفتی، SN=تعداد بذر، SWe=وزن بذر، SL=طول برگ، SW=عرض بذر، PWe=وزن گوشت میوه.

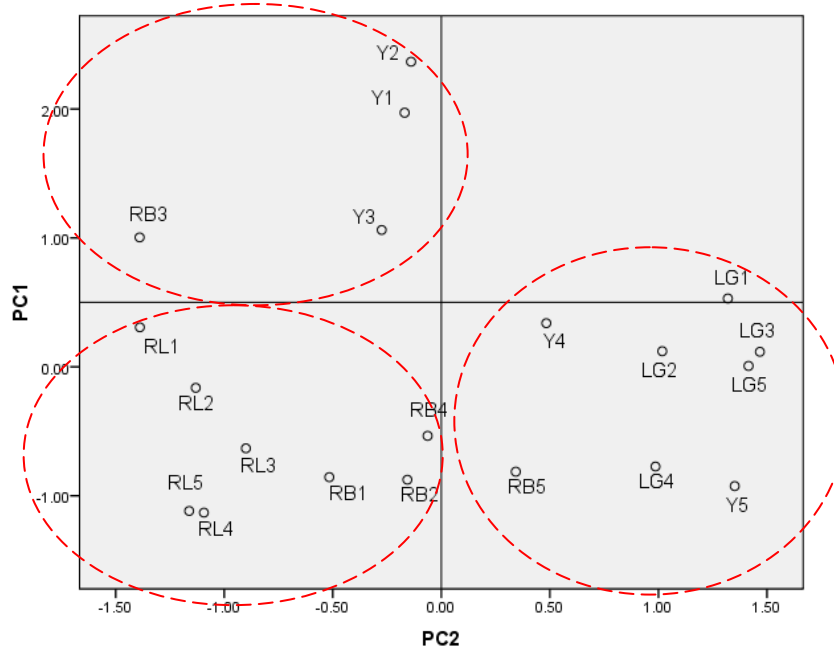
* **, significant at p<0.05 and p<0.01 respectively.

Few: Fruit weight, FL: Fruit length, FWi: Fruit width, D: Density, PeL: Pedicle length, LL: Leaf length, LW: Leaf width, PL: Petiole length, F: Firmness, SN: Seed number, SWe: Seed weight, SL: Seed length, SW: Seed width, PWe: Flesh weight.

جدول ۵. ضریب‌های عاملی و واریانس تجمعی برای پنج عامل استخراج‌شده از تجزیه به عامل‌ها

Table 5. Eigen values and cumulative variance for 5 factors resulted from factor analysis

Traits	Component				
	1	2	3	4	5
Fruit weight	0.898	0.265	-0.231	-0.110	-0.172
Fruit length	0.905	0.064	-0.272	-0.193	-0.051
Fruit width	0.904	0.161	-0.239	-0.180	-0.177
Density	0.202	0.44	0.701	0.417	0.053
Firmness	0.400	-0.751	0.287	0.177	0.066
Flesh weight	0.869	0.272	0.254	-0.139	-0.247
Pedicle length	0.340	-0.138	0.675	0.558	0.027
L*	0.742	-0.521	0.331	0.046	-0.419
a*	0.620	0.625	0.134	-0.334	-0.012
b*	0.729	0.411	0.398	0.016	0.013
Petiole length	0.078	0.822	0.252	0.197	-0.183
Leaf length	0.293	0.572	0.192	0.208	-0.508
Leaf width	0.125	0.772	0.125	0.532	-0.129
Seed number	0.386	-0.681	-0.204	0.493	0.130
Seed weight	0.878	0.245	-0.108	0.047	0.226
Seed length	0.708	0.495	0.125	-0.063	0.314
Seed width	0.345	0.508	-0.350	0.190	0.611
Eigen value	6.65	4.47	2.3	1.43	1.19
% of variance	36.95	24.82	12.79	7.92	6.63
Cumulative Variance %	36.95	61.77	74.56	82.48	89.11

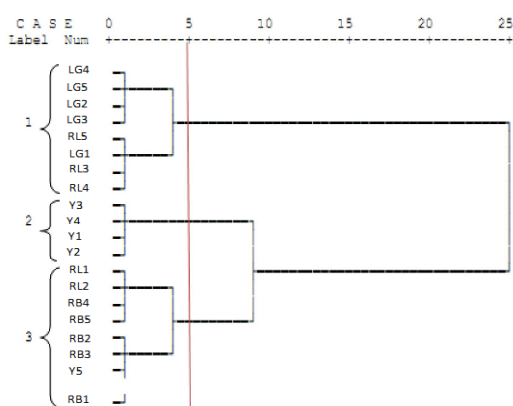


شکل ۱. گروه‌بندی نژادگان‌های زالک بر پایه دو عامل اول به‌دست‌آمده از تجزیه به عامل‌ها
Figure 1. Grouping of Hawthorn genotypes based on the first and second factor derived of Factor analysis

پایه دو عامل اول ناشی از تجزیه به عامل‌ها با گروه‌بندی ناشی از تجزیه خوشه‌ای تا حدودی با هم همخوانی دارند. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه خوشه‌ای نشان داد، گونه‌های مختلف در گروه‌های مختلف قرار گرفته‌اند. به عبارتی تجزیه خوشه‌ای تا حدودی توانست گونه‌ها را از هم جدا کند. همچنین قرار گرفتن نژادگان‌های مختلف در خوشه‌های مختلف نشان‌دهنده وجود تنوع بالا در بین نژادگان‌های مورد بررسی است.

تجزیه خوشه‌ای

برای اینکه ایده‌ای از میزان شباهت‌ها و تفاوت‌های بین نژادگان‌های زالک مورد بررسی از نظر همه صفات به دست آید، تجزیه خوشه‌ای انجام شد (شکل ۲). با برش نمودار درختی (دندروگرام) در فاصله ۵ بر پایه تجزیه تابع تشخیص، سه گروه ایجاد شد. تجزیه خوشه‌ای تا حدودی توانست گونه‌ها را از هم جدا کند. در گروه نخست نژادگان‌های مربوط به گونه *C. azarolus* var *azarolus* و چندین نژادگان نیز از گونه *C. aplosangouainea* قرار گرفته‌اند که همگی متعلق به منطقه دره قاسملو ارومیه و سردشت هستند. در جداسازی این گروه صفات سفتی میوه و شمار بذر نقش بسیار مهمی داشتند. نژادگان‌های مربوط به گونه *C. azarolus* به استثنای شماره ۵ در گروه دوم به تنهایی قرار گرفته‌اند که متعلق به منطقه کهریز (انزل) هستند. نژادگان‌های موجود در این گروه میانگین صفات طول، عرض و وزن میوه بالاتری داشتند. نژادگان‌های گونه *C. monogyna* و چندین نژادگان نیز از گونه *C. aplosangouainea* در گروه سوم جای گرفته‌اند که صفات چگالی میوه، طول برگ و شاخص a^* در جداسازی این گروه نقش مهمی داشتند. گروه‌بندی نژادگان‌ها بر



شکل ۲. نمودار درختی به‌دست‌آمده از تجزیه خوشه‌ای نژادگان‌های زالک به روش وارد

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

اصلاح کلاسیک و یا دست‌ورزی ژنی برای اصلاح مدرن باز خواهد گذاشت. در نتیجه این نژادگان‌ها می‌توانند به‌عنوان مواد اصلاحی برای نژادگان‌های تجاری استفاده شوند. توجه به اینکه در برخی موارد با وجود مشاهده برخی تفاوت‌های ریخت‌شناختی در بین نژادگان‌ها، جداسازی آن‌ها از همدیگر میسر نشد، برای بررسی‌های بیشتر برای جداسازی دقیق‌تر آن‌ها استفاده از نشانگرهای مولکولی می‌تواند مؤثر باشد.

نتیجه‌گیری کلی

این بررسی تنوع بسیار بالایی را بین نژادگان‌های زالزالک مورد بررسی در استان آذربایجان غربی از لحاظ همه صفات ریخت‌شناختی میوه، برگ و بذر نشان داد. صفات وزن میوه و گوشت میوه، اندازه برگ، اندازه میوه، رنگ میوه و اندازه بذر تنوع بسیار بالایی را نشان دادند. این تنوع یک ابزار بسیار با ارزش برای به‌نژادگران خواهد بود و دست آن‌ها را برای انتخاب گزینه‌های تلاقی برای

REFERENCES

1. Arjomandi, A. A., Nazeri, V., Echtehadi, A. & Joharchi, M. R. (2010). *Crataegus* genus in the Northeast and East of Iran: a review. *Rostaniha*, 1(1), 1-36. (in Farsi)
2. Balta, M. F., Celik, F., Turkoglu, N., Ozrenk, K. & Ozgokce, F. (2006). Some fruit traits of Hawthorn (*Crataegus* spp.) genetic resources from Malatya, Turkey. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(6), 531-536.
3. Demiray, H. (1986). Morphological and anatomical studies on *C. monogyna* subsp. *monogyna* Jacq. and *C. pentagyna* W. et K. *Turkish Journal of Biology*, 10, 305-315.
4. Ercisli, S. (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51, 419-435.
5. Erfani, J., Ebadi, A., Abdolahi, H. & Fattahi Mogadam, M. R. (2014). Evaluation of genetic diversity of some pear genotypes and species with morphological characteristics. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 45(1), 11-21. (in Farsi)
6. Erfanimoghadam, J. & Kheiralipour, K. (2015). Physical and nutritional properties of Hawthorn fruit (*Crataegus pontica* L.). *Agriculture England International*, 17(1), 232-237.
7. Froehlicher, T., Hennebelle, T., Martin-Nizard, F., Cleenewerck, P., Hilbert, J. L., Trotin, F. & Grec, S. (2009). Phenolic profiles and antioxidative effects of Hawthorn cell suspensions, fresh fruits, and medicinal dried parts. *Food Chemistry*, 15, 897-903.
8. Gharaghani, A., Solhjoo, S. & Oraguzie, N. (2016). A review of genetic resources of pome fruits in Iran. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 63(1), 151-172.
9. Kader, A. A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops*. University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, Pp535. 85-97.
10. Lio, P., Kallio, H. & Yang, B. (2011). Phenolic compounds in Hawthorn (*Crataegus grayana*) fruits and leaves and changes during fruit ripening. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 59(20), 11141-11149.
11. Mohsenin, N. N. (1986). *Physical properties of plant and animal materials*. 2nd ed., Gordon and Breach Science Publishers, New York.
12. Mraih, F., Hidalgo, M., Pascual-Teresa, S., Trabelsi-Ayadi, M. & Cherif, J. K. (2015). Wild grown red and yellow Hawthorn fruits from Tunisia as source of antioxidants. *Arabian Journal of Chemistry*, 8, 570-578.
13. Mraih, F., Journi, M., Cherif, J. K., Sokmen, M., Sokmen, A. & Trabelsi-Ayadi, M. (2013). Phenolic contents and antioxidant potential of *Crataegus* fruits grown in Tunisia as determined by DPPH, FRAP, and b-carotene/linoleic acid assay. *Journal of Chemistry*, 1-6.
14. Nieto-Angel, R., Perez-Ortega, A. C., Nunez-Colin, J., Martinez-Solis, A. & Gonzalez, A. (2009). Seed and endocarp traits as markers of the biodiversity of regional sources of germplasm of tejocote (*Crataegus* spp.) from Central and Southern Mexico. *Scientia Horticulturae*, 121, 166-170.
15. Ozcan, M., Haciseferogullari, H., Marakoglu, T. & Arslan, D. (2005). Hawthorn (*Crataegus* spp.) fruit: some physical and chemical properties. *Journal of Food Engineering*, 69, 409-413.
16. Rodrigues, S., Calhella, R. C., Barreira, J. C. M., Duenas, M., Carv-alho, A. M., Abreu, R. M. V., Santos-Buelga, C. & Ferreira, I. C. F. R. (2012). *Crataegus monogyna* buds and fruits phenolic extracts: growth inhibitory activity on human tumour cell lines and chemical characterization by HPLC-DAD-ESI/MS. *Food Research International*, 49, 516-523.
17. Ali, R., Zamani, Z., Fattahi Moghadam, M. R., Gharaghani, A. & Fallahi, E. (2015). Evaluation of some quantitative and qualitative properties of fruit and tree in number of Progenies from Red spur×Golabe kohanz. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 46(2), 201-211. (in Farsi)

18. Tankanowa, R., Tamer, H. R., Streetman, D. S., Smith, S. G., Welton, J. L., Annesley, T., Aaronson, K. D. & Bleske, B. E. (2003). Interaction study between digoxin and a preparation of Hawthorn (*Crataegus oxyacantha*). *The Journal of Clinical Pharmacology*, 43(6), 637-642.
19. Turkoglu, N., Kazankaya, A. & Sensoy, R. I. (2005). Pomological characteristics of Hawthorn species found in Van Region. *Journal of Agricultural Science*, 15, 17-21.
20. Yanar, M., Ercisli, S., Yilmaz, K. U., Sahiner, H., Taskin, T., Zengin, Y., Akgul, I. & Celik, F. (2011). Morphological and chemical diversity among Hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes from Turkey. *Scientific Research and Essays*, 6 (1), 35-38.
21. Yilmaz, K. U., Zengin, Y., Ercisli, S., Orhan, E., Yalcinkaya, E., Taner, O. & Erdogan, A. (2009). Biodiversity, ex situ conservation and characterization of Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes in Turkey. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 23(1), 1143-1149.
22. Verma, S.K., Jain, V., Verma, D. & Khamesra, R. (2007). *Crataegus oxyantha*—a cardioprotective herb. *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*, 1, 65-71.
23. Zhang, Z., Chang, Q., Zhu, M., Huang, Y., Ho, W. K. K. & Chen, Z. Y. (2001). Characterization of antioxidants present in Hawthorn fruits. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 12, 144-152.