نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال نهم / شماره چهارم / زمستان ۱۳۹۸

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رنگ میوه برخی از نژادگان‌های توت سفید (*Morus alba*) در استان آذربایجان غربی

سامان فیروز باراندوزی[۱] و حمید حسن‌پور[۲*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۷)

چکیده

توت سفید درختی چندساله با نام علمی *Morus alba* از خانواده Moraceae است. در این پژوهش به ارزیابی برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی و رنگ میوه توت سفید بومی استان آذربایجان غربی پرداخته شده است. میوه‌های ۲۰ ژنوتیپ توت سفید از پنج منطقه استان آذربایجان غربی (ارومیه، خوی، میاندوآب، مهاباد و اشنویه) جمع‌آوری شدند و پس از انتقال به آزمایشگاه صفاتی از قبیل وزن میوه، طول و عرض میوه و برگ، پارامترهای رنگ میوه، حجم و pH میوه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که بالاترین مقدار درصد تنوع در صفات Hue و شاخص a^* (قرمزی) رنگ میوه بود که بیانگر بیشترین میزان تنوع این صفات بین نژادگان‌های مورد مطالعه است. بیشترین و کمترین وزن میوه به‌ترتیب در نژادگان Kh3 (۴/۲۴ گرم) و O3 (۰/۷۱گرم) مشاهده شد. صفت طول میوه با عرض، ضخامت، حجم و وزن میوه همبستگی معنی‌دار مثبت داشت. پنج عامل اصلی بر پایه تجزیه به عامل‌ها، نزدیک به ۸۳/۸۶ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. در تجزیه خوشه‌ای به روش وارد، نژادگان‌های توت سفید به پنج گروه اصلی تقسیم شدند. بر اساس نتایج حاصل، به‌طور کلی صفات فیزیکی میوه می‌تواند برای ارزیابی و شناسایی تنوع موجود در ژرم‌پلاسم توت سفید مفید باشد. این نتایج می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی و همچنین در طراحی مدل‌ها و روش‌های بسته‌بندی مناسب میوه توت سفید ارزشمند و کاربردی باشد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه کلاستر، حجم میوه، صفات مورفولوژیکی، همبستگی

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: ha.hassanpour@urmia.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]

مقدمه

امروزه بیشتر مردم جهان ترجیح می‌دهند در رژیم غذایی خود از مواد غذایی طبیعی استفاده کنند. بررسی ویژگی‌های عملکردی مواد موجود طبیعی، به‌ویژه آنهایی که به‌طور طبیعی در رژیم غذایی انسان وجود دارند، در سال‌های اخیر مورد توجه بوده است (۲۱). میوه‌ها نیز یکی از مهم‌ترین مواد طبیعی خوراکی موجود در رژیم غذایی انسان هستند که با توجه به دارا بودن انواع ترکیبات مفید در خود می‌توانند سلامت بشر را تضمین کنند. میوه‌ها منابع غنی از ویتامین‌های مختلف، عناصر و فیبرها بوده که برای سلامتی بشر مطلوب هستند (۱۳). در سال‌های اخیر انواع ریزمیوه‌ها کانون توجه پژوهش‌های تغذیه‌ای بوده‌اند چرا که نقش برجسته این میوه‌ها در حفظ سلامت انسان و پیشگیری از ابتلا به انواع بیماری‌ها به اثبات رسیده است (۲۲).

توت سفید درختی چندساله با نام علمی *Morus alba* از خانواده Moraceae، به ارتفاع ۴ الی ۱۰ متر بوده و دارای برگ‌های متناوب، دمبرگ‌دار و تخم‌مرغی شکل است. گل‌هایش تک‌جنس و میوه‌اش از نوع مرکب است. میوه توت سفید با کیفیت به رنگ شیری، سفت، آبدار و فاقد هر گونه آسیب و بیماری است. این درخت با طیف گسترده‌ای از شرایط محیطی مناطق معتدله، نیمه‌گرمسیری و گرمسیری در قاره‌های آسیا، اروپا، آمریکای شمالی و جنوبی و آفریقا سازگار است. پراکنش این گونه در ایران محدود به اطراف تهران، شمال (مازندران، گیلان)، شمال‌غرب (آذربایجان غربی و شرقی)، غرب (اراک، تفرش و کرمانشاه)، شرق (خراسان) و جنوب شرقی (بام پشت، بلوچستان) است (۱۴). توت در اغلب کشورهای آسیایی برای استفاده از برگ‌های آن در تغذیه کرم ابریشم پرورش داده می‌شود، با این حال امروزه در بیشتر کشورها از جمله ایران برای تولید میوه برای مصارف تازه‌خوری، خشکباری، مربا و آب‌میوه نیز کشت می‌شود (۱۸). بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی در سال ۹۵ سطح زیر کشت این میوه در ایران در حدود ۶۰۶۷۵ هکتار است که ۴۲ هکتار از آن در استان آذربایجان غربی واقع شده است که میزان تولید این محصول در این استان در حدود ۸۷۱۴۲۹ تن در سال است.

تعیین ویژگی‌های فیزیکی میوه محصولات باغی از مهم‌ترین گام‌ها در انتخاب روش‌های بهینه برای کاهش میزان ضایعات آن محصول است. تعیین ویژگی‌های فیزیکی از قبیل رنگ، اندازه، شکل، چگالی و مساحت سطح تأثیر بسزایی در گزینش تکنیک‌های فراوری و کاربرد دستگاه‌های متناسب خواهد داشت. حمل‌ونقل صحیح و اصولی محصولات باغی یکی دیگر از مراحل مهم در عرضه محصول به بازار است که با آگاهی دقیق از صفات فیزیکی میوه میسر می‌شود(۱). در یک بررسی ۲۳ نژادگان متعلق به سه گونه توت سفید، قرمز و سیاه در منطقه رجین تونس از نظرویژگی‌های میوه ارزیابی شد. نتایج نشان داد، وزن میوه از ۱/۰۹۱ گرم تا ۶/۲۴۵ گرم متغیر و طول میوه بین ۱/۴۶۱ تا ۳/۱۹۶ سانتی‌متر متغیر بود (۸). در بررسی روی برخی صفات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه سه گونه توت سفید، سیاه و قرمز در کشور ترکیه مشخص شد که دامنه صفات وزن میوه، طول میوه و عرض میوه به‌ترتیب ۴/۰۸ – ۳/۸۵ گرم، ۱۷/۸۷ – ۱۶/۸۲ میلی‌متر و ۲۹/۸۲ – ۲۵/۶۲ میلی‌متر است (۱۶). نتایج مطالعه روی صفات مورفولوژیکی میوه سه گونه توت سفید، قرمز و سیاه بومی کشور تونس نشان داد، میانگین صفات طول میوه، عرض میوه و نسبت طول به عرض میوه میوه به‌ترتیب برابر با ۲۱/۳۸ میلی‌متر، ۱۳/۷۸ میلی‌متر و ۱/۵۶ است. همچنین تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد برای صفات وزن و عرض میوه بود و نیز بیشترین وزن میوه ۴/۰۸ در میوه‌های توت سیاه مشاهده شد (۳).

در مطالعه‌ای دیگر که روی سه گونه توت سفید، قرمز و سیاه منطقه آناتولی ترکیه انجام شد، نتایج نشان داد میانگین TSS برای سه گونه توت سفید، سیاه و قرمز به‌ترتیب برابر با ۲۰/۴، ۱۶/۷ و ۱۵/۹ درصد است. همچنین دامنه وزن میوه بین ۲/۱۴ تا ۴/۳۷ گرم متغیر بود و بیشترین وزن میوه متعلق به گونه توت سیاه است. میزان pH میوه نیز بین ۳/۵۲ (توت سیاه) تا

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]

۵/۶ (توت سفید) متغیر است (۱۰). همچنین طی پژوهشی که با هدف بررسی توده‌های وحشی تمشک سیاه در مناطقی از استان مازندران انجام پذیرفت، صفات برگ، شاخه، خار، گل و صفات کمّی و کیفی میوه تمشک سیاه ارزیابی شد که بر اساس نتایج تجزیه به عامل‌ها چهار عامل اصلی صفات خار، کمیت میوه، عادت رشد بوته و گل‌دهی بیش از ۹۵ درصد از واریانس کل را توصیف کردند (۱۵). در پژوهشی که با هدف شناخت بهتر ویژگی‌های مورفولوژیکی نژادگان‌های وحشی زرشک آذربایجان غربی توسط علیزاده و حسن‌پور در سال ۱۳۹۶انجام شد، نتایج نشان داد که تنوع بالایی در برخی صفات مانند وزن، طول میوه و شاخص‌های مربوط به رنگ وجود دارد. در مطالعه‌ای ویژگی‌های فیزیکی میوه توت فرنگی رقم سلوا ارزیابی شد که طی آن مقادیر وزن، قطر، طول، قطر متوسط هندسی و کرویت در محتوای رطوبتی ۹۱/۰۷ درصد به‌ترتیب برابر با ۱۱/۸۸۵ گرم، ۲۸/۲۶ میلی‌متر، ۲۹/۷۰، ۲۸/۵۹ میلی‌متر و ۰/۹۷ به‌دست آمد (۵).

باوجود انجام مطالعات بسیاری که در رابطه با ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه توت سفید انجام شده است ولی در رابطه با ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی میوه این درخت، اطلاعات دقیقی در دسترس نیست، تکنیک‌های فراوری و حمل صحیح محصولات کشاورزی نیازمند فهم دقیق ویژگی‌های فیزیکی مانند شکل، اندازه، مساحت سطح و چگالی است. چگالی و تخلخل بارهای ساختاری را تحت تأثیر قرار می‌دهند و پارامترهای مهمی در طراحی سیستم‌های ذخیره‌سازی و خشک‌کن هستند. همچنین وزن، حجم، چگالی و قطر متوسط هندسی در توصیف محصولات کشاورزی به‌کار می‌روند (۵). از این‌رو با توجه به وجود جمعیت‌های زیاد از این میوه در ایران به‌ویژه در منطقه شمال غرب، انجام پژوهش‌های پایه‌ای در راستای شناسایی ویژگی‌های مورفولوژیکی آن ضرروری به‌نظر می‌رسد. بنابراین هدف از این مطالعه تعیین برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی و رنگ میوه توت سفید به‌منظور ارائه اطلاعات پایه برای انجام مطالعات تکمیلی در زمینه برداشت و پس از برداشت این میوه وهمچنین ارزیابی ژرم‌پلاسم توت سفید در این منطقه و معرفی نژادگان‌های مناسب برای توسعه، کشت و کار و استفاده از آن در برنامه‌های اصلاحی است.

مواد و روش‌ها

نحوه انتخاب و ارزیابی نمونه‌ها

در این پژوهش میوه‌های کاملاً رسیده توت سفید به‌منظور مطالعه ویژگی‌های فیزیکی از پنج منطقه استان آذربایجان غربی (ارومیه، خوی، میاندوآب، مهاباد و اشنویه) جمع‌آوری شدند (جدول ۱). میوه‌ها بلافاصله بعد از برداشت در مرحله بلوغ کامل درون پلاستیک‌های زیپ‌دار بسته‌بندی شده و در فلاسک حاوی یخ به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه انتقال یافت. پس از گزینش میوه‌های سالم، اندازه‌گیری‌های مختلف روی آنها انجام پذیرفت (جدول ۲).

اندازه‌گیری رنگ میوه

رنگ میوه‌ها بر اساس سه فاکتور L^*(روشنایی)، a^*(فاکتور رنگی از سبز تا قرمز) و b^*(فاکتور رنگی از آبی تا زرد) اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی رنگ میوه‌ها از دستگاه رنگ‌سنج هانتر لب مدل Sunset H ۱۱۴۹ استفاده شد. برای محاسبه شاخص هیو از رابطه (۱) استفاده شد که اختلافات جزئی رنگ را بیان می‌کند، اعداد به‌صورت 0° قرمز- بنفش، 90° زرد، 180° سبز-آبی و 270° آبی است. همچنین برای محاسبه کروما نیز از رابطه (۲) استفاده شد که خلوص یا اشباعی رنگ را مشخص می‌کند (۱۷).

$$Hue = \arctan(b/a) \quad (1)$$

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (2)$$

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی میوه

از هر درخت تعداد ۱۰ میوه از هر چهار جهت درخت به‌صورت تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری‌های فیزیکی روی آنها انجام شد. ابعاد میوه‌ها از قبیل طول، عرض و ضخامت میوه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی نژادگان‌های مورد مطالعه توت سفید در استان آذربایجان غربی

نژادگان	محل جمع‌آوری نمونه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا
U۱	ارومیه	۴۵° ۱۳′	۳۷° ۳۱′	۱۳۰۴
U۲	ارومیه	۴۵° ۱۳′	۳۷° ۳۱′	۱۳۰۳
U۳	ارومیه	۴۵° ۱۳′	۳۷° ۳۱′	۱۳۰۳
U۴	ارومیه	۴۵° ۱۳′	۳۷° ۳۱′	۱۳۰۲
Kh۱	خوی	۴۴° ۵۲′	۳۸° ۳۳′	۱۲۳۸
Kh۲	خوی	۴۴° ۵۲′	۳۸° ۳۴′	۱۲۰۹
Kh۳	خوی	۴۴° ۵۰′	۳۸° ۳۵′	۱۲۵۴
Kh۴	خوی	۴۴° ۵۰′	۳۸° ۳۵′	۱۲۵۴
Mn۱	میاندوآب	۴۶° ۰۶′	۳۷° ۰۱′	۱۲۹۱
Mn۲	میاندوآب	۴۶° ۰۵′	۳۶° ۵۹′	۱۳۱۵
Mn۳	میاندوآب	۴۶° ۰۵′	۳۶° ۵۹′	۱۳۱۹
Mn۴	میاندوآب	۴۶° ۰۵′	۳۶° ۵۹′	۱۳۲۲
Ma۱	مهاباد	۴۵° ۴۴′	۳۶° ۵۱′	۱۳۲۷
Ma۲	مهاباد	۴۵° ۴۲′	۳۶° ۴۶′	۱۳۴۰
Ma۳	مهاباد	۴۵° ۴۵′	۳۶° ۵۰′	۱۳۲۹
Ma۴	مهاباد	۴۵° ۴۵′	۳۶° ۵۰′	۱۳۰۸
O۱	اشنویه	۴۵° ۰۶′	۳۷° ۰۵′	۱۴۳۲
O۲	اشنویه	۴۵° ۰۶′	۳۷° ۰۲′	۱۴۳۰
O۳	اشنویه	۴۵° ۰۶′	۳۷° ۰۲′	۱۴۳۱
O۴	اشنویه	۴۵° ۰۶′	۳۷° ۰۲′	۱۴۲۸

با استفاده از کولیس دیجیتالی مدل NO:Z ۲۲۸۵۵ اندازه‌گیری شدند. همچنین برای اندازه‌گیری وزن (w) میوه از ترازوی دیجیتال مدل Candg ۱۳۰۰ با دقت ۰/۰۰۱ استفاده شد. برای اندازه‌گیری صفات درصد کرویت (Ø)، قطر میانگین هندسی (Dg)، سطح رویه (S)، ضریب بازارپسندی (AR)، حجم (V) و چگالی میوه (bρ) به‌ترتیب از رابطه‌های زیر استفاده شد (۶):

$$Ø=(Dg/L) \times ۱۰۰ \quad (۳)$$

$$Dg = (LW۲)۰/۳۳۳ \quad (۴)$$

$$S= л (Dg)^۲ \quad (۵)$$

$$AR= (W/L) \times ۱۰۰ \quad (۶)$$

$$V=\pi \times dg^۳/۶ \quad (۷)$$

$$\rho b = \frac{m}{v} \quad (۸)$$

(L): طول میوه، (W): عرض میوه و (V): حجم میوه است.

مواد جامد محلول کل (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و pH آب میوه

برای اندازه‌گیری TSS از دستگاه رفراکتومتر چشمی مدل

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]

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

ردیف	نام صفت	مخفف	واحد	ردیف	نام صفت	مخفف	واحد
۱	طول میوه	FL	(mm)	۱۳	L^*	L^*	–
۲	عرض میوه	FW	(mm)	۱۴	a^*	a^*	–
۳	ضخامت میوه	FT	(mm)	۱۵	b^*	b^*	–
۴	طول دم میوه	FP	(mm)	۱۶	Chroma	C	–
۵	نسبت طول به عرض میوه	FLFW	–	۱۷	Hue	h	–
۶	قطر میانگین هندسی	Dg	(mm)	۱۸	وزن میوه	FWe	g
۷	کرویت هندسی	Ø	(%)	۱۹	اسیدیته قابل تیتراسیون	TA	(٪)
۸	حجم	V	(cm^3)	۲۰	مواد جامد محلول	TSS	درجه بریکس
۹	چگالی حقیقی	D	(g/cm^3)	۲۱	مساحت سطح رویه	S	(mm^2)
۱۰	طول برگ	LL	(cm)	۲۲	pH	pH	–
۱۱	عرض برگ	LW	(cm)	۲۳	ضریب بازارپسندی	AR	–
۱۲	طول دمبرگ	P	(cm)				

Atago-ATC-۲۰E ساخت ژاپن با دامنه ۲۰-۰ درصد استفاده شد. به این ترتیب که یک قطره از عصاره میوه روی دستگاه قرار داده و درصد مواد جامد محلول قرائت و ثبت شد (۱۴). برای اندازه‌گیری TA نمونه‌ها نیز از روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم (NaOH) ۰/۱ نرمال (چهار گرم در لیتر) تا pH =۸/۱ استفاده شد. بر اساس میزان هیدرواکسید سدیم مصرفی طی عمل تیتراسیون، مقدار اسید موجود در عصاره میوه با استفاده از فرمول زیر به صورت درصد بیان شد (۱۳).

$$TA = TA = \left(\frac{S \times N \times F \times E}{C}\right) \times ۱۰۰ \qquad (۹)$$

TA (مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون)، S (مقدار NaOH مصرف شده (ml))، N (نرمالیته NaOH (۰/۱ نرمال))، F (فاکتور NaOH یا ضریب نرمال (۱))، C (مقدار عصاره میوه (۱۰ میلی‌لیتر))، E (اکی‌والان اسید غالب میوه (اسید سیتریک)). همچنین pH میوه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی مدل (pH-Meter CG ۸۲۴) اندازه‌گیری شد.

آنالیز آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. پس از اندازه‌گیری صفات مدنظر، برای محاسبه تجزیه واریانس، انحراف معیار، تجزیه به عامل و تجزیه همبستگی صفات از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. همچنین تجزیه خوشه‌ای داده‌ها نیز بر اساس روش وارد و به‌وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

نتایج و بحث

آمار توصیفی صفات

بر اساس نتایج آمار توصیفی صفات مورفولوژیکی میوه و برگ توت (جدول ۳) معلوم شد که بالاترین درصد تنوع مربوط به صفت a^* رنگ بوده که بیانگر بیشترین میزان تنوع این صفت بین نژادگان‌های مورد مطالعه است. با توجه به اینکه در کشور ایران مطالعات به‌نژادی چندانی روی ژنوتیپ‌ها و ارقام توت صورت نگرفته است، از این‌رو شاید تنوع صفات میوه بررسی شده در میان ژنوتیپ‌های مختلف به این دلیل نسبتاً پایین بوده است. بنابراین شاید اگر جمع‌آوری ژنوتیپ‌ها از استان‌های مختلف هم صورت می‌گرفت، تنوع صفات می‌توانست بیشتر از این باشد. با این وجود نیاز به مطالعه بیشتری است، چرا که استان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]

جدول ۳. آمارتوصیفی صفات اندازه‌گیری‌شده در نژادگان‌های مورد مطالعه توت

صفات	میانگین	کمترین	بیشترین	انحراف معیار	درصد تنوع
FL (mm)	۲۱/۷۴	۱۴/۴۸	۲۹/۶	۴/۰۱	۱۸/۴۴
FW (mm)	۱۲/۶۱	۱۰/۳۹	۱۵/۵۵	۱/۱	۸/۷۲
FT (mm)	۱۲/۸۳	۱۰/۵۳	۱۵/۴۲	۱/۱۱	۸/۶۵
FP (mm)	۸/۹۸	۴/۶۵	۱۲/۷۱	۱/۶۸	۱۸/۷
FLFW	۱/۷۲	۱/۲۷	۲/۴	۰/۲۷	۱۵/۶۹
LL (cm)	۱۰/۰۳	۵/۸	۱۳/۵	۱/۷۱	۱۷/۰۴
LW (cm)	۷/۴۳	۴/۲	۱۰/۳	۱/۴۳	۱۹/۲۴
P (cm)	۴/۵۳	۲/۵	۸/۹۷	۱/۵۳	۳۳/۷۷
AR	۶۰/۰۱	۴۱/۵۳	۸۲/۱۹	۹/۸۵	۱۶/۴۱
V (cm^3)	۱/۸۹	۰/۸۳	۳/۱۱	۰/۵۸	۳۰/۶۸
Few (g)	۲/۰۳	۰/۷۱	۴/۲۴	۰/۷	۳۴/۴۸
L^*	۵۵/۹۹	۴۳/۸۹	۶۷/۵۷	۵/۰۵	۹/۰۱
a^*	−۲/۳	−۴/۸۴	۰/۳۳	۱/۲۹	۵۶/۰۸
b^*	۱۴/۹۲	۱۰/۴۴	۱۹/۵۳	۲/۱۸	۱۴/۶۱
C	۱۵/۱۴	۱۰/۴۵	۱۹/۹۴	۲/۲۶	۱۴/۹۲
h	−۱/۳۱	−۱/۵۶	۱/۵۶	۰/۵۴	۴۱/۲۲
TA (%)	۰/۹	۰/۱۶	۲۸	۳/۵۶	۳۹/۵
TSS (Brix)	۱۵/۷۲	۹/۸۷	۲۴	۳/۶۱	۲۲/۹۶
S (mm^2)	۷/۲۹	۴/۲۷	۱۰/۲۶	۱/۵۲	۲۰/۸۵
Ø (%)	۷۰/۷۹	۵۷/۲۱	۸۵/۴۶	۶/۸۷	۹/۷
pH	۵/۱۳	۴	۶/۴۱	۰/۵۹	۱۱/۵
Dg (mm)	۱۵/۱۳	۱۱/۶۶	۱۸/۰۳	۱/۶	۱۰/۵۷
D (g/cm^3)	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۲۴	۰/۰۳	۲۷/۲۷

(FL) طول میوه، (FW) عرض میوه، (FT) ضخامت میوه، (FP) طول دم‌میوه، (FLFW) نسبت طول به عرض میوه، (LL) طول برگ، (LW) عرض برگ، (P) طول دمبرگ، (AR) ضریب بازارپسندی، (V) حجم، (FWe) وزن میوه، (L^*) شاخص روشنی رنگ، (a^*) شاخص قرمزی رنگ، (b^*) شاخص زردی رنگ، (C) کرومای رنگ، (h) هیو رنگ، (TA) اسیدیته قابل تیتراسیون، (TSS) مواد جامد محلول کل، (S) مساحت سطح رویه میوه، (Ø) کرویت هندسی میوه، (Dg) قطر میانگین هندسی میوه و (D) چگالی حقیقی است.

آذربایجان‌غربی از دیرباز مهد تولید میوه توت بوده است و تنوع در این استان احتمالاً از مناطق دیگر بیشتر باشد. بیشترین میزان وزن میوه ۴/۲۴ گرم و کمترین مقدار وزن میوه ۰/۷۱ گرم بود. همچنین میانگین وزن میوه برای تمامی نژادگان‌های مورد مطالعه برابر با ۲/۰۱ بود. وزن میوه بیشترین تأثیر را در میزان عملکرد دارد. تفاوت در وزن میوه می‌تواند مربوط به نوع ژنوتیپ، رقم، پایه، شرایط محیطی و وضعیت تغذیه‌ای باشد (۱۹). در بررسی که روی ویژگی‌های فیزیکی میوه توت در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]

ترکیه انجام شده است، نتایج نشان داد که میانگین وزن میوه برای توت سفید (*M. alba*) ۳/۴۹ گرم است (۱۰). همچنین نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعه‌ای که روی صفات مورفولوژیکی ۳۴ نژادگان از سه گونه توت سفید (*M. alba*)، توت قرمز (*M. rubra*) و توت سیاه (*M. nigra*) بومی ترکیه انجام شده بود، مطابقت داشت. در این مطالعه میانگین وزن میوه برای نژادگان‌های آنگوت۷ (Angut7)، آراپگیر۱۲ (Arapgir12) و کاستامونو بیاز۲ (Kastamonu beyaz2) که هر سه متعلق به گونه *M. alba* است، به‌ترتیب برابر با ۲/۰۳، ۲/۰۸ و ۲/۰۷ گرم بود (۲۵).

بر اساس نتایج حاصله میانگین طول، عرض، ضخامت، نسبت طول به عرض میوه و طول دم‌میوه به‌ترتیب برابر با ۲۱/۷۴ میلی‌متر، ۱۲/۶۱ میلی‌متر، ۱۲/۸۳ میلی‌متر، ۱/۷۲ و ۸/۹۸ میلی‌متر بود. این ابعاد را می‌توان در زمینه طراحی و بهینه‌سازی عناصر و پارامترها مورد استفاده قرار داد (۲۴). بر اساس نتایج این پژوهش، pH آب میوه نژادگان‌های مورد مطالعه توت سفید در محدوده ۴ الی ۶/۴۱ قرار داشت. همچنین میانگین صفات ضریب بازارپسندی، مساحت سطح رویه و قطر متوسط هندسی میوه بین نژادگان‌های مورد مطالعه به‌ترتیب برابر با ۶۰/۰۱، ۷/۲۹ میلی‌متر مربع و ۱۵/۱۳ میلی‌متر است. دانستن اطلاعات مرتبط با قطر میانگبن هندسی در طراحی فرایند درجه‌بندی دستگاه‌ها به‌ویژه برای مواد جامد نامنظم باارزش خواهد بود (۵). در مطالعه انجام گرفته روی توت‌فرنگی رقم کردستان مشخص شد که میزان طول، قطر و قطر متوسط هندسی به‌ترتیب برابر ۲۴/۲۷، ۲۰/۹۴ و ۲۱/۹۷ میلی‌متر، همچنین مقدار درصد کرویت هندسی نیز برابر ۹۱ درصد بود (۲۲). با تعیین و مقایسه ویژگی‌های فیزیکی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه توت مشخص شد که تنوع ویژگی‌های فیزیکی در نژادگان‌ها نسبتاً زیاد است و از این‌رو نیاز خواهد بود که برای بسته‌بندی، درجه‌بندی و سورتینگ، طراحی تجهزات انتقال و فراوری به ویژگی‌های فیزیکی میوه توت توجه بیشتری کرد. همچنین مطالعات نشان داده است که تعیین ویژگی‌های فیزیکی از قبیل ابعاد، حجم و چگالی محصولات کشاورزی علاوه‌بر تعیین ژنوتیب برتر از لحاظ صفات فیزیکی برای برنامه‌های به‌نژادی، به‌عنوان مبنایی برای طراحی و ساخت ماشین‌ها و تجهیزات انتقال، درجه‌بندی، فراوری و انبارداری محصولات کشاورزی و دستیابی به محصولاتی با کیفیت بالا همیشه مورد توجه بوده است (۲۴). اطلاعاتی که از قطر میانگین هندسی به‌دست می‌آید، می‌تواند در طراحی فرایند درجه‌بندی دستگاه‌ها استفاده شود (۵). در مطالعه حاضر دامنه چگالی میوه توت در بین نژادگان‌های مورد بررسی ۰/۰۶ تا ۰/۲۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب متغیر و میانگین آن نیز برابر با ۰/۱۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. چگالی تابعی از شکل میوه است و دانستن آن به دلیل مهم بودن آن در انبارداری، انتقال و فراوری محصولات کشاورزی ضروری است. چرا که روش‌های تمیز کردن و جداسازی بر اساس چگالی صورت می‌گیرد. این پارامتر همچنین در تعیین ابعاد انبار نیز کاربرد فراوانی دارد، همچنین چگالی و تخلل، بارهای ساختاری را تحت تأثیر قرار می‌دهند و پارامترهای مهمی در طراحی سیستم‌های ذخیره‌سازی و خشک‌کن هستند (۹). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میانگین درصد کرویت هندسی میوه‌ها ۷۰/۷۹ درصد است. نحوه عمل بسیاری از ماشین‌های فراوری تحت تأثیر شکل و اندازه میوه است. به‌عنوان مثال کرویت بر آسانی عملیات فراوری میوه تأثیر می‌گذارد. بنابراین ارقام با میوه کروی شکل برای فراوری مناسب‌تر هستند (۲۲). در این مطالعه نتایج نشان داد که بالاترین مقدار حجم میوه ۳/۱۱ و کمترین مقدار آن ۰/۸۳ سانتی‌متر مکعب است. صفات حجم، سطح و وزن در تعیین استانداردهای مناسب برای طراحی سیستم‌های درجه‌بندی، حمل‌ونقل، فرایند و بسته‌بندی بسیار ضروری هستند (۵). به‌طور کلی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی میوه‌ها علاوه‌بر تأثیر بر پذیرش آنها، در طراحی سیستم‌های حمل‌ونقل، بسته‌بندی و ذخیره‌سازی اهمیت زیادی دارد. به‌منظور پیدا کردن بهترین روش برداشت، جابه‌جایی، انبارداری، حمل‌ونقل، مطالعه ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی میوه‌ها یک امر ضروری است.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]

ویژگی‌های فیزیکی محصولات کشاورزی بر چگونگی فراوری، انتقال، انبارداری و مصرف آنها مؤثر است و برای طراحی صحیح فرایندهای برداشت و پس از برداشت مانند تمیز کردن، حمل‌ونقل و ذخیره‌سازی به آنها نیاز است (۲۴).

همچنین میانگین اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و مواد جامد محلول کل (TSS) به‌ترتیب برابر با ۰/۹ و ۱۵/۷۲ درصد بود. عطر و طعم میوه ترکیبی از میزان و نوع قندها، اسیدهای آلی و مواد آروماتیک است (۲۰). بصیری (۷) برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دو رقم توت سفید با نام‌های بخارا و خاردار که بومی منطقه خراسان هستند را ارزیابی کرد، نتایج نشان داد که TA ارقام توت سفید مورد بررسی در محدوده ۵/۹۸ تا ۱/۴۵ درصد متغیر بود. همچنین میزان pH برای رقم بخارا و خاردار به‌ترتیب برابر با ۶/۵۸ و ۶/۸۵ بود. دامنه اندازه طول- دمبرگ از O۲ ۲/۵ سانتی‌متر تا U۳ ۸/۹۷ سانتی‌متر متغیر بود (جدول ۳). میانگین طول و عرض برگ نیز به‌ترتیب برابر با ۱۰/۰۳ و ۷/۴۳ سانتی‌متر بود.

جذاب بودن ظاهر میوه در محصولاتی که مصرف تازه‌خوری بالایی دارند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر همین اساس رنگ میوه عامل تعیین کننده در ظاهر میوه است (۲۰). نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که بیشترین مقدار برای شاخص L^* مربوط به نژادگان‌های شهرستان خوی بوده که نشان از شفافیت بالای میوه‌ها در این منطقه دارد. میزان شاخص a^* نژادگان‌های مورد مطالعه بین ۸۴/۴- تا ۰/۳۳ قرار داشت. همچنین بیشترین و کمترین میزان برای شاخص b^* نیز به‌ترتیب برابر با ۱۹/۵۳ و ۱۰/۴۴ بود. در پژوهشی ویژگی‌های فیزیکی میوه دو رقم توت سفید بومی منطقه خراسان ارزیابی شد. نتایج نشان داد که شاخص رنگ در کنسانتره حاصل از دو رقم توت سفید یاد شده اختلاف معناداری با هم دارند. کنسانتره‌های به‌دست آمده از توت بخارا بیشترین میزان شفافیت (L^* =۱۷/۷۸) را داشت. میزان سبزی/ قرمزی محصولات در محدوده ۰/۱۲- تا ۰/۹۶ و میزان آبی/ زردی نمونه‌ها در محدوده ۰/۸۴ تا ۱/۳۰ بودند. همچنین کنسانتره به‌دست آمده از رقم بخارا دارای بیشترین مقادیر در شاخص‌های L^*، a^* و b^* نسبت به رقم خاردار بود (۷). همچنین نتایج نشان داد که بالاترین مقدار درصد تنوع در شاخص a^* رنگ بوده که نشان‌دهنده بیشترین میزان تنوع این صفت بین نژادگان‌های مورد مطالعه است. در مطالعه‌ای ویژگی‌های رنگ میوه سه گونه توت سفید (*M. alba*)، توت قرمز (*M. rubra*) و توت سیاه (*M. nigra*) رشد یافته در شرق منطقه آناتولی ترکیه بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان داد، میانگین شاخص a^*، b^* و L^* برای میوه توت سفید به‌ترتیب برابر با، ۱۳/۶-، ۱۶/۲ و ۷۸/۴ بود (۱۰).

همبستگی صفات

از همبستگی صفات برای بررسی و ایجاد رابطه منطقی و معنی‌دار بین صفات استفاده می‌شود. همچنین همبستگی بالای بین صفات این امکان را فراهم می‌آورد تا بتوان از طریق اندازه‌گیری هر یک از صفات به وضعیت صفت دوم پی برد (۲). نتایج آنالیز همبستگی صفات مرتبط میوه و برگ نژادگان‌های مورد بررسی توت سفید در جدول (۴) آورده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که طول میوه با عرض، ضخامت، حجم و وزن میوه همبستگی معنی‌دار مثبت و با ویژگی‌های کرویت و بازارپسندی میوه همبستگی معنادار منفی در سطح احتمال یک درصد دارد. عرض میوه با ضخامت و حجم میوه همبستگی مثبت معنادار داشته و با صفات کرویت، وزن و بازارپسندی همبستگی معنادار ندارد. همبستگی معنی‌دار مثبت بین قطر متوسط هندسی و وزن میوه در کاربردهایی مانند پردازش تصویر و یا مدل‌سازی جرمی می‌تواند بهره‌برداری شود. مدل‌سازی جرمی محصولات کشاورزی از روش‌های معمول است که در اهداف طراحی استفاده می‌شود (۲۴). همانطور که مشاهده می‌شود صفت وزن میوه با صفات طول برگ، عرض برگ و طول دمبرگ همبستگی مثبت معنی‌داری دارد که بیانگر این است که درختانی که دارای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]

[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371] [DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

جدول ۴. همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده در نژادگان‌های مورد مطالعه توت

صفات	FL	FW	FT	V	Ø	FWe	AR	LL	P	LW	S	FLFW	Dg	FP	L*	a*	b*	C	h	TSS	TA	pH	D
FL	۱																						
FW	۰/۴۲**	۱																					
FT	۰/۶**	۰/۷۸**	۱																				
V	۰/۸۵**	۰/۷۹**	۰/۸۷**	۱																			
Ø	−۰/۸۷**	۰/۱۴	−۰/۲۲	−۰/۵۱**	۱																		
FWe	۰/۵۳**	۰/۳۹**	۰/۳۷**	۰/۴۴**	−۰/۵۲**	۱																	
AR	−۰/۸۴**	۰/۰۶	−۰/۲۶*	۰/۴۹**	−۰/۹۸**	۰/۳۸**	۱																
LL	۰/۴۳**	۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۳۱*	−۰/۴۲**	۰/۵۴**	۰/۳۲**	۱															
P	۰/۷۹**	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۱۵	−۰/۰۲	۰/۳۴**	۰/۱۴	۰/۴۴**	۱														
LW	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۲۶*	۰/۲۳	−۰/۱۴	۰/۴۷**	−۰/۱۳	۰/۷۹**	۰/۵۸**	۱													
S	۰/۹**	۰/۸۱**	۰/۹**	۰/۹۹**	−۰/۶۶**	۰/۶۴**	−۰/۵۵**	۰/۳۲*	۰/۱۴	۰/۲۳	۱												
FLFW	۰/۸۸**	۰/۰۶	۰/۳۴**	۰/۶۱**	−۰/۹۷**	۰/۵۷**	−۰/۹۵**	۰/۴۸**	۰/۱	۰/۲۳	۰/۶۲**	۱											
Dg	۰/۹**	۰/۸۱**	۰/۹**	۰/۹۹**	−۰/۶۷**	۰/۶۴**	−۰/۵۶**	۰/۳۳**	۰/۱۳	۰/۲۳	۰/۹۹**	۰/۷۱**	۱										
FP	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۱۱	−۰/۰۷	۰/۰۳	−۰/۰۳	−۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱	۰/۹۳**	۰/۲	۱									
L*	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۲۵*	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۷	۱								
a*	−۰/۲۷*	−۰/۰۷	−۰/۲۴	−۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۰۲	۰/۲	−۰/۶۲**	−۰/۵۱*	−۰/۵۲**	−۰/۲۲	−۰/۲۹*	−۰/۲۲	۰/۰۲	−۰/۱۷	۱							
b*	۰/۰۶	−۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۰۱	−۰/۲۵*	−۰/۰۱	۰/۲۳	−۰/۵۷**	−۰/۴۵**	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۳**	۰/۵۹**	۰/۵**	۱						
C	۰/۰۹	−۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	−۰/۰۱	−۰/۲۷*	−۰/۰۳	۰/۲۸*	۰/۵۹**	۰/۴۸**	۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۲۹*	۰/۵۸**	−۰/۵۷**	−۰/۹۹**	۱					
h	−۰/۱۷	−۰/۱۶	−۰/۱	۰/۰۲	۰/۱۴	−۰/۲۱	۰/۱	−۰/۲۱	−۰/۱۷	−۰/۲۸*	−۰/۱۸	−۰/۱۴	−۰/۱۷	۰/۱۲	−۰/۴۷**	۰/۱۴	−۰/۳۱*	−۰/۳۱*	۱				
TSS	۰/۱۲	−۰/۱۷	−۰/۱۶	۰/۰۱	−۰/۲۶*	−۰/۰۲	−۰/۲۷*	−۰/۰۴	−۰/۴۴**	−۰/۲۸*	۰/۰۰۳	۰/۲۳	−۰/۰۰۱	−۰/۲۵*	۰/۱۸	۰/۳۷**	−۰/۱۸	−۰/۲۱	−۰/۴۴**	۱			
TA	−۰/۱۷	−۰/۱۳	−۰/۱۲	−۰/۱۸	۰/۲	−۰/۰۹	۰/۱۹	−۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۱	−۰/۱۸	−۰/۱۶	−۰/۱۸	۰/۲۲	−۰/۰۹	−۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۵۳**	−۰/۶۹**	۱		
pH	۰/۰۶	−۰/۰۷	−۰/۰۶	−۰/۰۰۸	−۰/۱۱	−۰/۰۵	−۰/۱۴	−۰/۰۴	−۰/۳۸**	−۰/۲۵*	−۰/۰۰۶	۰/۰۹	−۰/۰۰۵	−۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۳	−۰/۰۴	−۰/۰۵	−۰/۲۳	۰/۴۲**	−۰/۵۶**	۱	
D	−۰/۲۳	−۰/۱۹	−۰/۲	−۰/۲۳	۰/۳*	۰/۳۵**	۰/۲۹*	۰/۲۷*	۰/۳۹**	۰/۴۸**	−۰/۲۴	−۰/۲	−۰/۲۵*	۰/۱	۰/۰۷	−۰/۱۱	۰/۳۲*	۰/۳۱*	−۰/۱۱	−۰/۰۶	۰/۱۲	−۰/۱۳	۱

* و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد. (FL) طول میوه، (FW) عرض میوه، (FT) ضخامت میوه، (FP) طول دم‌میوه، (FLFW) نسبت طول به عرض میوه، (LL) طول برگ، (LW) عرض برگ، (P) طول دمبرگ، (AR) ضریب بازارپسندی، (V) حجم، (FWe) وزن میوه، (L*) شاخص روشنی رنگ، (a*) شاخص قرمزی رنگ، (b*) شاخص زردی رنگ، (C) کروما رنگ، (h) هیو رنگ، (TA) اسیدیته قابل تیتراسیون، (TSS) مواد جامد محلول کل، (S) مساحت سطح رویه میوه، (Ø) کرویت هندسی میوه، (Dg) قطر میانگین هندسی میوه، (D) چگالی حقیقی.

برگ‌های بزرگ‌تری هستند میوه‌هایی با وزن بالاتر تولید می‌کنند. نتایج به‌دست آمده مطابق با نتایج حاصل از بررسی‌های به‌عمل آمده روی زرشک وحشی بومی استان آذربایجان‌غربی بود (۲).

تجزیه به عامل‌ها

با استفاده از تجزیه عاملی، صفات مختلف می‌توانند در قالب عامل‌ها یا مؤلفه‌هایی بحث شوند که هر کدام چند صفت را شامل می‌شوند. این امر قدرت مانور پژوهشگر را برای کار روی تعداد عامل یا مؤلفه کمتری به جای تعداد زیادی صفت فراهم می‌کند. میزان واریانس نسبی هر عامل نشان‌دهنده اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات بررسی شده است که به‌صورت درصد بیان می‌شود (۱۵). این روش می‌تواند در تشخیص صفات پر اهمیت‌تر در زمینه جداسازی نژادگان‌های مورد بررسی سودمند باشد (۲۵). نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شامل مقادیر ویژه، درصد واریانس توجیه شده و واریانس کل در جدول (۵) آورده شده است. نتایج حاصله نشان داد که ۲۲ متغیر اولیه در قالب پنج عامل اصلی و مستقل قرار گرفته که در مجموع ۸۳/۸۶ درصد واریانس کل را توجیه می‌کنند. لازم به توضیح است که سه عامل اول بیش از ۶۵ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کنند. صفات کمّی میوه از جمله ابعاد و اندازه میوه، حجم، درصد کرویت و ضریب بازارپسندی آن در عامل اول قرار گرفته است و به‌تنهایی ۲۵ درصد از واریانس کل را توجیه کرد. شاخص‌های مربوط به رنگ میوه نیز در عامل دوم قرار گرفته‌اند. عامل سوم صفات مربوط به pH، قند کل و شاخص L رنگ بود و اسیدیته میوه به‌تنهایی در عامل چهارم قرار گرفت و دو صفت طول دم میوه و شاخص Hue رنگ در عامل پنجم قرار گرفته‌اند. با توجه به نتایج حاصله از تجزیه عاملی نژادگان‌های مورد مطالعه، به نظر می‌رسد که برای گزینش نژادگان‌های برتر، می‌توان با اندازه‌گیری صفات مربوط به کمیت میوه به‌جای ارزیابی تعداد زیادی از صفات، به نتایج ارزشمند و قابل اطمینان رسید. وجود عامل‌های مستقل برای هر گروه از صفات می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مورد توجه قرار گرفته و به استقلال صفات توجه شود (۲).

تجزیه کلاستر

گروه‌بندی نژادگان‌ها بر اساس صفات مختلف می‌تواند روشی مؤثر در مشخص شدن رابطه نژادگان‌ها و تعیین فاصله خویشاوندی آنها باشد. خوشه‌بندی صفات بر اساس تعداد زیاد صفات می‌تواند روش مطمئنی در تعیین شباهت‌ها و فواصل بین نژادگان‌ها باشد (۴) با توجه به نتایج تجزیه کلاستر (شکل ۱) نژادگان‌های توت سفید، مشاهده شد که در فاصله ۸ از۲۵ بر پایه تجزیه تابع تشخیص، نژادگان‌های مورد مطالعه در پنج خوشه قرار گرفته‌اند. در خوشه اول، هفت نژادگان قرار گرفت که هر چهار نژادگان شهرستان ارومیه، نژادگان Kh۱ شهرستان خوی و نژادگان‌های Ma۳ و Ma۴ شهرستان مهاباد در این خوشه قرار گرفتند. قرارگیری نژادگان‌های مربوط به شهرستان ارومیه در کنار نژادگان‌هایی از شهرستان خوی و مهاباد می‌تواند دلیلی بر جابه‌جایی ژرم‌پلاسم اطلاق شود. نژادگان‌های این خوشه از بالاترین مقدار میانگین عرض و ضخامت میوه و نیز پایین‌ترین مقدار میانگین چگالی میوه‌ها برخوردار بودند. در خوشه دوم، سه نژادگان شامل Kh۲، Kh۳ و Kh۴ شهرستان خوی قرار گرفتند که این نژادگان‌ها از بالاترین میانگین صفات طول برگ، عرض برگ، سطح رویه میوه، حجم میوه، قطر متوسط هندسی، طول میوه و وزن میوه برخوردار بودند. هر سه نژادگان قرار گرفته در خوشه سوم متعلق به شهرستان میاندوآب بود و در خوشه چهارم، نژادگان‌های O۱، O۲ و O۳ جای گرفتند که جداسازی این نمونه‌ها با منشأ جغرافیایی آن مطابقت داشت. همچنین شهرستان اشنویه به لحاظ ارتفاع از سطح دریا در بالاترین سطح نسبت به سایر مناطق استان آذربایجان‌غربی که نمونه‌های میوه از آن جمع‌آوری شده است، قرار دارد. چهار نژادگان O۴، Mn۱، Ma۲ و Ma۱ نیز در خوشه پنجم دسته‌بندی شدند. صفات مرتبط با شاخص‌های رنگ میوه و همچنین صفت TA میوه در جداسازی نژادگان‌های این خوشه تأثیرگذار بوده‌اند. بررسی تنوع ژنتیکی با

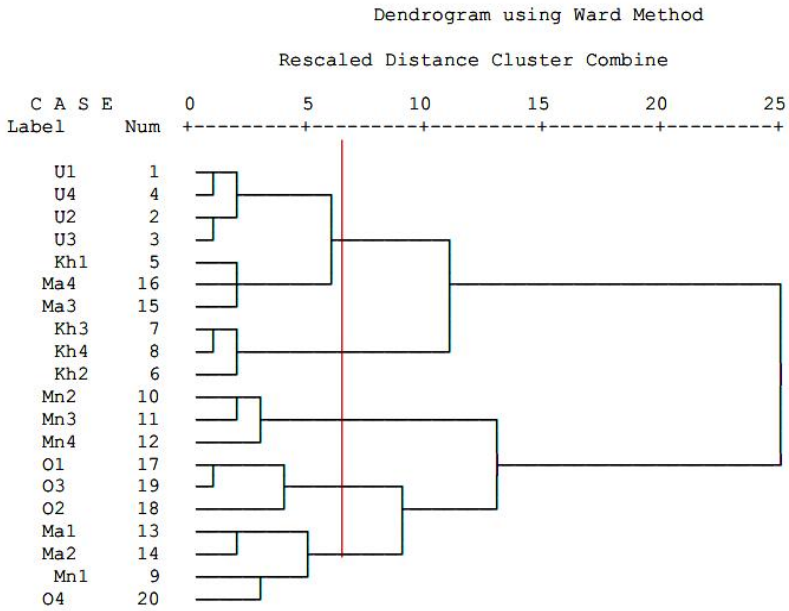
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]

جدول ۵. ضرایب عاملی و واریانس تجمعی برای پنج عامل استخراج شده از تجزیه به عامل‌ها

	عامل‌ها				
صفات	۱	۲	۳	۴	۵
LL	۰/۶۰۲	۰/۴۱۸	۰/۰۳۲	−۰/۵۰۱	−۰/۲۱۹
FL	۰/۹۶۴	−۰/۱۹۱	۰/۰۸۵	−۰/۰۸۳	۰/۰۹۵
LW	۰/۶۵۶	−۰/۲۵۱	−۰/۴۳۵	۰/۴۹۹	۰/۱۹۷
FT	۰/۸۱۶	−۰/۱۵۰	−۰/۳۷۱	۰/۳۱۹	−۰/۱۵۸
FLFW	۰/۸۴۲	−۰/۱۰۶	۰/۲۹۶	−۰/۳۷۰	۰/۱۸۸
Dg	۰/۹۴۴	−۰/۲۳۶	−۰/۱۵۷	۰/۱۵۰	−۰/۰۳۷
Ø	−۰/۸۴۶	۰/۲۳۶	−۰/۲۷۲	۰/۳۱۵	−۰/۱۶۹
AR	−۰/۷۷۶	۰/۱۹۹	−۰/۳۳۵	۰/۴۰۱	−۰/۲۱۳
V	۰/۹۴۵	−۰/۲۱۸	−۰/۱۴۰	۰/۱۷۹	۰/۰۳۸
S	۰/۹۴۶	−۰/۲۲۶	−۰/۱۵۱	۰/۱۶۵	−۰/۰۳۷
FWe	۰/۸۶۷	۰/۱۲۱	−۰/۱۲۶	۰/۰۳۵	−۰/۰۸۷
P	۰/۲۱۲	۰/۸۰۵	−۰/۲۵۱	−۰/۲۰۷	−۰/۰۹۶
b^*	۰/۲۱۲	۰/۸۲۹	۰/۲۳۶	۰/۲۹۲	۰/۱۶۶
h	۰/۲۴۱	۰/۸۴۴	۰/۲۱۵	۰/۲۶۲	۰/۱۵۶
a^*	−۰/۴۰۳	−۰/۶۱۲	۰/۰۷۵	۰/۱۷۰	۰/۰۵۸
LW	۰/۳۹۷	۰/۷۱۶	−۰/۱۰۴	−۰/۲۹۵	−۰/۱۷۴
TSS	۰/۰۲۰	−۰/۳۹۷	۰/۷۶۴	−۰/۰۲۶	−۰/۳۲۰
pH	۰/۰۱۱	−۰/۲۴۸	۰/۶۰۷	۰/۱۳۷	−۰/۰۳۳
L^*	۰/۱۳۲	۰/۴۷۳	۰/۴۳۶	۰/۵۲۲	−۰/۱۴۲
TA	۰/۳۲۰	−۰/۰۴۶	۰/۲۸۵	۰/۴۳۸	۰/۵۱۵
FP	۰/۰۸۱	۰/۲۵۴	−۰/۰۱۱	۰/۱۳۲	۰/۷۲۱
h	−۰/۲۶۲	−۰/۲۴۲	−۰/۵۰۳	−۰/۲۶۰	۰/۵۵۲
مقادیر ویژه	۵/۶۴۶	۴/۴۵۶	۴/۲۳	۴/۲۳	۱/۹۳
درصد واریانس	۲۵/۶۶۲	۲۰/۲۵۴	۱۹/۲۲۸	۹/۹۵۲	۸/۷۷۲
درصد تجمعی واریانس	۲۵/۶۶۲	۴۵/۹۱۶	۶۵/۱۴۴	۷۵/۰۹۶	۸۳/۸۶۸

(FL) طول میوه، (FW) عرض میوه، (FT) ضخامت میوه، (FP) طول دم‌میوه، (FLFW) نسبت طول به عرض میوه، (LL) طول برگ، (LW) عرض برگ، (P) طول دمبرگ، (AR) ضریب بازارپسندی، (V) حجم، (FWe) وزن میوه، (L^*) شاخص روشنی رنگ، (a^*) شاخص قرمزی رنگ، (b^*) شاخص زردی رنگ، (C) کرومای رنگ، (h) هیو رنگ، (TA) اسیدیته قابل تیتراسیون، (TSS) مواد جامد محلول کل، (S) مساحت سطح رویه میوه، (Ø) کرویت هندسی میوه، (Dg) قطر میانگین هندسی میوه و (D) چگالی حقیقی است.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]



شکل ۱. گروهبندی نژادگان‌های مورد مطالعه توت‌سفید بر اساس روش وارد

روش تجزیه خوشه‌ای داده‌ها نشان داد که صفات مورفولوژیکی برای ارزیابی و شناسایی تنوع موجود در ژرم‌پلاسم توت سفید ضروری است. قرار گرفتن نژادگان‌های مختلف در خوشه‌های متفاوت بیانگر وجود تنوع بالا در بین نژادگان‌های مورد بررسی است (۹).

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش در مجموع نشان داد که نژادگان‌های مورد مطالعه توت سفید در استان آذربایجان‌غربی دارای تنوع ژنتیکی نسبتاً خوبی بود که این امر می‌تواند مورد توجه برنامه‌های اصلاحی قرار گیرد. میوه‌های توت سفید دارای اختلاف معنی‌داری برای اغلب صفات میوه از جمله وزن میوه، اندازه میوه، قطر میانگین هندسی، درصد کرویت میوه بودند. نژادگان Kh۳ از نظر وزن میوه دارای بیشترین میانگین بود. همچنین نتایج ارزیابی رنگ میوه نشان داد که بیشترین مقدار برای شاخص L^* رنگ نیز مربوط به نژادگان‌های شهرستان خوی بوده که نشان از شفافیت بالای میوه‌ها در این منطقه است. نتایج به‌دست آمده از این مطالعه می‌تواند برای اصلاحگران در تولید و اصلاح ارقامی که توانایی عملکرد و بازارپسندی بالاتری داشته باشند، سودمند باشد. با توجه به اینکه حمل‌ونقل این میوه مشکل بوده و همراه با ضایعات فراوان است، نتایج این پژوهش می‌تواند در طراحی مدل‌ها و روش‌های بسته‌بندی، طراحی و بهینه‌سازی ماشین‌آلات و تجهیزات حین برداشت و پس از برداشت، فراوری، جداسازی و بسته‌بندی میوه توت به‌منظور کمتر کردن صدمات مکانیکی، ارزشمند و کاربردی باشد.

منابع مورد استفاده

1. Alabadan, B. A. 1996. Physical properties of selected biomaterials as related to their postharvest handling. *In:* Proceeding of the Nigerian Society of Agricultural Engineers Symposium. Nigeria. 18: 328–331.
2. Alizadeh, S. and H. Hassanpour. 2017. Evaluation of fruit morphological properties of some wild barberry (*Beberis* spp.) genotypes in West Azerbaijan. *Iranian Journal of Horticultural Science* 48: 27-37. (In Farsi).
3. Aljane, F. and N. Sdiri. 2016. Morphological, phytochemical and antioxidant characteristics of white (*Morus alba*

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]

L.), red (*Morus rubra* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry fruits grown in arid regions of Tunisia. *Journal of New Sciences* 35(1): 187-192.
4. Asghari, M., R. Ebrahimi, B. Hosseinzadeh and D. Ghanbarian. 2017. Mulberry qualitative pramaters modelling in drying process using artificial neural networks. *Iranian Journal of Biosystem Engineerning* 48: 18-9. (In Farsi).
5. Asgharian Najaf Abadi, S., H. Ghasemzadeh and J. Hajiloo. 2015. Determination of some physical properties of strowberry fruit (*Selva cultivar*). *Iranian Journal of Biosystem Engineerning* 44: 1-8. (In Farsi).
6. Ayubnezhadghan, B. 2016. Investigation of physicochemical and antioxidant characteristics of some Medlar (*Mespilas germanica* L.) genotypes in East Azerbaijan province. MSc. Thesis. Urmia University. Urmia, Iran. (In Farsi).
7. Basiri, S. H. 2017. Determination of some of physico-chemical the properties and suitable storage time of concentrated mulberry in Khorasan region. *Iranian Journal of Food Science and Technology* 14(44): 175-186. (In Farsi).
8. Boubaya, A., M. Ben Salah, N. Marzzougui and A. Ferchichi. 2009. Pomological characterization of the mulberry tree (*Morus spp*.) in the south of Tunisia. *Journal of Arid Land Studies* 19(1): 157-159.
9. Dirili, S., H. Hassanpour and A. Farokhzad. 2018. Pomological characteristics of some hawthorn genotypes in West Azerbaijan province. *Iranian Journal of Horticultural Science* 48(3): 689-700. (In Farsi).
10. Ercisli., S. and E. Orhan. 2007. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry* 103: 1380–1384.
11. Erkan, M. and N. Selcuk. 2015. The effects of 1-MCP treatment on fruit quality of medlar fruit (Mespilus germanica L. cv. Istanbul) during long term storage in the pallifex storage system. *Postharvest Biology and Tecgnology* 100: 81-90.
12. Fakhraie Lahiji, M., R. Tabar, A. Fathi, Gh. Abadouz, M. Hajhasani, A. Farhadi, Gh. Khakizad, Z. Azizi, B. Samadi, M. Kiyani, A. Mirakhorli, N. Forumadi, J. Mozafari and R. Rafezli. 2016. Investigation genetic diversity mulberry fruits (*Morus spp*) with morphological properties in Iran. *Agriculture Production* 39(3): 12-17. (In Farsi).
13. Fattahi, J., Y. Hamidoghli, R. Fotouhi, M. Ghasemnejad and D. Bakhshi. 2011. Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of the peel of different commercial citrus species. *Journal of Horticulture Science* 25(2): 211-217. (In Farsi).
14. Fattahi, J., E. Seyedghasemi and S. Madani. 2017. The effect of five rootstocks on physical, mechanical and chemical characteristics of 'Yashar' fruits -a new mandarin- during ripening stages. *Journal of Plant Production Research* 24(2): 109-123. (In Farsi).
15. Ghahreman, A. 1978. Flora Iran. University of Tehran Press, Tehran.
16. Hadadinejad, M., S. Qasemiomran and F. Azizmi Ahangari. 2015. Morphological diversity of blackberries in some regions in Mazandaran province. *Iranian Journal of Horticultural Science* 46: 333-343. (In Farsi).
17. Hepsag, F., O. Golge and I. Hayoglu. 2016. Effect of genotypes on chemical and physical properties of mulberry. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry* 44(3): 225-231.
18. Hernandez Munoz, P., E. Almenar, V. Del Valle, D. Velez and R. Gavara. 2008. Effect of chitosan coating with postharvest calcium treatment on strawberry quality during refrigerated storage. *Food Chemistry* 110(2): 428-435.
19. Jiang, Y. and W. Nie. 2015. Chemical properties in fruits of mulberry species from the xinjiang province of china. *Food Chemistry* 174: 460–466.
20. Karadeniz, T. and S. M. Sen. 1990. Morphological and pomological properties of pears grown in Tirebolu and Vicinity. *Journal of the Faculty of Agriculture* 1: 152-165.
21. Najafzadeh, R. and K. Arzani. 2016. Assessment of morphological, physiological and pomological variations in some of European pear (*Pyrus communis* L.) genotypes. *Journal of Crop Production and Processing* 6(19): 151-164. (In Farsi).
22. Nikkhah, E., M. Khayami and M. Heidari. 2009. Evaluation of nitric oxide scavenging activity of anthocyanins from *Morus nigra* L., strawberry (*Fragaria ananassa*) and *Morus alba* Var. Nigra extracts. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 25(1): 120-128. (In Farsi).
23. Safi yari, H., H. Rahmanin, F. Salmani zade and A. Zommorodian. 2012. Some physical and mechanical properties of fruits persimmon khorramandi variety. *Journal of Innovation in Science and Technology of Food Industry* 5(4): 67-73. (In Farsi).
24. Samimi Akhijahani, H. and J. Khodaei. 2011. Some physical properties of strawberry (Kurdistan Variety). *World Applied Sciences Journal* 13 (2): 206-212. (In Farsi).
25. Sánchez-Salcedo, E., P. Mena, C. García-Viguera, J. Jose Martínez and F. Hernandez. 2015. Phytochemical evaluation of white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry fruits, a starting point for the assessment of their beneficial properties. *Journal of Functional Foods* 12:399-480.
26. Tabatabaeefar, A. and A. Rajabipour. 2005. Modeling the mass of apples by geometrical attributes. *Scientia Horticulturae* 105: 373–382.
27. Yilmaz, K.U., Y. Zengin, S. Ercisli, E. Orhan, E. Yalcinkaya, O. Taner and A. Erdogan. 2009. Biodiversity, exositu conservation and characterization of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes in Turkey. *Biotechnology and Biotechnological Equipment* 23(1): 1143-1149.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 9, No. 4, Winter 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Investigation of Physicochemical Characteristics and Fruit Color of Some White Mulberry (*Morus alba*) Genotypes in West Azerbaijan Province of Iran

S. Firoz barandozi[1] and H. Hassanpour[2*]

(Received: July 30-2018; Accepted: March 18-2019)

Abstract

White mulberry (*Morus alba*) belongs to the Moraceae family. The aim of this study is to evaluate some important physicochemical characteristics and fruit color of white mulberry grown in West Azarbaijan province of Iran. White mulberry fruits collected from five regions (Urmia, KHoy, Mahabad, Miyandoab and Oshnaviyeh) in West Azarbaijan province, were transferred to the laboratory and some properties such as fruit weight, fruit and leaf length and width, fruit color parameters, fruit volume and pH were measured. The results showed that the highest percentage of variation was observed in Hue and a* traits, hence these traits had the highest diversity among the studied genotypes. The maximum and minimum fruit weight was observed in genotypes kh3 (4.24 g) and O3 (0.71 g), respectively. The fruit length had significant positive correlation with fruit thickness, volume and weight. The five main factors explained 83.86 % of the total variance. Based on the cluster analysis, genotypes were divided into five main groups. In general, the results showed that physical properties of the fruit could be helpful for evaluation and identification of variation in white mulberry germplasm. These results could be valuable and practical in breeding programs and also designing appropriate models and packaging methods for white mulberry fruits.

Keywords: Cluster analysis, Correlation, Fruit Volume, Morphological properties

1, 2. MSc. Student and Associate Professor, Respectively, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
*: Corresponding Author, Email: ha.hassanpour@urmia.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1398.9.4.9.4]
[DOI: 10.47176/jcpp.9.4.34371]