

بررسی صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی نژادگان‌های تمشک سیاه (*Rubus ulmifolius* sub sp. *Sanctus*) در ارومیه

لعیا پیربدایی^۱، ابوالفضل علیرضالو^۲، قادر قاسمی^{۳*} و محمد فضلی^۴

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۸ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۲۴)

چکیده

در سال‌های اخیر با توجه به عوارض جانبی استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی در فرآوری مواد غذایی، بهره‌گیری از گیاهان دارویی و ترکیبات موثره آن‌ها به‌عنوان منابع طبیعی که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند، مورد توجه محققین قرار گرفته است. میوه تمشک به‌دلیل برخورداری از فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا و انواع فلاونوئیدها و پروآنتوسیانین‌ها اهمیت زیادی در صنایع غذایی و دارویی دارد. با هدف شناخت و بهره‌برداری از پتانسیل نژادگان‌های بومی در برنامه‌های اصلاحی، تنوع مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی، ۱۰ نژادگان تمشک سیاه جمع‌آوری شده از منطقه ارومیه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج پژوهش حاضر مشخص کرد که نژادگان‌های مختلف تمشک سیاه دارای تفاوت معنی‌داری از لحاظ صفات مورفولوژیک مانند وزن میوه هستند. بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه این نژادگان‌ها نشان داد که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در بازه ۶۷/۳۴ درصد تا ۸۷/۱۲ درصد متغیر بود. در این مطالعه بیشترین میزان فنول کل برابر با ۱۴۱/۶۱ میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم وزن تر در نژادگان G8 مشاهده شد. تجزیه خوشه‌ای داده‌های مورفولوژیک و فیتوشیمیایی نشان داد که نژادگان‌های مورد بررسی در این تحقیق در سه دسته جداگانه قرار گرفتند که از میان آن‌ها نژادگان‌های G5 و G8 دارای بیشترین محتوای ویتامین C و کاروتنوئید کل بودند. به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که نژادگان‌های مختلف تمشک سیاه دارای مقادیر قابل توجهی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنلی و رنگیزه‌های مختلف هستند که نژادگان G8 جهت استفاده در صنایع غذایی پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: تمشک سیاه، ریزمیوه، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای فنل

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، موسسه آموزش عالی صبا، ارومیه، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۳- دکتری علوم و مهندسی باغبانی، محقق بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، ارومیه، ایران.

۴- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

* پست الکترونیک: gader.g1390@yahoo.com; gh.ghasemi@areeo.ac.ir

مقدمه

جنس *Rubus* بزرگ‌ترین جنس در خانواده Rosaceae می‌باشد که شامل ۷۰۰ گونه است (یانگ^۱ و همکاران، ۲۰۲۱) که ۱۰ گونه از آن در فلور ایران ثبت شده است (کسالخه^۲ و همکاران، ۲۰۱۹). گونه‌های این جنس قرن هاست که به دلیل میوه‌هایشان مورد کشت قرار می‌گیرند اما با این حال تعداد محدودی از این گونه‌ها اهلی هستند. تمشک حاوی ۵ کاسبرگ، ۵ گلبرگ سفید تا صورتی، پرچم زیاد و مادگی دارای برچه‌های متعدد (۷۰ الی ۱۰۰ عدد) بوده و روی یک نهج محدب قرار می‌گیرند. زمان تمایز گل‌ها شهریور تا آذرماه بوده و جوانه‌های بارور در جانب شاخه‌های یکساله تشکیل شده و زمان شکوفایی گل‌ها خرداد تا تیرماه می‌باشد. میوه‌های تمشک از نوع مجتمع بوده و هر برچه بعد از گرده‌افشانی و لقاح، میوه‌های کوچک بنام شفتک حاصل می‌کند که همه آن‌ها بر روی نهج محدب قرار می‌گیرند (جلیلی‌مردی، ۱۳۸۹). میوه تمشکها به صورت تازه‌خوری و یا فرآوری شده مثل مربا، نوشیدنی، چای، بستنی، دسر و غیره در شیرینی‌ها مصرف می‌شوند. *Rubus ulmifolius* بوته‌ای است چند ساله که بومی اروپا و شمال امریکا بوده که در بسیاری از نقاط جهان پرورش می‌یابد. با توجه به افزایش آگاهی در مورد ویژگی‌های ارزشمند میوه‌ها، مصرف جهانی انواع بری‌ها به طور قابل توجهی افزایش یافته است.

اگرچه در نیم‌قرن گذشته استفاده از داروهای شیمیایی و سنتزی به شدت رواج یافت ولی به سرعت آثار زیان‌بار آن‌ها بر زندگی انسان سبب گرایش مجدد به گیاهان دارویی گردید. امروزه گرایش جدی به مصرف گیاهان دارویی به خاطر کم‌بودن عوارض جانبی ترکیبات موثره گوناگون موجود در آن‌ها به وجود آمده است (چوالیر^۳، ۲۰۱۶). بسیاری از مردم جهان از گیاهان دارویی برای درمان بیماری‌های مختلف استفاده می‌کنند زیرا گیاهان دارویی منبع غنی از منابع طبیعی هستند. بنا بر گزارش سازمان جهانی بهداشت، گیاهان دارویی می‌توانند بهترین منبع برای به دست آوردن انواع مختلف از داروها باشند (بالاب^۴ و همکاران، ۲۰۰۸). در عصر حاضر استفاده از متابولیت‌های

ثانویه گیاهی جهت درمان بازه وسیعی از بیماری‌های مختلف روز به روز در حال افزایش است، به طوری که در بسیاری از کشورها ۳۵ درصد داروها را منابع گیاهی تشکیل داده است (چاندران^۵ و همکاران، ۲۰۱۳). گیاهان به عنوان دارنده طیف وسیعی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌توانند منبع غنی از ترکیبات فعال بیولوژیکی باشند (میشرا^۶ و همکاران، ۲۰۰۸).

ریزمیوه‌ها دارای مواد غذایی ارزشمندی هستند که به دلیل دارا بودن مقادیر قابل توجه فیبر، مواد معدنی، ویتامین‌ها، ترکیبات فرار و مواد فیتوشیمیایی مخصوصا پلی‌فنل‌ها مورد توجه قرار می‌گیرند. این ترکیبات پلی‌فنل موجود در تمشک به دلیل دارا بودن خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی پتانسیل خوبی برای حفظ سلامت انسان دارند (اسکولز^۷ و همکاران، ۲۰۱۹). تمشک در ایران عمدتاً در مناطق جنگلی و غیرجنگلی شمال کشور در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان می‌روید. در برخی نقاط هم به صورت پراکنده رویش دارد که می‌تواند نژادگان‌های سودمندی باشند، مثل برخی مناطق استان آذربایجان غربی و شرقی (مظفریان، ۱۳۸۶).

ستافن و کلارک^۸ (۲۰۰۴) ضمن بررسی تشابه و توزیع ژنتیکی ارقام تمشک رهاسازی شده از برنامه به‌نژادی دانشگاه آرکانزاس دریافتند خصوصیات ژنتیکی تمشک‌های سیاه بررسی شده‌ی ایشان به قدری متنوع است که با وجود رهاسازی ۱۳ رقم هنوز امکان ایجاد ارقام جدید با صفات مناسب وجود دارد. وبر^۹ و همکاران (۲۰۰۵) صفات فیتوشیمیایی ۶۴ نژادگان را برای بررسی تنوع صفات مؤثر در سلامت بدن بررسی کردند و دریافتند اندازه میوه و ترکیبات میوه از تنوع زیادی برخوردار است و تمشک‌های سیاه معمولی با داشتن ۴۰۰ میلی‌گرم آنتوسیانین در ۱۰۰ گرم بافت تازه بیشترین میزان آنتوسیانین کل را نشان دادند. دوست و فین^{۱۰} (۲۰۰۵) نیز با استفاده از صفات مورفولوژیک به ارزیابی تنوع و وراثت‌پذیری صفات رویشی و زایشی تمشک سیاه پرداختند و دریافتند این صفات از کارایی خوبی برای نشان دادن تنوع در اولین سال باردهی نیز برخوردارند. اولین پژوهش‌های دامنه‌دار و مدون در

6. Mishra
7. Schulz
8. Stafne and Clark
9. Weber
10. Dosset and Finn

1. Yang
2. Kasalkheh
3. Chevallier
4. Ballabh
5. Chandran

رسیدن برداشت گردید. مشخصات جغرافیایی و محل جمع آوری نمونه‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

ارزیابی مورفولوژیک

در ارزیابی مورفولوژیک وزن و طول میوه بررسی گردید. برای این منظور به ترتیب از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ و کولیس دیجیتال مدل P150 استفاده شد. برای بررسی دقیق‌تر ارزیابی‌های مورفولوژیک انتخاب میوه بر اساس رسیدگی فیزیولوژیکی بوده و تعداد ۱۰ عدد میوه را اندازه‌گیری شدند و میانگین هر میوه حساب شد.

ارزیابی خصوصیات فیتوشیمیایی

عصاره‌گیری

جهت سنجش خصوصیات فیتوشیمیایی ابتدا عصاره‌گیری نمونه‌ها انجام گرفت، بدین صورت که یک گرم از بافت میوه در هاون چینی له گردید و به تدریج ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد (۲۰ درصد آب) به آن اضافه شد. عصاره به دست آمده به مدت نیم ساعت جهت افزایش کارایی استخراج در دستگاه اولتراسونیک قرار گرفت. سپس عصاره‌ها از صافی عبور داده شده و در یخچال قرار گرفت.

اندازه‌گیری فنل کل

اندازه‌گیری مواد فنلی با استفاده از معرف فولین سیوکالتیو صورت گرفت. ۱۰۰ میکرولیتر عصاره از محلول استخراج شده اصلی برداشته و با آب مقطر به حجم یک میلی‌لیتر رسانیده شد. سپس ۱/۶ میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه به ۲۰۰ میکرولیتر از نمونه رقیق شده اضافه شد. در مرحله بعد ۲۰۰ میکرولیتر فولین به مخلوط افزوده و بعد از پنج دقیقه به آن دو میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷ درصد اضافه شد و در نهایت با آب دی‌یونیزه به حجم ۵ میلی‌لیتر رسانیده شد. پس از آن نمونه‌ها به مدت ۴۵-۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شدند. در پایان جذب در طول موج ۷۶۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر (MODEL: UV2100 PC) قرائت شد. آب دی‌یونیزه به‌عنوان شاهد و اسید گالیک به‌عنوان استاندارد مورد استفاده قرار گرفت (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۲۰۰۸). منحنی استاندارد بر اساس اسیدگالیک، ترسیم و نتایج به صورت میلی‌گرم اسیدگالیک بر ۱۰۰ گرم وزن تر گزارش شد.

اندازه‌گیری فلاونوئید کل

برای سنجش میزان فلاونوئید کل به ۵۰ میکرولیتر از عصاره

زمینه تمشک سیاه ایران در شیراز و در راستای اهداف قطب میوه‌های دیم ایران برنامه‌ریزی شده است. در این زمینه پس از جمع آوری و تهیه کلکسیون نژادگان‌ها به بررسی صفات کمی و کیفی میوه تمشک‌های جمع‌آوری شده از شمال و جنوب ایران پرداختند و دریافتند میوه‌های مناطق شمال کشور از طول و تعداد شفتچه بیشتری برخوردارند و در مقابل میوه‌های مناطق جنوبی زاگرس میزان آنتوسیانین و فنل بیشتری دارند (گاراژیان و همکاران، ۱۳۹۷). اطلاعات مستندی در مورد کشت محصولات *Rubus* در ایران وجود ندارد. بر اساس بررسی اخیر، ذخایر ژنتیکی *Rubus* شامل ۸ گونه در ایران است که شامل *R. saxatilis* L.، *R. hirtus* Waldst. & *R. sanctus* Schreber، *caesius* L.، *R. dolichocarpus* Juz، *R. hyrcanus* Juz، *Kit* و *R. persicus* Boiss و *discolor* Weihe and Nees (گرزهیان^۱ و همکاران، ۲۰۲۰).

بررسی تنوع ژنتیکی، متخصصین اصلاح نباتات را در شناسایی ظرفیت ژنتیکی صفات مرتبط با اهداف اصلاحی مهم آن یاری می‌نماید و مطالعه الگوپذیری تنوع ژنتیکی از تنوع جغرافیایی و اقلیمی نژادگان‌ها نشان‌دهنده سازگاری‌های احتمالی آن‌ها با محیط‌های متفاوت می‌باشد (جهانی‌سه‌قلعه، ۱۳۸۹). این مطالعه به‌منظور بررسی نژادگان‌های رویش یافته در استان آذربایجانغربی، شهرستان ارومیه از لحاظ تنوع مورفولوژیکی، فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی جهت معرفی نژادگان‌های برتر تمشک سیاه این منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه گیاهی

انتخاب مناطق مورد مطالعه براساس بازدید از مناطق مختلف شهرستان ارومیه و فلور ایرانیکا و سایر گزارشات ارائه شده در زمینه تمشک سیاه صورت پذیرفت. نمونه‌ها در تابستان سال ۱۳۹۹ با توجه به رسیدگی فیزیولوژیکی (رنگ سیاه و جداسدن راحت دم‌میوه از برچه) برداشت شده و به سردخانه گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه منتقل شدند. تشخیص نوع گونه توسط هرباریوم دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی، دانشگاه ارومیه انجام شد. مشخصات جغرافیایی مناطق مورد مطالعه با استفاده از دستگاه GPS مشخص شد. میوه‌ها در زمان

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی نژادگان‌های تمشک سیاه (*Rubus sanctus*) در استان آذربایجان غربی، ارومیه، باراندوز

نژادگان	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
G6	۴۵° ۰۳' ۲۴.۲"	۳۷° ۲۳' ۴۶.۰"	۱۳۵۳
G7	۴۵° ۰۳' ۰۸.۴"	۳۷° ۲۳' ۳۶.۰"	۱۳۵۴
G8	۴۵° ۰۳' ۰۲.۴"	۳۷° ۲۳' ۲۷.۴"	۱۳۵۵
G1	۴۵° ۰۵' ۰۷.۷"	۳۷° ۲۵' ۰۶.۳"	۱۳۵۶
G5	۴۵° ۰۳' ۳۸.۳"	۳۷° ۲۳' ۵۵.۶"	۱۳۵۷
G9	۴۵° ۰۲' ۳۶.۵"	۳۷° ۲۳' ۱۱.۶"	۱۳۶۴
G4	۴۵° ۰۴' ۰۷.۶"	۳۷° ۲۴' ۰.۳"	۱۳۶۸
G2	۴۵° ۰۴' ۳۵.۴"	۳۷° ۲۴' ۵۰.۸"	۱۳۷۲
G3	۴۵° ۰۴' ۱۶.۳"	۳۷° ۲۴' ۲۶.۵"	۱۳۸۴
G10	۴۵° ۰۱' ۳۵.۰"	۳۷° ۲۲' ۵۳.۴"	۱۳۸۸

شد. میزان کاروتنوئید و کلروفیل a و b برای هر عصاره با استفاده از معادله‌های زیر محاسبه گردید (لیچنتن‌تالر^۳، ۱۹۸۷).

$$C_a = 15.65 A_{666} - 7.340 A_{653}$$

$$C_b = 27.05 A_{653} - 11.21 A_{666}$$

$$C_{x+c} = 1000 A_{470} - 2.860 C_a - 129.2 C_b / 245$$

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH، پنج میکرولیتر از عصاره متانولی پنج برابر رقیق شده نمونه را در یک لوله آزمایش ریخته و سپس به آن ۲۰۰۰ میکرولیتر از محلول DPPH اضافه شد. محلول حاصل را تکان داده و در دمای آزمایشگاه به مدت ۳۰ دقیقه نگهداری و سپس جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر به وسیله اسپکتروفوتومتر قرائت شد. جهت تهیه شاهد نیز به روش بالا عمل کرده فقط به جای عصاره از ۵۰ میکرولیتر اتانول ۸۰ درصد استفاده شد. در نهایت از معادله زیر برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی استفاده گردید (ناکاجیما^۴ و همکاران، ۲۰۰۴).

RSA

$$= \frac{(\text{Abs control})t = 30 \text{ min} - (\text{Abs sample})t = 30 \text{ min}}{(\text{Abs control})t = 30 \text{ min}} \times 100$$

Abs control: میزان جذب شاهد (بلنک)

Abs sample: میزان جذب نمونه

تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده (شامل ۱۰ نژادگان با ۴ تکرار) از طرح کاملاً تصادفی و برای مقایسه

هر نژادگان ۱/۵ میلی‌لیتر متانول (۸۰ درصد)، ۱۰۰ میکرو لیتر محلول آلومینیوم کلراید (۱۰ درصد)، ۱۰۰ میکرو لیتر محلول استات پتاسیم یک مولار و ۴/۷۵ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد. جذب مخلوط بعد از گذشت ۴۰ دقیقه در طول موج ۳۸۰ نانومتر نسبت به شاهد قرائت گردید. برای رسم منحنی استاندارد از کوئرستین استفاده شد. میزان فلاونوئید کل عصاره‌ها براساس میلی‌گرم معادل کوئرستین بر ۱۰۰ گرم وزن تر گیاه گزارش شد (چانگ^۱ و همکاران، ۲۰۰۲).

اندازه‌گیری میزان اسید آسکوربیک (ویتامین C)

برای اندازه‌گیری ویتامین C از تیتراسیون اکسایش-کاهش استفاده گردید. معرف رنگی برای این تیتراسیون، ۲،۶-دی‌کلروفنل‌ایندوفنل است که آبی رنگ بوده و یک معرف اکسایش-کاهشی است. این معرف در محیط احیا، بی‌رنگ و در محیط اکسید، صورتی رنگ است. ویتامین C وقتی اکسید شود، دی‌هیرو اسید آسکوربیک تولید می‌کند (کیورو^۲، ۲۰۰۶).

اندازه‌گیری محتوی کاروتنوئید کل

برای سنجش میزان کاروتنوئید و کلروفیل، مقدار ۰/۰۵ گرم از بافت تازه میوه با ۵ میلی‌لیتر استون در یک هاون چینی سرد و در حمام یخ هموزن شد. سپس به هموژنات حاصل یک گرم سولفات سدیم بدون آب اضافه و با استفاده از کاغذ صافی، صاف گردید. محلول صاف شده با استون به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانیده شد و به مدت ۱۰ دقیقه و در ۲۶۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. فاز رویی جداسازی و جذب محلول در طول موج‌های ۶۶۲، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر نسبت به شاهد اندازه‌گیری شد. از استون به عنوان شاهد استفاده

(جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محتوای فنل کل در بین نژادگان‌های مختلف جمع‌آوری شده از منطقه ارومیه به لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند (جدول ۲). نتایج جدول تجزیه واریانس محتوای فلاونوئید کل نشان داد که نژادگان‌های مختلف تمشک سیاه از نظر محتوای فلاونوئید کل از لحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند (جدول ۲). نتایج جدول تجزیه واریانس محتوای ویتامین C نشان داد که نژادگان‌های مختلف تمشک سیاه از نظر محتوای ویتامین C دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند (جدول ۲). نتایج جدول تجزیه واریانس کارتئونید کل نشان داد که نژادگان‌های مختلف تمشک سیاه از نظر محتوای کارتئونید کل دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند (جدول ۲). نتایج جدول تجزیه واریانس فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان داد که نژادگان‌های مختلف تمشک سیاه دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند (جدول ۲). نتایج جدول تجزیه واریانس فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان داد که نژادگان‌های مختلف تمشک سیاه دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند (جدول ۲).

میانگین از آزمون LSD استفاده شد. جهت آنالیز داده‌ها و رسم نمودار از نرم‌افزار SAS، Minitab و Excel استفاده گردید. همبستگی بین با استفاده از صفات ضریب همبستگی پیرسون محاسبه گردید و در نهایت به منظور گروه‌بندی نژادگان‌ها، تجزیه کلاستر بر اساس روش وارد و تجزیه به مولفه‌های اصلی بر روی صفات انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های مورفولوژیکی، فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که وزن تر میوه نژادگان‌های مختلف جمع‌آوری شده از منطقه ارومیه از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در طول میوه نژادگان‌های مختلف جمع‌آوری شده از منطقه ارومیه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های فیزیکی و فیتوشیمیایی میوه نژادگان‌های مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	فنل کل	فلاونوئید کل	کارتئونید کل	ویتامین C	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	طول میوه	وزن میوه
نژادگان	۹	۲۰۹۳/۶۰**	۷۶۲/۸۱**	۰/۰۲**	۳۵۵/۳۲**	۱۱۸/۱۵**	۸/۴۳ ^{ns}	۰/۱۰*
خطای آزمایشی	۲۰	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۰۰۱	۰/۲۷	۰/۲۰	۳/۹۶	۰/۰۳
CV%		۰/۵۲	۱/۳۹	۴/۶۲	۰/۹۲	۰/۵۶	۱۶/۴۷	۲۴/۴۲

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

وزن تر میوه

نتایج مقایسه میانگین اثر نژادگان بر وزن میوه نشان داد که بیشترین وزن میوه مربوط به نژادگان G4 و G7 به ترتیب با میانگین ۱/۰۵ و ۱/۰۴ گرم بوده است و کمترین میزان وزن میوه در G3 با میانگین ۰/۴۹ گرم مشاهده شد (شکل ۱). چو^۱ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند، تمشک سیاه رسیده و میوه‌های توت‌سیاه براساس وزن‌تر آن‌ها نسبت به تمشک قرمز و توت‌فرنگی فعالیت آنتی‌اکسیدان بالاتری داشتند. در طی یک مطالعه، مقایسه نژادگان‌های تمشک از نظر صفات مورفولوژیکی نشان داد که بیشترین مقدار وزن میوه (۳/۱۶) مربوط به نژادگان G2 می‌باشد. در برخی موارد وجود همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و برخی از صفات که

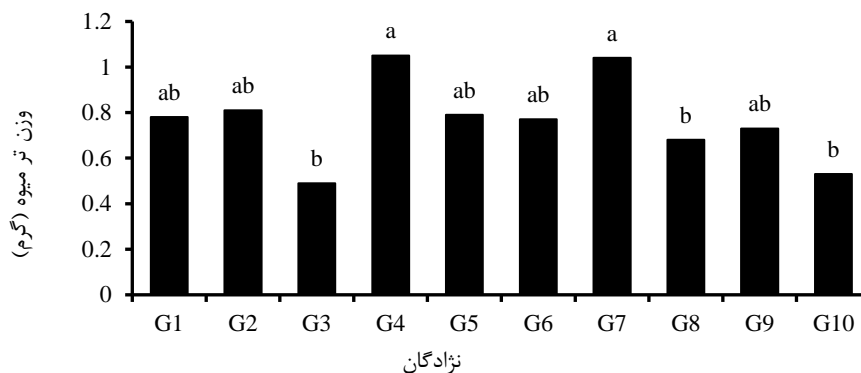
برآورد آن‌ها مشکل است، می‌تواند به اصلاح‌کنندگان در بهره‌گیری از این صفات به‌عنوان نشانگر در برنامه‌های اصلاحی کمک زیادی کند (لی^۲ و همکاران، ۲۰۱۲).

طول میوه

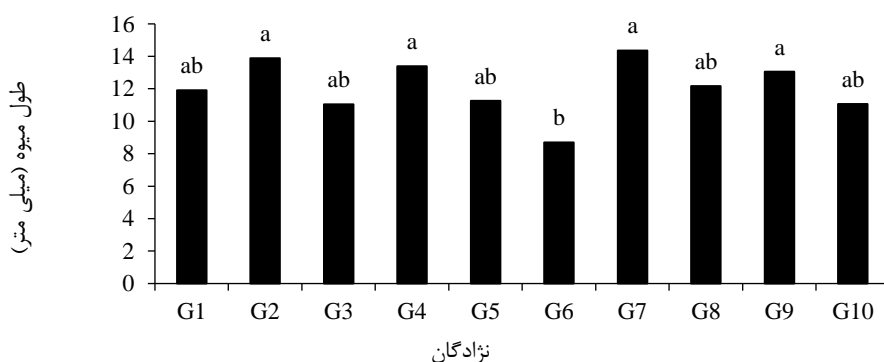
نتایج مقایسه میانگین طول میوه نشان داد که بیشترین طول میوه مربوط به نژادگان G7 با میانگین ۱۴/۳۶ میلی‌متر و کمترین آن مربوط به نژادگان G6 با میانگین ۸/۷ میلی‌متر مشاهده شد (شکل ۲).

محتوای فنل کل

بیشترین میزان فنل کل میوه مربوط به نژادگان G8 با میانگین ۱۴۱/۶۱ (mg GAE/100g FW) بوده و بین نژادگان‌های G4، G7 و G9 و همچنین G2 و G10 تفاوت



شکل ۱- مقایسه میانگین وزن ترمیوه نژادگان‌های مختلف تمشک سیاه. حروف غیرمشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.



شکل ۲- مقایسه میانگین طول میوه ترمیوه نژادگان‌های مختلف تمشک سیاه. حروف غیرمشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

آزاد تولید شده طی تنش بر عهده دارند (میچالاک^۲، ۲۰۰۶).

محتوای فلاونوئید کل میوه

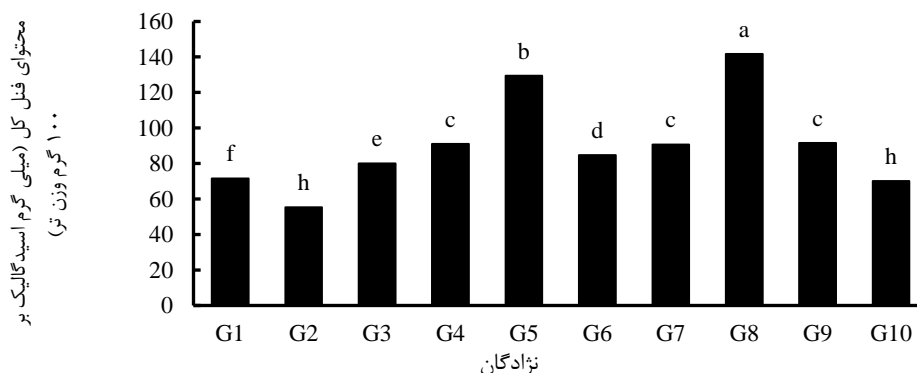
نتایج مقایسه میانگین محتوای فلاونوئید کل نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید مربوط به نژادگان G8 با ۶۶/۱ میلی‌گرم بر صدگرم وزن تر و کمترین آن مربوط به نژادگان G2 با میانگین ۱۷/۸۲ میلی‌گرم بر صدگرم وزن تر بوده و بین نژادگان‌های G4 و G10 تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴).

فلاونوئیدها اغلب در شیره‌های سلولی گیاهان یافت می‌شوند. این ترکیبات از جمله ترکیبات پلی‌فنولیک هستند که در اندام‌های مختلف برخی از گیاهان وجود داشته و از جنبه‌های گیاهشناسی و دارویی دارای اهمیت می‌باشند (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین فلاونوئیدها بزرگترین گروه ترکیبی از ترکیبات فنل طبیعی هستند که در قسمت‌های مختلف گیاه وجود دارند و دارای فعالیت‌های

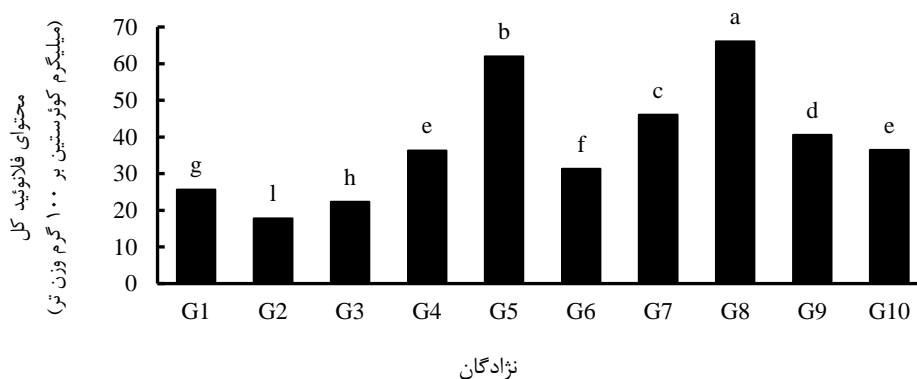
معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد میزان فنل در نژادگان‌های مختلف و با توجه به اختلاف در شرایط محیطی متفاوت است. تفاوت‌های کیفی و کمی که در میان میوه‌ها برای ترکیبات فنلی یافت شده است، می‌تواند به دلیل عواملی چون شرایط محیطی، نژادگان و شرایط باشد (ناکز^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به بررسی خصوصیات فیتوشیمیایی میوه تمشک سیاه در رویشگاه ارومیه ملاحظه شد که میوه تمشک سیاه موجود در این رویشگاه دارای میزان قابل توجهی محتوای فنل کل است. در تمامی سلول‌های میوه معمولاً ترکیبات فیتوشیمیایی بخصوص پلی‌فنل‌ها در سم‌زدایی پراکسید هیدروژن بسیار کارا عمل کرده و به عنوان سیستم پشتیبان چرخه آسکوربات-گلوتاتیون در دفع رادیکال‌های پراکسید هیدروژن شرکت می‌کنند. ترکیبات فنلی یکی از مهم‌ترین متابولیت‌های ثانویه می‌باشند که از مسیر اسیدشیکیمات سنتز می‌شوند و نقش مهمی را در خنثی‌سازی رادیکال‌های

2. Michalak

1. Nacz



شکل ۳- مقایسه میانگین محتوای فنل کل در نژادگان‌های مختلف میوه تمشک سیاه. حروف غیرمشترک در ستون‌ها نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون LSD می باشد.



شکل ۴- مقایسه میانگین محتوای فلاونوئید کل نژادگان‌های مختلف میوه تمشک سیاه. حروف غیرمشترک در ستون‌ها نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون LSD می باشد.

چراکه بالاترین ارتفاع مربوط به نژادگان G10 با ارتفاع ۱۳۸۸ متر بوده در حالی بیشترین میزان فلاونوئید مربوط به نژادگان G8 به میزان ۶۶/۱ است. این تنوع سنتز ترکیبات ثانویه دارویی در نمونه‌های گیاهی، اغلب به دلیل خزانه ژنتیکی منحصر به فرد هر گونه، تنوع ترکیبات در بین بخش های مختلف گیاه، مراحل تکاملی و رشد گیاه و اهمیت تغییرات محیطی است (جاکولا و هوتولا، ۲۰۱۰).

در مطالعه‌ای که با عنوان ارزیابی و مقایسه خصوصیات فیتوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برخی ریزمیوه‌های دارویی جمع‌آوری شده از منطقه خان‌درسی ارومیه انجام شده بود، خصوصیات فیتوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی ۱۵ نژادگان از ریزمیوه‌های مختلف (عروسک پشت‌پرده، تاجریزی، تمشک، دو گونه زالزالک، چهار گونه زرشک، سه گونه رز، سه گونه آقطی) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد بیشترین میزان فلاونوئید کل در نژادگان

بیولوژیکی فراوانی هستند. فلاونوئیدها به همراه برخی ویتامین‌ها به علت خاصیت آنتی‌اکسیدانی از انسان در مقابل بیماری‌های قلبی و عروقی، عصبی، التهابی، سکتی و انواعی از سرطان‌ها محافظت می‌کنند. در این مطالعه محتوای فلاونوئید نژادگان‌ها از ۶۶/۱ میلی‌گرم معادل کوئرستین بر ۱۰۰ گرم وزن تر تا ۱۷/۸۲ میلی‌گرم معادل کوئرستین بر ۱۰۰ گرم وزن تر متغیر بود. محققان در مورد عوامل مؤثر بر تولید فلاونوئیدها گزارش کرده‌اند که هر عاملی که در رشد و نمو گیاه مؤثر است می‌تواند در تولید این متابولیت‌ها نیز مؤثر باشد (جاکولا و هوتولا، ۲۰۱۰).

بررسی تأثیر ارتفاع از سطح دریا روی میزان فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و مقدار فنل و فلاونوئید کل در گیاه فاگر پیروم نشان داد که مقدار فنل و فلاونوئید با افزایش ارتفاع افزایش می‌یابد (گایرولا^۲ و همکاران، ۲۰۱۰). این گزارش با نتایج این پژوهش در مورد تمشک سیاه همخوانی ندارد؛

(Rubus ulmifolius sub sp. sanctus) وجود دارد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۷).

پژوهشی در ترکیه بر روی میوه‌های تمشک‌های سیاه نشان داد مقدار ترکیبات فلاونوئیدی در زمان رسیدگی میوه، کاهش می‌یابد. در تحقیقی دیگر، مقدار این ترکیبات در *R. sanctus* بر حسب وزن خشک ۵۲/۴ میلی‌گرم در گرم گزارش شده است (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۷).

محتوای ویتامین C میوه

در این مطالعه نتایج مقایسه میانگین محتوای ویتامین C نشان داد که محتوای ویتامین C نژادگان‌ها از ۶۸/۴۱ میلی‌گرم بر گرم تا ۴۲/۳ میلی‌گرم بر گرم متغیر است. بیشترین میزان اسیدآسکوربیک مربوط به نژادگان G10 و کمترین آن مربوط به نژادگان G6 بود (شکل ۵).

خصوصیات تغذیه‌ای میوه‌ها به طور فزاینده‌ای به رژیم غذایی سالم انسان مربوط می‌شود. کاهش تومورهای پستانی ناشی از استروژن در موش‌های درمان شده با اسیدآسکوربیک و ارتقا سلامت استخوان در انسان‌های مسن‌تر، مثال‌هایی از فواید بالقوه افزایش اسید آسکوربیک در جیره حیوانات است. اسیدآسکوربیک به‌عنوان یک جاروب‌گر رادیکال اکسیژن و یک ماده غذایی ضروری برای انسان شناخته می‌شود، زیرا هشت آنزیم مختلف از اسیدآسکوربیک به‌عنوان دهنده الکترون استفاده می‌کنند. این آنزیم‌های دخیل در تشکیل کلاژن، سنتز آل-کارنیتین، بیوسنتز نوراپی نفرین (وایزمن^۱ و همکاران، ۲۰۱۱) تثبیت هورمون پپتیدی پپتیدی و تعدیل متابولیسم تیروزین (ادیری‌سینگ^۲ و همکاران، ۲۰۱۱) بتا کاروتن و اسیدآسکوربیک و بسیاری از فول‌ها نقش‌های دینامیک را در به تأخیر انداختن پیری، کاهش التهاب و جلوگیری از سرطان‌های خاص ایفا می‌کنند (دوتی^۳ و همکاران، ۱۹۹۶). افزایش مصرف میوه‌ها و سبزیجات توسط بسیاری از آژانس‌ها و سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی در سراسر جهان توصیه شده‌است (ویوکاناتان^۴ و همکاران، ۲۰۰۳).

محتوای کارتنوئید کل

نتایج مقایسه میانگین محتوای کارتنوئید کل نشان داد که میزان کارتنوئید کل نژادگان‌ها از ۱/۰۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر تا ۰/۸۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر متغیر است.

بیشترین میزان کارتنوئید مربوط به نژادگان G5 و کمترین آن مربوط به نژادگان G6 مشاهده شد (شکل ۶).

کارتنوئیدها دسته‌ای از رنگدانه‌ها هستند که در جذب نور در گیاهان نقش بسیار مهمی دارند. از کارتنوئیدهای مهم می‌توان به بتاکاروتن، آلفاکاروتن، لیکوپن، لوتئین و گزانتوفیل اشاره کرد. این مواد در بهبود عملکرد سیستم ایمنی انسان نقش ویژه‌ای را ایفا می‌کنند. این احتمال وجود دارد که کارتنوئیدها به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های ویژه نقش مؤثری در جلوگیری از ابتلا به سرطان داشته باشند (پدرام نیا و همکاران، ۱۳۹۳).

قاسمی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه خود روی خصوصیات فیتوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی ۱۵ نژادگان از ریزمیوه‌های مختلف (عروسک‌پشت‌پرده، تاج‌ریزی، تمشک، دوگونه زالزالک، چهارگونه زرشک، سه گونه رز و سه گونه آقظی) نشان دادند که بیشترین کارتنوئید کل در آقظی ابلق وجود دارد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH

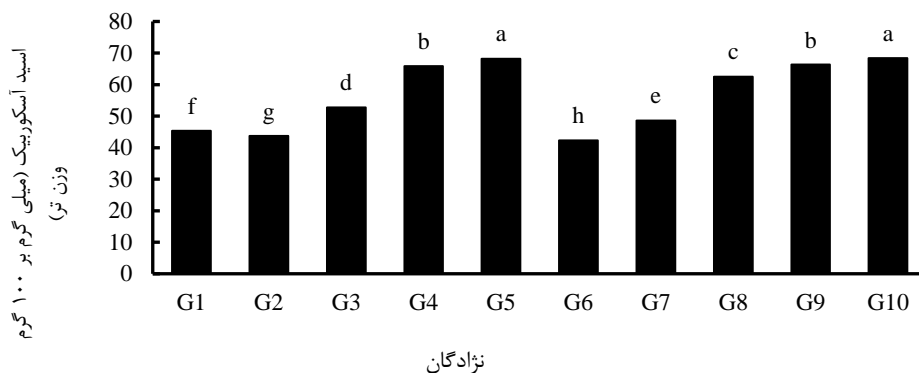
در این مطالعه میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نژادگان‌ها از ۶۷/۴۵ تا ۸۷/۱۲ درصد متغیر بود. بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به نژادگان G9 با ۸۷/۱۲ درصد بود و بین نژادگان‌های G3 و G5 و همچنین G1 و G10 تفاوت معنی داری مشاهده نشد (شکل ۷).

مطابق نتایج بدست آمده بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی طبق روش DPPH ۸۷/۱۲ درصد بود که این مقدار در مقایسه با نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های قربانی^۵ و همکاران (۲۰۱۰) کمتر بود، زیرا که نتایج اندازه‌گیری‌های آن‌ها مشخص نمود که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تمشک برگ نارونی منطقه گلستان ۹۰/۴۵ درصد بود.

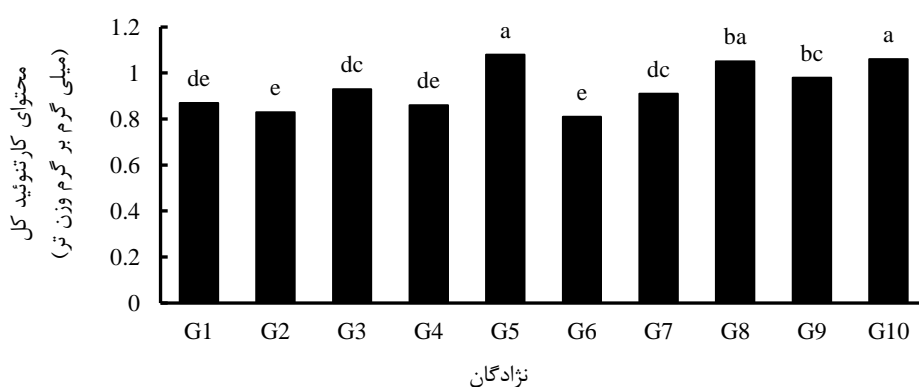
فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌دلیل حضور ترکیبات مختلفی مثل ترکیبات فنلی، کارتنوئیدها و ویتامین‌های آنتی‌اکسیدانت مثل ویتامین C و E برمی‌گردد. پژوهش‌های پیشین نشان داده است که ارتباط مثبتی بین ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد (وانگ^۶ و همکاران، ۲۰۰۰) بنابراین بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌تواند با بیشترین ترکیبات فنلی همراه باشد. تمشک سیاه با محتوای بالای ترکیبات فنلی به‌عنوان یک منبع قوی از ترکیبات

4. Vivekananthan
5. Ghorbani
6. Wang

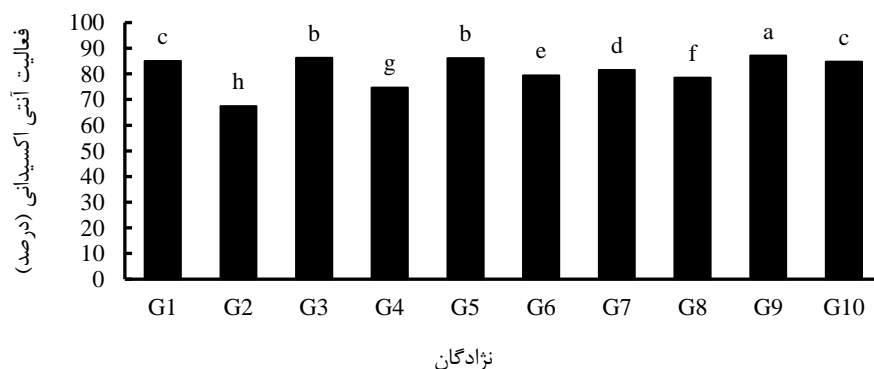
1. Wiseman
2. Edirisinghe
3. Duthie



شکل ۵- مقایسه میانگین اسید آسکوربیک نژادگان‌های مختلف میوه تمشک سیاه. حروف غیرمشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون LSD می باشد.



شکل ۶- نمودار محتوای کاروتنوئید کل نژادگان‌های مختلف تمشک سیاه. حروف غیر مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون LSD می باشد.



شکل ۷- مقایسه میانگین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH در نژادگان‌های مختلف میوه تمشک سیاه. حروف غیر مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون LSD می باشد.

اکسیداسیون لیپوزوم در بدن جلوگیری می‌کند. این ترکیبات همچنین بصورت قابل ملاحظه‌ای، ظرفیت بالایی را در از بین بردن اکسیژن‌های یکتایی (رادیکال آزاد) نشان داده‌اند و یا به‌عنوان دهنده هیدروژن ایفای نقش می‌کنند

ثانویه معرفی شده است. بیشتر بیماری‌های مزمن مانند سرطان‌ها، ورم مفاصل، بیماری‌های قلبی-عروقی و اختلالات سیستم عصبی، تحت تأثیر تنش‌های اکسیداتیو بروز می‌کنند (باروس^۱، ۲۰۱۰). ترکیبات فنلی تمشک، از

1. Barros

ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورفولوژیک

ضرایب همبستگی ساده بین صفات نشان داد که برخی از آنها همبستگی معنی‌داری در سطح ۱٪ با هم دارند. میزان محتوای فنل کل با میزان فلاونوئید کل همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ نشان داد به عبارتی با افزایش یکی از فاکتورها، فاکتور دیگر هم افزایش پیدا می‌کند که این افزایش در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳). از آنجایی که ترکیبات فلاونوئیدی از نوع ترکیبات فنولیک بوده با افزایش میزان ترکیبات فلاونوئیدی در گیاه منجر به افزایش محتوای فنل کل گیاه می‌شود.

طی تحقیقی، ارزیابی ویژگی‌های رشد و عملکرد برخی از گونه‌های جمع‌آوری شده از سراسر ایران در منطقه باجگاه و مقایسه میانگین نژادگان‌ها و گونه‌ها نشان داد که بین تک‌تک نژادگان‌ها و همچنین گونه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود دارد و گونه *Rubus persicus* در بیشتر صفات اندازه‌گیری شده برتر از سایر گونه‌ها بود. نتایج بررسی همبستگی‌های بین صفات در مطالعه‌ای نشان داده شد که بین تعداد گره با طول شاخه، طول خار شاخه با طول شاخه، تاریخ گلدهی و مواد جامد محلول، نوع خار با طول دمبرگ، فنل کل با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد و بین برخی از صفات دیگر مانند طول خار با ضخامت خار و نوع خار با طول شاخه، تاریخ گل‌دهی، تاریخ میوه‌دهی و اسید آسکوربیک با مواد جامد محلول نیز همبستگی منفی معنی‌دار وجود دارد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۷).

نتیجه‌گیری کلی

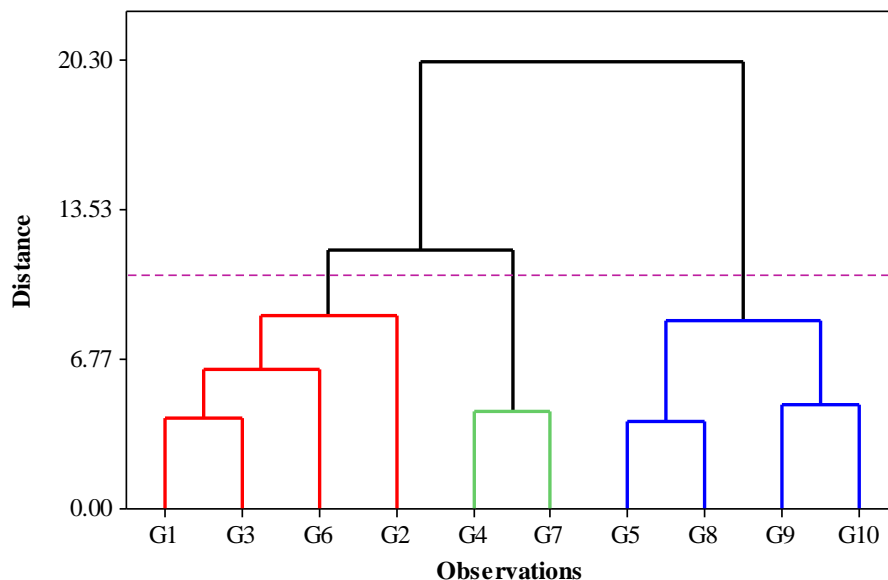
بطور کلی نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که میوه تمشک سیاه دارای محتوای بالایی از ترکیبات پلی‌فنلی بوده و فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی دارد. این نتایج نشان داد که میوه تمشک سیاه دارای منابع غنی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی بوده و می‌تواند در صنایع غذایی و دارویی کاربرد فراوانی داشته باشند. با توجه به اثرات نامطلوب آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی بر سلامت انسان، تحقیقات بیشتر در زمینه استخراج، خالص‌سازی و کاربرد عصاره میوه تمشک سیاه در صنایع غذایی و دارویی پیشنهاد می‌شود. با شناسایی و کاربرد بیشتر ترکیبات بیولوژیک

(دای^۱ و همکاران، ۲۰۰۹). این ترکیبات، حاوی گروه‌های هیدروکسیلی هستند که عامل غیرفعال کردن رادیکال‌های آزاد در گیاهان بشمار می‌آیند. فلاونوئیدها بدلیل داشتن گروه‌های هیدروکسیلی که عامل غیرفعال کردن رادیکال‌های آزاد در گیاهان بشمار می‌روند به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان شناخته شده‌اند این ترکیبات پلی‌فنلی که دارای بالاترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند. پلی‌فنل‌ها در میوه گونه‌های جنس‌های *Rubus* و *Ribes*، *Vaccinium* در شرایط *in vitro* بصورت شیمیایی بر روی رادیکال‌های آزاد سوپراکسید تولیدشده، فعالیت ضدرادیکالی نشان دادند به‌طوری که عصاره‌های خام هر سه جنس، فعالیت بسیار قوی روی رادیکال‌های سوپراکسید داشتند (دک^۲ و همکاران، ۲۰۰۲).

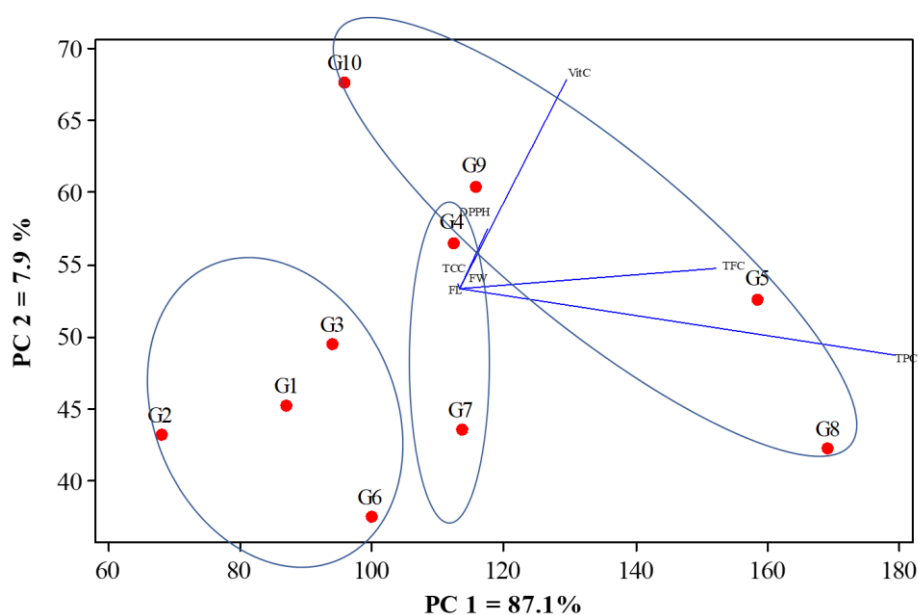
گروه‌بندی نژادگان‌ها با استفاده از کلاستر و بای‌پلات

خوشه‌بندی و گروه‌بندی نژادگان‌های جمع‌آوری شده از ارومیه براساس خصوصیات مورفولوژیکی، فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بترتیب در شکل ۸ و شکل ۹ نشان داده شده است. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بیشترین عمومیت را در بین روش‌های کمومتریک دارد. با توجه به تعداد متغیرهای مورد مطالعه و تنوع مشاهده شده در همه آنها، تجزیه و تحلیل چندمتغیره، به‌منظور طبقه‌بندی کردن نمونه‌ها با توجه به وزن و طول میوه، محتوای فنل کل، فلاونوئید کل، ویتامین C، کارتنوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (روش DPPH) انجام شد. با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۷ متغیر اولیه در قالب دو متغیر جدید (دو مؤلفه اصلی) تعیین شدند که این دو مؤلفه در مجموع ۹۵٪ از تغییرات کل را توجیه نمودند (۸۷/۱٪ برای مؤلفه اول و ۷/۹٪ برای مؤلفه دوم) (شکل ۹).

مؤلفه‌های بدست آمده در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای انجام تجزیه خوشه‌ای و ترسیم دندروگرام استفاده گردید. نتایج حاصل ژنوتیپ‌ها را به سه گروه اصلی تقسیم نمود. G4 و G7 به تنهایی در گروه‌های جداگانه قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های G5، G8، G9 و G10 در یک گروه که بیشترین میزان فنل، فلاونوئید و ویتامین C را داشتند و G1، G2، G3 و G6 هم در یک گروه جداگانه قرار گرفتند. دسته‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف به گروه‌های مختلف در شکل نشان داده است (شکل ۸).



شکل ۸- خوشه‌بندی نژادگان‌های جمع‌آوری شده از ارومیه بر اساس خصوصیات فیزیکی و فیتوشیمیایی میوه



شکل ۹- گروه‌بندی نژادگان‌های جمع‌آوری شده از ارومیه بر اساس دو مولفه اول استخراج شده از تجزیه به مولفه‌های اصلی همراه با خصوصیات فیزیکی و فیتوشیمیایی میوه

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در نژادگان‌های مختلف میوه تمشک سیاه

صفت	FL	FW	TPC	TFC	TCC	VIT C	DPPH
FL	۱						
FW	۰/۵۴	۱					
TPC	-۰/۰۸	-۰/۰۵	۱				
TFC	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۹۳**	۱			
TCC	-۰/۰۶	-۰/۴۳	۰/۶۲	۰/۷۲*	۱		
VIT C	۰/۰۸	-۰/۱۵	-۰/۵۰	۰/۵۹	۰/۷۸**	۱	
DPPH	-۰/۳۶	-۰/۴۲	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۵۳	۰/۳۵	۱

نام کامل صفات شامل FL: طول میوه، FW: وزن تر میوه، TPC: محتوای فنل کل، TFC: محتوای فلاونوئید کل، TCC: محتوای کارتنوئید کل، VIT C: ویتامین C و DPPH: فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. علامت * و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

تمشک سیاه می‌توان برای استفاده بهینه از مقادیر انبوه این گیاه در کشور برنامه‌ریزی کرد.

منابع

- پدرام‌نیا، ا.، الهامی‌راد، ا.، نعمت‌شاهی، م. و نعمت‌شاهی، ن. ۱۳۹۳. بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه تمشک موجود در ایران. همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم مهندسی و پایه، اردبیل.
- جلیلی‌مردی، ر. ۱۳۸۹. میوه‌های ریز. چاپ سوم، جهاد دانشگاهی واحد آذربایجان غربی، ۳۱۴ ص.
- جهانی‌سه‌قلعه، م. ۱۳۸۹. بررسی وضعیت علوم زراعت و اصلاح نباتات کشور طی سال‌های ۸۹-۱۳۸۷. سیزدهمین همایش علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر ایران، کرج، ایران.
- قاسمی، ق.، علیرضالو، ا. و رحمن‌زاده‌ایشکه، س. ۱۳۹۷. ارزیابی و مقایسه خصوصیات فیتوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برخی ریزمیوه‌های دارویی جمع‌آوری شده از منطقه خان‌درسی ارومیه. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۶(۸۶): ۱۵-۲۹.
- گاراژیان، م.، عشقی، س. و قرقایی، ع. ۱۳۹۷. گوناگونی ژنتیکی و قابلیت‌های به‌نژادی نژادگان‌های تمشک جمع‌آوری شده از مناطق مختلف ایران در منطقه باجگاه. رساله دکتری، دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی، شیراز، ایران.
- مظفریان، م. ۱۳۸۶. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران چاپ پنجم، تهران. انتشارات فرهنگ معاصر، ۴۶۶ ص.
- Ballabh, B., Chaurasia, O.P., Ahmed, Z. and Singh, S.B. 2008. Traditional medicinal plants of cold desert Ladakh—used against kidney and urinary disorders. *Journal of Ethnopharmacology*, 118(2): 331-339.
- Barros, L., Carvalho, A.M., Morais, J.S. and Ferreira, I.C. 2010. Strawberry-tree, blackthorn and rose fruits: Detailed characterization in nutrients and phytochemicals with antioxidant properties. *Food Chemistry*, 120(1): 247-254.
- Chandran, R.P., Manju, S., Vysakhi, M.V., Shaji, P.K. and Nair, G.A. 2013. *In vitro* antioxidant potential of methanolic and aqueous extracts of *Ardisia solanacea* Roxb. leaf. *Journal of Pharmacy Research*, 6(5): 555-558.
- Chang, Q., Zuo, Z., Harrison, F. and Chow, M.S.S. 2002. Hawthorn. *The Journal of Clinical Pharmacology*, 42(6): 605-612.
- Chevallier, A. 2016. *Encyclopedia of herbal medicine*. New York: Dorling Kindersley. 335 p.
- Cho, M.J., Howard, L.R., Prior, R.L. and Clark, J.R. 2005. Flavonol glycosides and antioxidant capacity of various blackberry and blueberry genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(13): 2149-2158.
- Cioroi, M. 2006. Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. *Cercetari Agronomice Moldova*, 1(129): 7-23.
- Dai, J., Gupte, A., Gates, L. and Mumper, R.J. 2009. A comprehensive study of anthocyanin-containing extracts from selected blackberry cultivars: Extraction methods, stability, anticancer properties and mechanisms. *Food and chemical toxicology*, 47(4): 837-847.
- Dossett, M.P. and Finn, C.E. 2005. Variation and inheritance of vegetative characteristics and reproductive traits in black raspberry. *Acta Horticulturae*, 777: 147-152.
- Duke. J.A., Bogenschutz-Godwin. M.J., Cellier. J.D. and Duke. P.A.K. 2002. *Medicinal herbs*. CRC Press LLC, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., 2nd edition, 893p.
- Duthie, S.J., Ma, A., Ross, M.A. and Collins, A.R. 1996. Antioxidant supplementation decreases oxidative DNA damage in human lymphocytes. *Cancer research*, 56(6): 1291-1295.
- Ebrahimzadeh. M.A., Hosseinimehr. S.J., Hamidinia. A. and Jafari. M. 2008. Antioxidant and free radical scavenging activity of *Feijoa sallowiana* fruits peel and leaves. *Journal of Pharmacol-Online*, 1: 7-14.
- Edirisinghe, I., Banaszewski, K., Cappozzo, J., McCarthy, D. and Burton-Freeman, B.M. 2011. Effect of black currant anthocyanins on the activation of endothelial nitric oxide synthase (eNOS) in vitro in human endothelial cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(16): 8616-8624.

- Gairola, S., Gupta, V., Singh, B., Maithani, M. and Bansal, P., 2010. Phytochemistry and pharmacological activities of *Pterocarpus marsupium*: a review. *International Research Journal of Pharmacy*, 1(1): 100-4.
- Garazhian, M., Gharaghani, A. and Eshghi, S., 2020. Genetic diversity and inter-relationships of fruit bio-chemicals and antioxidant activity in Iranian wild blackberry species. *Scientific Reports*, 10(1): 18983.
- Ghorbani, E., Bakhshi, D., Hajnajari, H., GH, M. and Taghidoost, P. 2010. Phenolic compounds and antioxidant activity of some native and imported apple cultivars in Karaj region. *Journal of Horticultural Science*, 24(1): 83-90.
- Jaakola, L. and Hohtola, A. 2010. Effect of latitude on flavonoid biosynthesis in plants. *Plant, Cell and Environment*, 33(8): 1239-1247.
- Kasalkheh, R., Jorjani, E., Sabouri, H., Habibi, M. and Sattarian, A. 2019. Leaflet epidermal studies and taxonomic significance of trichomes in the *Rubus* subgenus *Rubus* (Rosaceae) in Iran. *Phytologia Balcanica International Journal of Balkan Flora and Vegetation*, 25(1): 53-61.
- Lee, J., Dossett, M. and Finn, C.E. 2012. *Rubus* fruit phenolic research: The good, the bad, and the confusing. *Food Chemistry*, 130(4): 785-796.
- Lichtenthaler, H.K., 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In *Methods in enzymology* (Vol. 148, pp. 350-382). Academic Press.
- Michalak, A., 2006. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15(4): 523-530.
- Mishra, K.P., Ganju, L., Sairam, M., Banerjee, P.K. and Sawhney, R.C. 2008. A review of high throughput technology for the screening of natural products. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 62(2): 94-98.
- Naczka, M. and Shahidi, F. 2006. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41(5): 1523-1542.
- Nakajima, J.I., Tanaka, I., Seo, S., Yamazaki, M. and Saito, K. 2004. LC/PDA/ESI-MS profiling and radical scavenging activity of anthocyanins in various berries. *BioMed Research International*, 2004(5): 241-247.
- Schulz, M., Seraglio, S.K.T., Della Betta, F., Nehring, P., Valese, A.C., Daguier, H., Gonzaga, L.V., Costa, A.C.O. and Fett, R. 2019. Blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott): Chemical composition, phenolic compounds and antioxidant capacity in two edible stages. *Food Research International*, 122: 627-634.
- Stafne, E.T. and Clark, J.R. 2004. Genetic relatedness among eastern North American blackberry cultivars based on pedigree analysis, *Euphytica*, 139: 95-104.
- Vivekananthan, D.P., Penn, M.S., Sapp, S.K., Hsu, A. and Topol, E.J. 2013. Use of antioxidant vitamins for the prevention of cardiovascular disease: meta-analysis of randomized trials. *The Lancet*, 361(9374): 2017-2003.
- Wang, S.Y. and Lin, H.S. 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(2): 140-146.
- Weber, C.A., Perkins-Veazie, P., Moore, P.P. and Howard, L. 2005. Variability of antioxidant content in raspberry germplasm, *Acta Horticultureae*, 777: 493-498.
- Wiseman, W., Egan, J.M., Slemmer, J.E., Shaughnessy, K.S., Ballem, K., Gottschall-Pass, K.T. and Sweeney, M.I. 2011. Feeding blueberry diets inhibits angiotensin II-converting enzyme (ACE) activity in spontaneously hypertensive stroke-prone rats. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 89(1): 67-71.
- Yang, J., Chiang, Y.C., Hsu, T.W., Kim, S.H., Pak, J.H. and Kim, S.C. 2021. Characterization and comparative analysis among plastome sequences of eight endemic *Rubus* (Rosaceae) species in Taiwan. *Scientific Reports*, 11(1): 1152.