

ارزیابی صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی برخی ژنوتیپ‌های قره‌قات (*Ribes biberistentii* L.) در حوزه آبخیز ایلگنه‌چای جنگل‌های ارسباران

الناز گلچهره^۱، حبیب شیرزاد^۲، سجاد قنبری^{۳*} و بهاره قربانی^۴

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (e.golchehreh@chmail.ir)
- ۲- استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (hshirzad1354@yahoo.com)
- ۳- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز، اهر، ایران. (ghanbarisajad@gmail.com)
- ۴- دانش آموخته دکتری، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (ghorbani.bahareh@ymail.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۴

چکیده

میوه قره‌قات از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردار است و کشور ایران یکی از مهم‌ترین مراکز تنوع این میوه محسوب می‌شود. از این رو در پژوهشی پتانسیل این گیاه دارویی ارزشمند در کارهای اصلاحی، تنوع مورفولوژیکی، فیتوشیمیایی و ژنتیکی در منطقه ارسباران مورد بررسی قرار گرفت. مشخصه‌های اندازه‌گیری شده شامل ویژگی‌های مورفولوژیکی میوه شامل طول، وزن میوه و ویژگی‌های فیتوشیمیایی میوه همچون مواد جامد محلول، فنل کل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل، ویتامین ث، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی براساس روش (DPPH) و فعالیت آنزیم پراکسیداز بود. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده به ۴ گروه اصلی تقسیم شدند. در گروه نخست، ۹ ژنوتیپ (R1; 18; 6; 9; 15; 7; 8; 13; 12) حضور داشتند، ژنوتیپ‌های این گروه در صفات وزن، طول میوه و مواد جامد محلول شباهت‌های بسیاری را دارا بودند. در گروه دوم، ۳ ژنوتیپ (R10; 3; 2) حضور داشتند که در صفاتی چون پراکسیداز و آنتی‌اکسیدان شباهت زیادی با هم داشتند. در گروه سوم، ۴ ژنوتیپ (R14; 4; 17; 16) حضور داشتند، ژنوتیپ‌های این گروه در صفات فنل و آنتوسیانین شبیه بوده‌اند. در گروه چهارم، ۳ ژنوتیپ (R5; 11; 19) قرار دارند که در صفاتی چون مواد جامد محلول و آنتی‌اکسیدان شباهت زیادی دارند، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای نتایج حاصل را تایید می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات فنلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئید کل، قره‌قات.

مقدمه

و ۹۷ تیره تعلق دارند. در حال حاضر در نقاط مختلف ارسباران میوه گونه‌هایی مانند زغال‌اخته، گردو، انار، آلوچه، فندق و غیره برای اهداف مختلف خوراکی و دارویی برداشت می‌شود (Ghanbari et al., 2015). در این منطقه گونه با ارزش دیگری به نام قره‌قات وجود دارد که در مناطق خاصی از جنگل‌های ارسباران پراکنش دارد و به دلیل ارزش تغذیه‌ای و آنتی‌اکسیدانی، میوه این گونه برداشت می‌شود. استفاده و بهره‌برداری از گونه‌ها اغلب به تخلیه ژنتیکی آن‌ها منجر شده و روند کاهشی سریع جمعیتی را موجب خواهد شد (Sher and Al-yemeni, 2011).

ارزیابی تنوع متابولسمی گیاهان و جمع‌آوری صفات مطلوب بین ژنوتیپ‌ها، از اهداف اصلاحی مهم در گیاهان است و می‌تواند به اصلاح‌کنندگان در بهره‌گیری از این صفات در برنامه‌های اصلاحی کمک زیادی کند. ارزیابی این تنوع ژنتیکی و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر از نظر خصوصیات کمی و کیفی می‌تواند گام بسیار مهمی در راستای حفظ ژرم‌پلاسم قره‌قات و استفاده از آن‌ها در برنامه اصلاحی تکمیلی باشد. در این راستا پژوهش‌های متعددی در نقاط مختلف بر روی گستره‌ای از ریزمیوه‌ها مثل قره‌قات انجام شده است. محققان با بررسی ۴۷ ژنوتیپ زرشک بومی ایران دریافتند وجود تنوع بالا می‌تواند ناشی از خصوصیات مورفولوژیکی همچون شکل میوه، اندازه میوه و رنگ میوه باشد (Rezaei et al., 2011). در بررسی پژوهشگران دیده شد که گونه قره‌قات دارای تنوع بالا و جمعیت‌های کلونی است. پژوهش‌ها نشان داد قره‌قات دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا بوده و از این ویژگی برای ضدالتهابی و ضد مضرات باکتریایی می‌توان بهره برد (Manganaris et al., 2013). البته در بررسی‌های دیگری به تفاوت‌های ژنتیکی در بین پایه‌های مختلف از گونه‌های متفاوت

قره‌قات با نام علمی *Ribes biberistentii* در سطح جهان در مناطقی از ارمنستان، قفقاز، آذربایجان و ترکیه انتشار دارد. گونه‌های جنس *Ribes* بیشتر چندساله هستند و قطر میوه شش تا ۱۰ میلی‌متر و لکه‌دار با پوست شفاف است (Ghanbari, 2021). ترکیبات میوه قره‌قات بستگی به نوع رقم، روش‌های کشت و شرایط محیطی دارد (Karjalainen et al., 2009). قره‌قات دارای دو گونه سیاه و قرمز بوده که در جهان شناخته شده‌اند. ارقام قره‌قات به‌طور تقریبی به چند گروه تقسیم می‌شوند: سیاه، قرمز، انگور فرنگی و انگور ترش. جنس *Ribes* شامل بیش از ۱۵۰ گونه است که بیشتر بومی شمال اروپا، آسیا، آمریکای شمالی و پاتاگونیا هستند و ارتفاع بوته قره‌قات بین یک تا دو متر متغیر است (Ghanbari, 2021). دارای برگ‌های قلبی شکل با پنج لوب استاندارد است (Emad et al., 2012). یکی از مهم‌ترین گونه‌های میوه‌ریز با کاربرد دارویی در ارسباران، گونه قره‌قات است که باید اطلاعات مدونی از این گونه یا گونه‌های با وضعیت مشابه جمع‌آوری شود. میوه‌های ریز همانند دیگر گونه‌های درختان میوه، تنوع زیادی داشته و دارای نیازهای اقلیمی متفاوت هستند. معمولاً میوه‌های ریز به‌صورت درختچه و یا بوته بوده و دارای میوه سته و یا میوه مجتمع هستند. عامل محدودکننده پرورش میوه‌های ریز مانند دیگر درختان میوه، ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی است (Jalili, 2010). ارسباران که در ارتفاعات رشته کوه قره‌داغ در شرایط اکولوژیکی خاص به‌وجود آمده، سبب تشکیل جوامع متنوع حیاتی، ترکیب گونه‌ای و فلور به‌نسبت غنی شده است، به‌طوری که طبق بررسی‌های انجام‌شده، تاکنون بیش از ۱۳۴۴ گونه گیاهی در منطقه شناسایی شده است که به ۴۹۳ جنس

پرداخته شد (Rostami et al., 2019; Mohammadi) (Alaghoz et al., 2021; Khazaei poul et al., 2021). با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های مختلف قره‌قات (*Ribes biberistentii*) منطقه ارسباران، تاکنون در یک پژوهش جامع بررسی نشده است، این پژوهش برای ارزیابی تنوع فیتوشیمیایی و مورفولوژیکی در بین ژنوتیپ‌های مختلف قره‌قات در منطقه ارسباران برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی و توسعه کشت و کار و اهلی‌سازی این میوه جنگلی انجام شد. اینکه آیا تفاوتی بین ژنوتیپ‌های مختلف از نظر ویژگی‌های فیتوشیمیایی و مورفولوژیکی وجود دارد. آیا مقدار تفاوت در بین خصوصیات مختلف، معنی‌دار است؟

مواد روش‌ها

انتخاب منطقه مورد بررسی براساس فلور ایرانیکا و دیگر گزارشات ارائه شده در زمینه قره‌قات در منطقه ارسباران انجام شد. ابتدا موقعیت مکانی نقطه شروع نمونه‌گیری با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) در سیستم مختصات UTM قرائت و ثبت شد (Ghanbari et al., 2020). گونه قره‌قات (*Ribes biberistentii*) در مساحت تقریبی ۱۰۰ هکتار در محدوده پراکنش طبیعی این گونه انتخاب شد و از آن ۱۹ ژنوتیپ مورد بررسی قرار گرفت و از هر ژنوتیپ، سه نمونه برای انجام آنالیزهای فیزیکوشیمیایی انتخاب شدند. این پایه‌ها، همگی متعلق به یک منطقه بوده و از نقاط مختلف یک منطقه به‌صورت تصادفی جمع‌آوری شدند. علت انتخاب ۱۹ ژنوتیپ به این دلیل بود که محدوده پراکنش این گونه منحصر به دره‌ها هست و در دره‌هایی که این گونه پراکنش داشت، تقریباً به فواصل ۵۰ متر از همدیگر نمونه‌ها جمع‌آوری شدند. در هر ۵۰ متر، یک ژنوتیپ انتخاب شد و در ژنوتیپ، پایه وسط، سمت راست و چپ انتخاب و نمونه-

برداری شدند. مشخصات جغرافیایی ژنوتیپ‌های مورد بررسی با استفاده از دستگاه GPS ثبت شدند. برای اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیکی، نمونه‌های میوه قره‌قات در تابستان ۱۳۹۷ از منطقه ارسباران به‌صورت تصادفی جمع‌آوری شدند و سپس به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انتقال داده شدند و در هر ژنوتیپ ویژگی‌های مورفولوژیکی میوه شامل طول، وزن میوه و ویژگی‌های فیتوشیمیایی میوه شامل مواد جامد محلول، فنل کل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل، ویتامین‌ث، ظرفیت‌آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم پراکسیداز مورد ارزیابی قرار گرفتند.

صفات اندازه‌گیری شده

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی طول و وزن میوه: در این بررسی، صفت‌های مورفولوژیکی میوه مورد بررسی قرار گرفت. طول میوه با خط‌کش و وزن گوشت میوه توسط ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. در ادامه ۱۰ میوه که به‌صورت کاملاً تصادفی از هر ژنوتیپ انتخاب شدند، اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری مقدار مواد جامد محلول: برای این منظور، چند قطره از عصاره حبه‌های میوه قره‌قات در دمای اتاق روی رفراکتومتر دستی مدل ATAGO ساخت کشور ژاپن قرار گرفت و عدد مربوطه از روی ستون مدرج قرائت شد (Jalili Marandi, 2004).

اندازه‌گیری محتوای فنل: برای ارزیابی فنل طبق روش Slinkard et al. (1997) با کمی تغییر عمل شد که ابتدا ۳۰ میکرولیتر عصاره تهیه شده را به داخل ویال ریخته و بعد ۹۰ میکرولیتر آب، ۶۰۰ میکرولیتر فولین ۱۰ درصد اضافه کرده و بعد از ۱۰ دقیقه ۴۸۰ میکرولیتر دیگر کربنات سدیم به آن اضافه شده و حجم نهایی به ۱۲۰۰ میکرولیتر رسید. ویال‌ها را ۱/۵ الی دو ساعت به محل تاریکی انتقال داده و بعد از این

مدت جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد (Slinkard and Singleton, 1977).

اندازه‌گیری فلاونوئیدکل: برای ارزیابی فلاونوئیدکل ابتدا ۵۰۰ میکرولیتر عصاره تهیه‌شده را با ۱۵۰ میکرولیتر نیتريت سدیم پنج درصد مخلوط کرده و بعد از پنج دقیقه ۳۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیم ۱۰ درصد اضافه شده و بعد از پنج دقیقه یک میلی‌لیتر سود یک مولار اضافه شده و در نهایت حجم نهایی را به پنج سی سی رسانده و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت شد (Shin et al., 2003).

اندازه‌گیری محتوی آنتوسیانین کل: آنتوسیانین با استفاده از روش (DPPH)، بر اساس اختلاف pH بعد از ۳۰ دقیقه نگهداری در تاریکی در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. نتایج براساس سیانیدین ۳ گلوگزاید در میلی‌گرم در لیتر وزن‌تر بیان شد (Giusti and Wrolstad, 2001).

اندازه‌گیری اسید آسکوربیک: برای اندازه‌گیری اسید آسکوربیک، ۱/۲۶۹ گرم ید را با ۱۶/۶ گرم یدید پتاسیم در آب مقطر مخلوط کرده و حجم آن به یک لیتر رسانده شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر از مخلوط فوق به یک ظرف دیگر منتقل و با محلول اسید آسکوربیک خالص تیترا شد. برای محاسبه عامل مخلوط ید از رابطه ۱ استفاده شد (Burdurlu et al., 2006).

$$F = \frac{A}{B \times N \times 88.1} \quad \text{رابطه (۱)}$$

F: عامل مخلوط ید، A: مقدار اسید آسکوربیک خالص (میلی‌گرم)، B: مقدار مخلوط ید مصرف شده (میلی‌گرم) و N: نرمالیت مخلوط ید.

بعد از تعیین عامل ید، ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه را در یک ظرف ریخته و به آن دو میلی‌لیتر نشاسته یک درصد اضافه شد. سرانجام با استفاده از

رابطه ۲ مقدار اسید آسکوربیک در عصاره میوه محاسبه شد:

$$A = \frac{S \times N \times F \times 88.1}{10} \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

A: مقدار اسید اسکوربیک در عصاره میوه (میلی-گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) و S: مقدار محلول ید مصرف شده (میلی‌لیتر).

مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدان عصاره میوه (DPPH): در ارزیابی آنتی‌اکسیدان کل، ابتدا ۵۰ میکرولیتر عصاره آماده شده با ۹۵۰ میکرولیتر DPPH مخلوط و بعد از ۳۰ دقیقه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت و در رابطه ۳ جاگذاری شد:

$$\%DPPH = \frac{(Abs\ control)_{t=30\ min} - (Abs\ sample)_{t=30\ min}}{(Abs\ control)_{t=30\ min}} * 100$$

Abs sample مقدار جذب DPPH در حضور نمونه و Abs control جذب DPPH بدون عصاره است (Navarro et al., 2006).

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز: عصاره پروتئینی آماده شده، برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز در طول موج ۴۲۵ نانومتر قرائت شد (Nakano and Asada, 1981).

تجزیه تحلیل داده‌ها

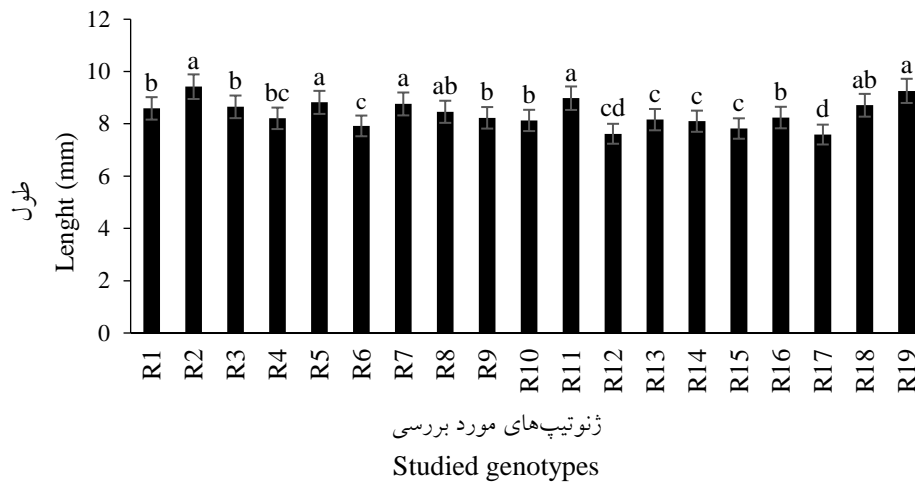
این پژوهش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۱۹ ژنوتیپ در سه تکرار انجام شد. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین به وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن و تجزیه خوشه‌ای با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی به روش ward با نرم‌افزار Minitab (Ver: 16) انجام شد.

نتایج

صفات مورفولوژیکی طول و وزن میوه

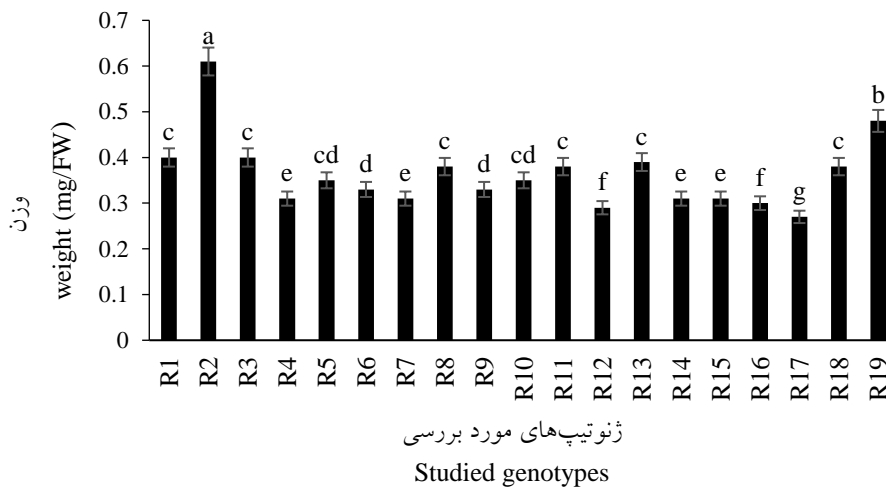
نتایج نشان داد وزن میوه در محدوده بین ۰/۲۷ تا ۰/۶۱ میلی‌گرم و طول میوه‌ها بین ۹/۷۷ تا ۷/۵۲ میلی-

متر قرار داشت. در این پژوهش مشخص شد که میوه - قطر و وزن میوه نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها به‌طور معنی - های مربوط به ژنوتیپ R2، R11 و R19 از نظر طول، داری بالاتر بودند (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱- مقایسه میانگین طول میوه قره‌قات بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Figure 1. Compare means of the length of reddish black berry fruit between the studied genotypes



شکل ۲- مقایسه میانگین وزن میوه قره‌قات بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی

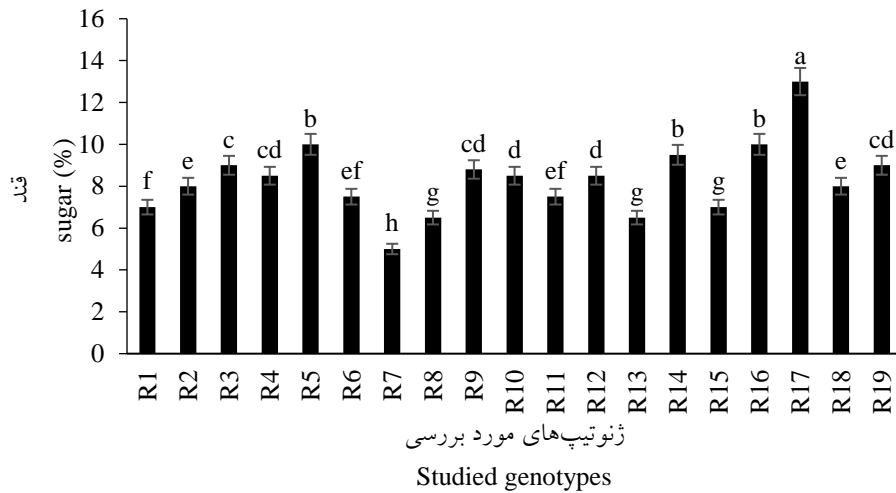
Figure 2. Compare means of the weight of reddish black berry fruit between the studied genotypes

محتوای فنل کل

نتایج نشان داد فنل میوه در محدوده بین ۶/۲۲ تا ۳۹/۵۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود و ژنوتیپ R19 بیشترین و ژنوتیپ R12 کمترین مقدار فنل را نشان دادند (شکل ۴).

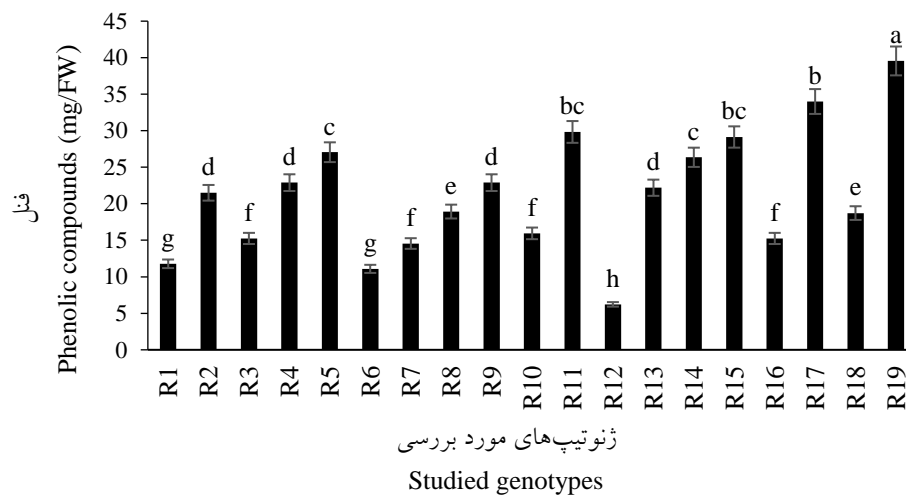
مقدار مواد جامد محلول

نتایج مقایسه میانگین نشان داد قند میوه در محدوده بین پنج تا ۱۳ درصد بوده است. بیشترین مقدار در ژنوتیپ R17 به مقدار ۱۳ درصد و کمترین آن در ژنوتیپ R7 به مقدار ۵ درصد بوده است (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین مقدار مواد جامد محلول میوه قره‌قات بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Figure 3. Compare means of the soluble solids of reddish black berry fruit between the studied genotypes



شکل ۴- مقایسه میانگین مقدار فنل میوه قره‌قات بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی

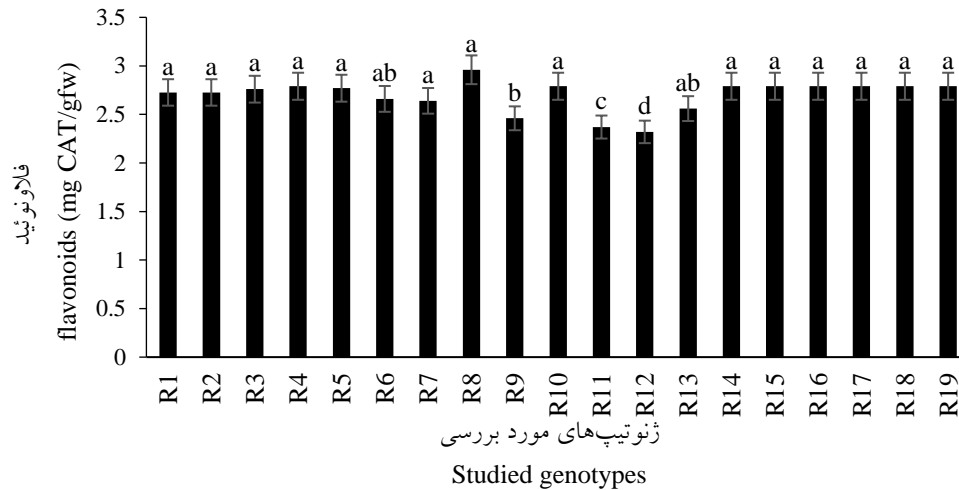
Figure 4- Compare means of the Phenolic compounds of reddish black berry fruit between the studied genotypes

محتوی آنتوسیانین کل

آنتوسیانین میوه در محدوده بین ۲/۴ تا ۶/۷۵ میلی-گرم بر لیتر بود. بیشترین و کمترین مقدار آنتوسیانین به ترتیب در ژنوتیپ R2 و R14 مشاهده شد (شکل ۶).

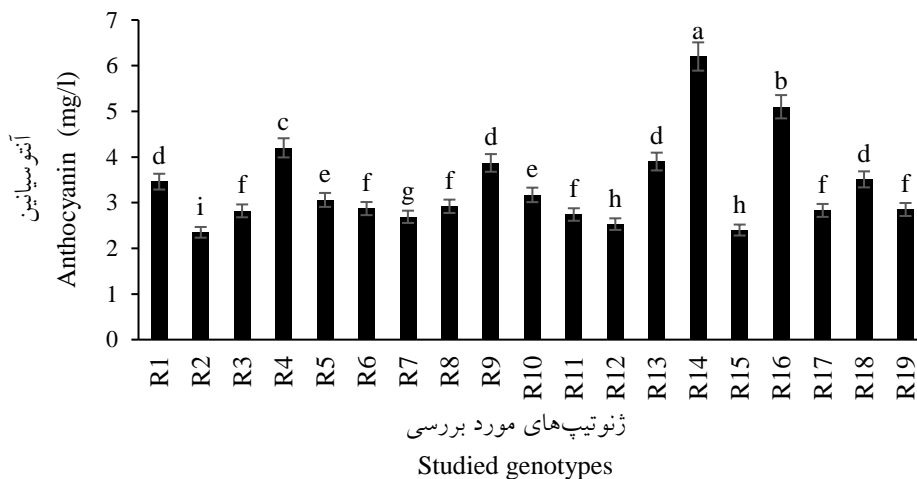
فلاونوئید کل

نتایج مقایسه میانگین نشان داد فلاونوئید میوه در محدوده بین ۲/۴ تا ۳/۱ میلی-گرم بر گرم وزن تر مشاهده شد و مقدار تغییرات در کلیه ژنوتیپ نمونه-برداری به‌طور نسبی و یکنواخت و در سطح بالایی بوده است (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین مقدار فلاونوئید میوه قره‌قات بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Figure 5. Compare means of the flavonoids of reddish black berry fruit between the studied genotypes

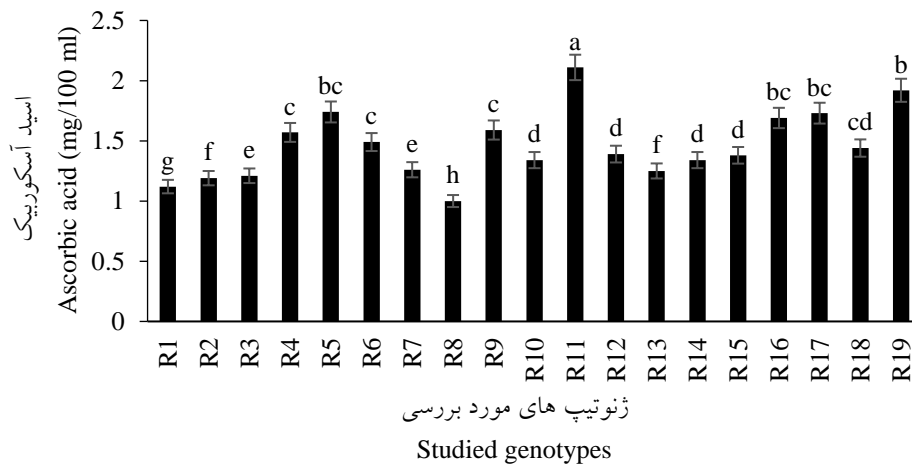


شکل ۶- مقایسه میانگین مقدار آنتوسیانین میوه قره‌قات بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی

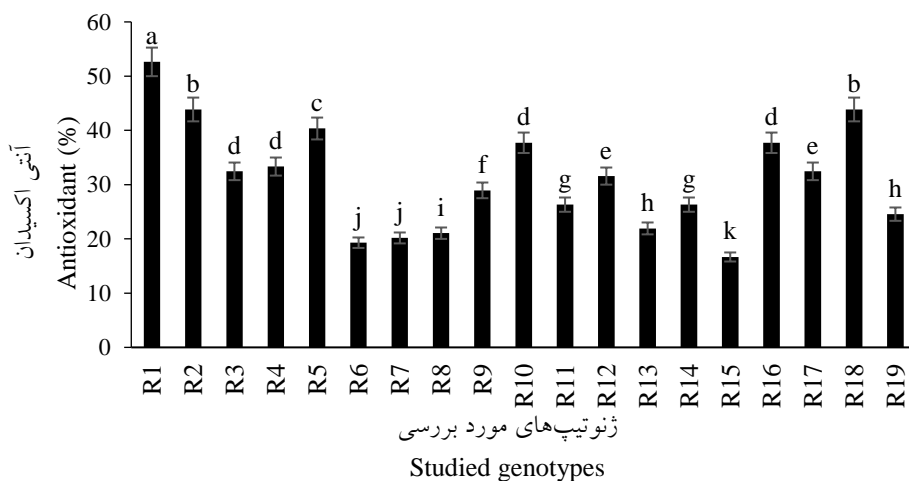
Figure 6. Compare means of the Anthocyanin of reddish black berry fruit between the studied genotypes

مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدان عصاره میوه (DPPH) نتایج مقایسه میانگین نشان داد مقدار آنتی‌اکسیدان میوه در محدوده بین ۱۶/۶۷ تا ۵۲/۶۳ مشاهده شد و ژنوتیپ R1 بیشترین آنتی‌اکسیدان و ژنوتیپ R15 کمترین مقدار آنتی‌اکسیدان را دارا بودند (شکل ۸).

محتوای اسید آسکوربیک (ویتامین ث) نتایج مقایسه میانگین نشان داد مقدار اسید آسکوربیک میوه در محدوده بین یک تا ۲/۱۱ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر بوده است و ژنوتیپ R11 بیشترین و ژنوتیپ R8 کمترین مقدار اسید آسکوربیک را نشان دادند (شکل ۷).



شکل ۷- مقایسه میانگین مقدار اسید آسکوربیک (ویتامین ث) میوه قره‌قات بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی
 Figure 7. Compare means of the Ascorbic acid (Vitamin C) of reddish black berry fruit between the studied genotypes



شکل ۸- مقایسه میانگین مقدار آنتی‌اکسیدان میوه قره‌قات بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی
 Figure 8. Compare means of the DPPH of reddish black berry fruit between the studied genotypes

ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده به سه گروه اصلی تقسیم شدند. در گروه نخست، ۹ ژنوتیپ (R1; 18; 6; 9; 12; 13; 7; 8; 15) حضور داشتند، ژنوتیپ‌های این گروه در صفات وزن، طول میوه و مواد جامد محلول شباهت‌های بسیاری را دارا بودند. در گروه دوم، ۳ ژنوتیپ (R 10; 3; 2) حضور داشتند که در صفاتی چون پراکسیداز و آنتی‌اکسیدان شباهت زیادی با هم داشته‌اند. در گروه سوم، ۴ ژنوتیپ (R14; 4; 17; 16) حضور داشتند، ژنوتیپ‌های این گروه در صفات فنل و

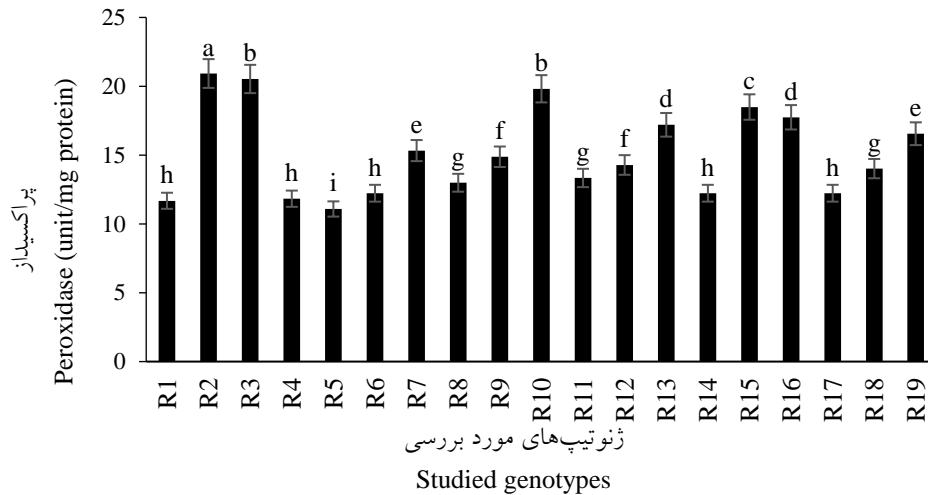
مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز میوه در محدوده بین ۱۱/۰۸ تا ۲۰/۹۳ بوده و بیشترین مقدار فعالیت آنزیم به ژنوتیپ R2 و کمترین مقدار فعالیت آنزیم به ژنوتیپ R5 تعلق داشت (شکل ۹).

خوشه‌بندی ژنوتیپ‌ها

برای دسته‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف از نظر صفات فیتوشیمیایی میوه قره‌قات از روش Ward و مربع فاصله اقلیدسی استفاده شد که مطابق (شکل ۱۰)

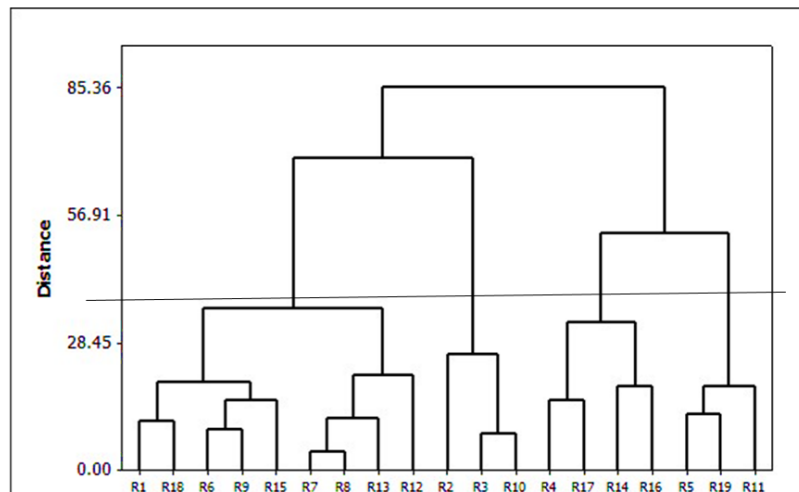
تجزیه خوشه‌ای نشان می‌دهد که الگوی گروه‌بندی با الگوی جغرافیایی پراکنش ژنوتیپ‌ها در توافق نیست، به طوری که ژنوتیپ‌ها با منشأ مختلف در یک گروه قرار گرفتند.

آنتوسیانین شبیه بودند. در گروه چهارم، ۳ ژنوتیپ (R5; 11; 19) قرار دارند، که در صفاتی چون مواد جامد محلول و آنتی‌اکسیدان شباهت زیادی دارند، تجزیه خوشه‌ای نتایج حاصل را تأیید می‌کنند. نتایج



شکل ۹- مقایسه میانگین مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز میوه قره‌قات بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Figure 9. Compare means of the Peroxidase activity of reddish black berry fruit between the studied genotypes



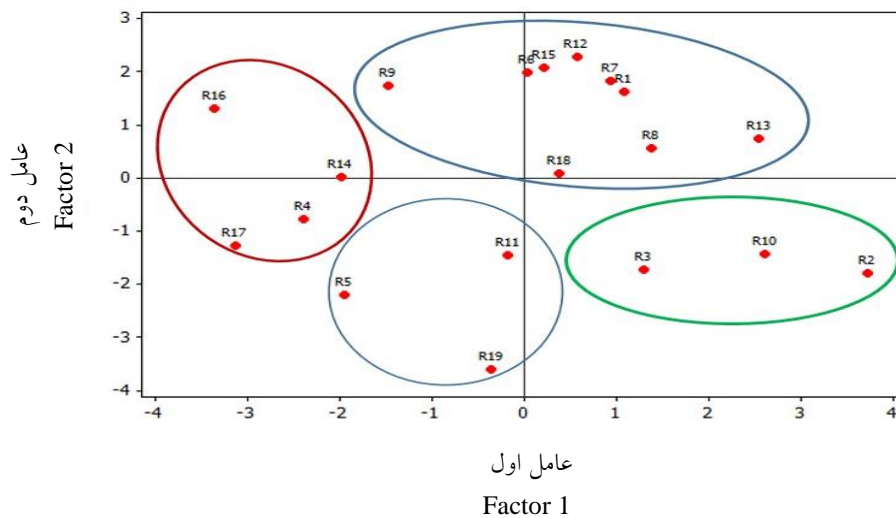
شکل ۱۰- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ۱۹ ژنوتیپ میوه قره‌قات منطقه آرسباران بر اساس صفات مورد بررسی

Figure 10. Dendrogram of cluster analysis for 19 reddish black berry fruit genotypes of Arasbaran region based on the studied traits

کار برده می‌شود. ژنوتیپ‌هایی که در یک محدوده نزدیک به هم قرار دارند، در عامل‌های اول (۴۰ درصد) از نظر صفات وزن، طول میوه و مواد جامد محلول شباهت‌های بسیاری را دارا بودند و عامل دوم

تجزیه به عامل‌ها در این پژوهش تجزیه بای‌پلات با استفاده از دو عامل اصلی اول و دوم انجام شد (شکل ۱۱). این روش برای نمایش و ترسیم دو بعدی پراکنش ژنوتیپ‌ها به-

(۶۰ درصد) از نظر صفات آنتی اکسیدانی و ترکیبات فنلی همانندی بیشتری نشان داده و در یک گروه قرار می‌گیرند.



شکل ۱۱- دندروگرام حاصل از تجزیه عاملی برای ۱۹ ژنوتیپ میوه قره‌قات منطقه ارسباران بر اساس صفات مورد بررسی
Figure 10. Dendrogram of PCA for 19 reddish black berry fruit genotypes of Arasbaran region based on the studied traits

مطلوب برای اهداف اصلاحی استفاده نمود. نتایج این پژوهش نشان داد که قند میوه در محدوده بین پنج تا ۱۳ درصد بود (شکل ۳). طعم و مزه در نتیجه حضور قندها و اسیدهای آلی در میوه می‌باشد، از آنجایی که بیشتر اسیدهای آلی متابولیت‌های ثانویه‌ای هستند که در نتیجه چرخه اسید سیتریک به وجود آمده و در طی تنفس مصرف می‌شوند (Shojaie et al., 2016). تحقیقات نشان داد میوه‌های قره‌قات در بالایی از قند را دارا هستند. این مقدار مواد جامد کل در پژوهش‌های دیگر در محدوده بین ۲/۵ تا ۱۴ گزارش شده است (Sedaghat Hoor et al., 2004). همچنین دیده شده بین ژنوتیپ‌های مختلف، مقدار مواد جامد محلول متفاوت است. به طور مثال در ۱۲ رقم انار ایرانی تغییراتی بین ۱۵ تا ۲۲ درجه بریکس بوده است (Borochoy-Neori et al., 2009). مقدار ترکیب‌های کربوهیدراتی می‌تواند بسته به بنیاد ژنوتیپ‌ها، ویژگی-

بحث

وزن میوه در محدوده بین ۰/۲۷ تا ۰/۶۱ میلی‌گرم و طول میوه‌ها بین ۹/۷۷ تا ۷/۵۲ میلی‌متر قرار داشت (شکل ۱ و ۲). پژوهش‌ها نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های مختلف میوه قره‌قات، بین تعداد طوقه در بوته و عملکرد ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد به نحوی که هرچه تعداد طوقه‌های دارای میوه بیشتر، عملکرد بوته بالاتر بود (Aneta et al., 2013). همچنین تحقیقات نشان داد ژنوتیپ‌های متعدد قره-قات می‌توانند در برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی تفاوت‌های زیادی داشته باشند که تغییرات مشاهده شده می‌تواند ناشی از شرایط محیطی متفاوت مناطق مختلف مورد بررسی باشد. این امر امکان بهره‌وری از صفات برتر آن ژنوتیپ را فراهم می‌آورد. ابعاد و وزن میوه در پژوهش‌های اصلاحی مهم هستند و از ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل بالا می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ

پژوهش‌ها در ژنوتیپ‌های مختلف زرشک نشان داد عوامل محیطی و اقلیمی بر متابولیت‌های ثانویه همچون فلاونوئید در ژنوتیپ‌های مختلف مؤثر بوده و بالاترین مقدار فلاونوئید مربوط به اندام برگ است (Rezende et al., 2015).

ترکیبات میوه قره‌قات بسته به نوع رقم، روش‌های کشت و شرایط محیطی تفاوت بسیار دارد (Anttonen and Karjalainen, 2006). آنتوسیانین میوه در محدوده بین ۲/۴ تا ۶/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر بوده است (شکل ۶). آنتوسیانین‌ها جزء اصلی ترکیبات فنلی بوده و محلول در آب هستند و این ترکیبات در واکوئل‌ها تجمع می‌یابند (Reque et al., 2014). ترکیبات آنتوسیانینی و رنگدانه‌ها دارای خاصیت آنتی-اکسیدانی بوده و قادرند از سلول‌ها محافظت کنند (Kuo et al., 2004). تحقیقات نشان داد آنتوسیانین‌ها گروه اصلی فنولیک هستند و جزء اصلی فنلی قره‌قات هستند (Raudsepp et al., 2010). همچنین تحقیقات بیانگر آن است که میوه قره‌قات غنی از ترکیبات آنتوسیانینی است، این ترکیبات قادرند به‌عنوان زیست فعال عمل نموده و خاصیت آنتی‌اکسیدانی اعمال کنند (Braga et al., 2018). نتایج فوق، نتایج حاصل از پژوهش ما را تایید می‌کنند. مقدار اسید اسکوربیک میوه قره‌قات مورد بررسی در محدوده بین ۱ تا ۲/۱۱ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر مشاهده شد (شکل ۷). اسید اسکوربیک مثل آنتی‌اکسیدان‌های غیرآزیمی است که در شرایط تنش در سلول‌های زنده سنتز می‌شود. افزایش در مقدار اسید اسکوربیک به‌عنوان یک آنتی-اکسیدان غیرآزیمی در میوه‌ها، فرآیندی طبیعی است و نتایج حاصل از این پژوهش را تایید می‌کند (Feyzi et al., 2015). (Nilprapruck et al., 2008). نشان دادند که رقم و شرایط اقلیمی روی عواملی همچون میزان ویتامین ث، اسیدیتیه و کربوهیدرات

های اکولوژیکی و اقلیمی در هر منطقه متفاوت باشد این امر در پژوهش ما نیز دیده شده است. فنل میوه در محدوده بین ۶/۲۲ تا ۳۹/۵۶ میلی‌گرم بود و ژنوتیپ R19 بیشترین و ژنوتیپ R12 کمترین مقدار فنل را نشان دادند (شکل ۴). ترکیب‌های فنلی به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی مثل ترکیبات مهم گیاهان محسوب می‌شوند که نقش مهمی در حذف رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از تبدیل هیدروپراکسیدها به رادیکال‌های آزاد را دارند (Jimoh et al., 2008). یکی از روش‌های ارزیابی اثرهای آنتی‌اکسیدانی گیاهان، استفاده از رادیکال‌های آزاد است و با حذف این رادیکال می‌توان به روشی آسان، سریع و دقیق توانایی آنتی‌اکسیدانی را ارزیابی کرد (Yu et al., 2002). با بررسی ژنوتیپ‌های مختلف قره‌قات گزارش شد مقدار ترکیب‌های فنلی متغیر بوده و در دامنه بین ۳/۲ تا ۴۵ میلی‌گرم متغیر بوده است (Sun and Xu, 2019). مقدار ترکیب‌های فنلی در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت است این امر در پژوهش ما نیز دیده شده است. فلاونوئید میوه در محدوده بین ۲/۴ تا ۳/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مشاهده شد (شکل ۵). فلاونوئیدها بخاطر خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ساختار ویژه خود نقش به‌سزایی در مقاومت به انواع تنش در گیاهان ایفا می‌کنند (He and Giusti, 2010). محتویات فلاونوئید در ۳۲ ژنوتیپ سیاه و سفید گونه‌ی انگور قرمز (*Vitis vinifera* L.) مورد بررسی قرار گرفت محتویات کل بین ۹/۶ تا ۲۱/۶ میلی‌متر متغیر بود (Figueiredo et al., 2012). فلاونوئید یکی از عوامل مهم آنتی‌اکسیدانی در عصاره‌های گیاهی محسوب می‌شود. فلاونوئیدها ترکیبات ارزشمندی هستند که در صنعت پزشکی و دارویی پرکاربردند. تحقیقات نشان داده است که این ترکیبات فلاونوئیدی در میوه قره‌قات به مقدار بالایی تجمع یافته‌اند (Lyashenko et al., 2019). همچنین

آنزیمی همچون پراکسیداز و کاتالاز را بالا ببرند (Neri-Numa et al., 2018).

برای هر صفت یا مشخصه اندازه‌گیری شده بین ژنوتیپ‌ها، تفاوت‌های معنی‌داری وجود داشت. مثلاً برای کربوهیدرات یا همان قند میوه در محدوده بین ۵ تا ۱۳ درصد بود. تغییرات بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده شده در بین ترکیبات مختلف از قبیل آنتوسیانین، فنل، فلاونوئید و غیره می‌تواند به خاطر شرایط محیطی متفاوت و ژنوتیپ‌ها و ارقام متفاوت باشد. از نتایج این بررسی می‌توان برای انتخاب درختان قره‌قات برتر برای کشت‌های تجاری بهره برد. منابع ژرم‌پلاسم یک منابع ذاتی از مواد خام ژنتیکی برای پیشرفت ارقام کشت شده فراهم می‌کند. زیرا این منابع ژنتیکی حاوی ژن‌های مرتبط با سازگاری و توانایی تولید زیاد می‌باشد. بنابراین حفظ و نگهداری منابع ژنتیکی، اهمیت بزرگ‌تری برای تولید غذایی معتبر و با ارزش و مورد نیاز نسل‌های آینده می‌باشد. ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های مختلف قره‌قات مثل اقدامات مهم و ارزشمند برای ارزیابی پتانسیل ژنتیکی، حفظ و مدیریت ذخایر ژنتیکی این گیاه در کشور است. در مورد میوه این گونه، مهم‌ترین تمایزدهنده ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آنزیمی همچون پراکسیداز و کاتالاز و غیر آنزیمی همچون فنل و آنتوسانین است. شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و استفاده از آنها در برنامه‌های اصلاحی امکان معرفی ارقام مناسب را فراهم می‌کند. گونه مورد بررسی نشان داد قدرت برابری در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل نسبت به گونه خوراکی دارد و می‌توان با دستکاری‌های ژنتیکی و اصلاحی، بازارپسندی را برای مصرف خوراکی بالا برد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تنوع زیستی گسترده‌ای در میان ژنوتیپ‌های قره‌قات در منطقه ارسباران وجود دارد.

جامد محلول تأثیر معنی‌داری دارند. همچنین عنوان شده است که گونه *Ribes himalense* قره‌قات نسبت به زغال‌اخته مقدار اسید اسکوریک بالاتری دارد، ویتامین ث دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا است و در تنش محیطی نیز نقش آفرینی می‌کند. مقدار آنتی-اکسیدان میوه در محدوده بین ۱۶/۶۷ تا ۵۲/۶۳ مشاهده شد (شکل ۸). تحقیقات نشان داد ژنوتیپ‌های گونه *Ribes nigrum* L. دارای سطح بالایی از مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی است این ترکیبات در برای حفظ گیاه از تنش‌های محیطی و بقا نقش ایفا می‌کنند (Ieri et al., 2015). همچنین در بررسی‌های دیگر نشان داده شد که ژنوتیپ‌های Z16 زرشک گونه (B. *integririma*) مقدار ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بین ۱۴ تا ۲۳ درصد متغیر بود (Gholizadeh-Moghadam et al., 2019). عوامل زیادی از قبیل ژنوتیپ، شرایط آب و هوایی، منطقه جغرافیایی، عملیات پس از برداشت، بلوغ میوه و مرحله برداشت میوه تأثیر به‌سزایی بر مقدار ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه دارند (Yilmaz et al., 2009). مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز میوه در محدوده بین ۱۱/۰۸ تا ۲۰/۹۳ بوده است (شکل ۹). پراکسیدازها در تمام پیکره گیاهان حضور دارند و نقش مهمی در سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی ایفا می‌کنند. پراکسیدازها قادر به تجزیه پراکسید هیدروژن به ترکیبات ساده هستند. گزارش شد که گونه *Ribes nigrum* L. قره‌قات سرشار از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آنزیمی است (Nour et al., 2014). همچنین این ترکیبات در مراحل متابولیسم سلول مانند کاتابولیزم اکسین، سنتز لیگنین و سوبرین نقش دارند (Zorzi et al., 2020). گونه *Ribes grossularia* قره‌قات دارای مقدار فعالیت بالا آنتی‌اکسیدانی بوده و بررسی‌ها نشان داد سطح بالایی اسید آمینه را دارد که این ترکیبات قادرند با فعالیت‌های زیستی سطوح آنتی‌اکسیدانی

References

- Aneta, W.; Jan, O.; Magdalena, M.; Joanna, W., Phenolic profile, antioxidant and antiproliferative activity of black and red currants (*Ribes* spp.) from organic and conventional cultivation. *International Journal of Food Science & Technology* **2013**, *48* (4), 715-726.
- Anttonen, M. J.; Karjalainen, R. O., High-performance liquid chromatography analysis of black currant (*Ribes nigrum* L.) fruit phenolics grown either conventionally or organically. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2006**, *54* (20), 7530-7538.
- Borochoy-Neori, H.; Judeinstein, S.; Tripler, E.; Harari, M.; Greenberg, A.; Shomer, I.; Holland, D., Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Journal of Food Composition and Analysis* **2009**, *22* (3), 189-195.
- Braga, A. R. C.; Murador, D. C.; de Souza Mesquita, L. M.; de Rosso, V. V., Bioavailability of anthocyanins: Gaps in knowledge, challenges and future research. *Journal of Food Composition and Analysis* **2018**, *68*, 31-40.
- Burdurlu, H. S.; Koca, N.; Karadeniz, F., Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. *Journal of food engineering* **2006**, *74* (2), 211-216.
- Emad, M.; Gheibi, F.; Rasouli, M.; Khanjanzadeh, R.; Mohammadi Jozani, S.; reddish black berry *Industrial Medicinal Plant* **2012**, 40 pages. (In Persian).
- Feyzi, F.; Seifi, E.; Varasteh, F.; Hemmati, Kh.; Fereydooni, H.; Evaluation of some biochemical properties of two pomegranate cultivars in three different region. *National congress on medicinal plants* **2015**, 4(12): 39-60. (In Persian).
- Figueiredo-González, M.; Martínez-Carballo, E.; Cancho-Grande, B.; Santiago, J.; Martínez, M.; Simal-Gándara, J., Pattern recognition of three *Vitis vinifera* L. red grapes varieties based on anthocyanin and flavonol profiles, with correlations between their biosynthesis pathways. *Food Chemistry* **2012**, *130* (1), 9-19.
- Ghanbari, S., Study on bio-economic aspects of reddish blackberry (*Ribes biberistentii* Berl. & DC) in Ilgene chay watershed of the Arasbaran forests. *Forest Research and Development* **2021**, *7* (1), 45-62. (In Persian).
- Ghanbari, S.; Vaezin, S. M. H.; Shamekhi, T.; Eastin, I. L.; Lovrić, N.; Aghai, M. M., The economic and biological benefits of non-wood forest products to local communities in Iran. *Economic Botany* **2020**, *74* (1), 59-73.
- Ghanbari, S.; Jafari, M.; Nasiri, V., Effects of conservation programs in changing the pattern of fuel consumption of villagers in the Arasbaran Forests, *Forest Research and Development* **2015**, *1* (1), 67-83. (In Persian).
- Gholizadeh-Moghadam, N.; Hosseini, B.; Alirezalu, A., Classification of barberry genotypes by multivariate analysis of biochemical constituents and HPLC profiles. *Phytochemical Analysis* **2019**, *30* (4), 385-394.
- Giusti, M. M.; Wrolstad, R. E., Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry* **2001** (1), F1. 2.1-F1. 2.13.
- He, J.; Giusti, M. M., Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. *Annu. Rev. Food Sci. Technol* **2010**, *1* (1), 163-187.
- Ieri, F.; Innocenti, M.; Possieri, L.; Gallori, S.; Mulinacci, N., Phenolic composition of "bud extracts" of *Ribes nigrum* L., *Rosa canina* L. and *Tilia tomentosa* M. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis* **2015**, *115*, 1-9.
- Jalili Marandi, R.; Growing fruits in temperate regions. First Edition. *Urmia University Jihad Publications* 2004, 260 pages. (In Persian)
- Jalili Marandi, R.; Growing small fruits. Third edition. *Urmia University Jihad Publications* **2010**, 297 pages. (In Persian)
- Jimoh, F.; Adedapo, A.; Aliero, A.; Afolayan, A., Polyphenolic Contents and Biological Activities of *Rumex ecklonianus*. *Pharmaceutical Biology* **2008**, *46* (5), 333-340.
- Kadir, U.Y.; Sezai, E.; Yasar, Z.; Memnune, S.; Ebru, Y.K.; Preliminary characterization of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes for their physico-chemical properties. *Food Chemistry* **2009**, *114*: 408-412.
- Karjalainen, R.; Anttonen, M.; Saviranta, N.; Stewart, D.; McDougall, G.; Hilz, H.; Mattila, P.; Törrönen, R. In *A review on bioactive compounds in black currants (*Ribes nigrum* L.) and their potential health-*

- promoting properties*, I International Symposium on Biotechnology of Fruit Species: BIOTECHFRUIT2008 839, **2008**; pp 301-307.
- Khazaei Poul, M.; Azadfar, D.; Saeedi, Z., Study of genetic diversity Thuja orientalis by Peroxidase marker in reserved forest of Sorkesh. *Forest Research and Development* **2021**, 7 (3), 387-401.
- Kuo, C.-L.; Chi, C.-W.; Liu, T.-Y., The anti-inflammatory potential of berberine in vitro and in vivo. *Cancer letters* **2004**, 203 (2), 127-137.
- Lyashenko, S.; González-Fernández, M. J.; Gomez-Mercado, F.; Yunusova, S.; Denisenko, O.; Guil-Guerrero, J. L., Ribes taxa: A promising source of γ -linolenic acid-rich functional oils. *Food chemistry* **2019**, 301, 125309.
- Manganaris, G. A.; Goulas, V.; Vicente, A. R.; Terry, L. A., Berry antioxidants: small fruits providing large benefits. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **2014**, 94 (5), 825-833.
- Mohammadi Alaghoz, R.; Darvishzadeh, R.; Alijanpour, A.; Razi, M., Assessment of relationship between morphological variability in sumac population and environmental variants by canonical correlation analysis. *Forest Research and Development* **2020**, 6 (4), 627-643.
- Nakano, Y.; Asada, K., Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and cell physiology* **1981**, 22 (5), 867-880.
- Navarro, J. M.; Flores, P.; Garrido, C.; Martinez, V., Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food chemistry* **2006**, 96 (1), 66-73.
- Neri-Numa, I. A.; Sancho, R. A. S.; Pereira, A. P. A.; Pastore, G. M., Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. *Food Research International* **2018**, 103, 345-360.
- Nilprapruck, P.; Pradisthakarn, N.; Authanithe, F.; Keebjan, P., Effect of exogenous methyl jasmonate on chilling injury and quality of pineapple (*Ananas comosus* L.) cv. Pattavia. *Science, Engineering and Health Studies* **2008**, 33-42.
- Nour, V.; Trandafir, I.; Cosmulescu, S., Antioxidant capacity, phenolic compounds and minerals content of blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) leaves as influenced by harvesting date and extraction method. *Industrial Crops and Products* **2014**, 53, 133-139.
- Raudsepp, P.; Kaldmäe, H.; Kikas, A.; Libek, A.-V.; Püssa, T., Nutritional quality of berries and bioactive compounds in the leaves of black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivars evaluated in Estonia. *Journal of Berry Research* **2010**, 1 (1), 53-59.
- Reque, P. M.; Steffens, R. S.; Jablonski, A.; Flôres, S. H.; Rios, A. d. O.; de Jong, E. V., Cold storage of blueberry (*Vaccinium* spp.) fruits and juice: Anthocyanin stability and antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis* **2014**, 33 (1), 111-116.
- Rezaei, M.; Ebadi, A.; Reim, S.; Fatahi, R.; Balandary, A.; Farrokhi, N.; Hanke, M.-V., Molecular analysis of Iranian seedless barberries via SSR. *Scientia Horticulturae* **2011**, 129 (4), 702-709.
- Rezende, V. L.; de Oliveira-Filho, A. T.; Eisenlohr, P. V.; Kamino, L. H. Y.; Vibrans, A. C., Restricted geographic distribution of tree species calls for urgent conservation efforts in the Subtropical Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation* **2015**, 24 (5), 1057-1071.
- Rostami, R.; Seyedi, N.; Yousefzadeh, H., Genetic diversity of wild apple (*Malus orientalis* Uglitz.) in hyrcanian Forests of Iran by SSR markers. *Forest Research and Development* **2019**, 5 (2), 169-179.
- Sedaghat Hoor, Sh.; Shokrgzar, A.; The effect of storage period and natural additives of cranberries on the quality of Iranian tea, *Quarterly Journal of Food Science and Technology* **2004**, 5 (2), 51-59. (In Persian)
- Sher, H.; Al_yemeni, M., Economically and ecologically important plant communities in high altitude coniferous forest of Malam Jabba, Swat, Pakistan. *Saudi Journal of Biological Sciences* **2011**, 18 (1), 53-61.
- Shin, D.; Cho, N.; Heu, S.; Ryu, S., Selective regulation of p53 expression by Fis: Formation of either activating or repressing nucleoprotein complex in response to glucose. *Journal of Biological Chemistry* **2003**, 278 (17), 14776-14781.
- Shojaie, B.; Mostajeran, A.; GHANADIAN, M., Flavonoid dynamic responses to different drought conditions: amount, type, and localization of flavonols in roots and

- shoots of *Arabidopsis thaliana* L. *Turkish Journal of Biology* **2016**, 40 (3), 612-622.
- Slinkard, K.; Singleton, V. L., Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American journal of enology and viticulture* **1977**, 28 (1), 49-55.
- Sun, Q.; Xu, W., Components of fatty acid and unsaponifiable matter in Qinghai *Ribes himalense* seed oil. *China Oils and Fats* **2019**, 44 (11), 141-157.
- Yilmaz, K. U.; Ercisli, S.; Zengin, Y.; Sengul, M.; Kafkas, E. Y., Preliminary characterisation of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes for their physico-chemical properties. *Food chemistry* **2009**, 114 (2), 408-412.
- Yu, L.; Haley, S.; Perret, J.; Harris, M.; Wilson, J.; Qian, M., Free radical scavenging properties of wheat extracts. *Journal of agricultural and food chemistry* **2002**, 50 (6), 1619-1624.
- Zorzi, M.; Gai, F.; Medana, C.; Aigotti, R.; Morello, S.; Peiretti, P. G., Bioactive compounds and antioxidant capacity of small berries. *Foods* **2020**, 9 (5), 623.

Evaluation of morphological and biochemical traits of some genotypes of *Ribes biberistentii* L. in Ilgene Chay watershed of Arasbaran forests

E. Golchehreh¹, H. Shirzad², S. Ghanbari^{*3} and B. Ghorbani⁴

1- MSc. of Horticulture, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (e.golchehreh@chmail.ir)

2- Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (hshirzad1354@yahoo.com)

3- Associate Professor, Department of Forestry, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Ahar, I. R. Iran. (ghanbaridsajad@gmail.com)

4- Ph.D. of Horticulture, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (ghorbani.bahareh@ymail.com)

Received: 30.11.2021 Accepted: 03.02.2022

Abstract

Reddish black berry fruit has a high antioxidant capacity and Iran is one of the most important centers of valuable plant diversity of this fruit. Therefore, in a study, the potential of this valuable medicinal plant in breeding, morphological, phytochemical and genetic diversity in Arasbaran region was investigated. The measured parameters included fruit morphological characteristics including fruit length, fruit weight and phytochemical properties of fruit such as soluble solids, phenolic compounds, flavonoids, anthocyanins, vitamin C, DPPH and peroxidase activity. The results of cluster analysis showed that the collected genotypes were divided into four main groups. In the first group, 9 genotypes (R 1; 18; 6; 9; 15; 7; 8; 13; 12) were present. The genotypes of this group had many similarities in terms of weight, fruit length and solids. In the second group, there were 3 genotypes (R 10; 3; 2) that were very similar in traits such as peroxidase and antioxidants. In the third group, 4 genotypes (R 14; 4; 17; 16) were present. The genotypes of this group were similar in phenol and anthocyanin traits. In the fourth group are 3 genotypes (R5; 11; 19), which are very similar in traits such as soluble solids and antioxidants, cluster analysis confirms the results.

Keywords: Antioxidant activity, Flavonoids, Phenolic compounds, Reddish black berry.

* Corresponding author

Tel: +984144237717