نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال یازدهم، شماره ۴۳، پاییز ۱۳۹۵ / صفحات: ۱۱-۱

ارزیابی برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه زغال‌اخته (*Cornus mas* L.) طی مراحل پایانی رشد

مهدی پناهی*[۱]، جعفر حاجی‌لو[۱]، نادر چاپارزاده[۲]

[۱]گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

[۲]گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۰۸

چکیده

در سال‌های اخیر به مصرف میوه زغال‌اخته که سرشار از آنتی‌اکسیدان است، توجه بیشتری شده است. این پژوهش در سال ۱۳۹٤، به منظور ارزیابی تغییرات برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه زغال‌اخته در طی مراحل پایانی رشد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. میوه‌ها در ٤ زمان مختلف از ٤ جهت اصلی (شمال، جنوب، شرق و غرب) درخت برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. پارامترهای مختلف از قبیل ابعاد (طول و عرض)، وزن، سفتی بافت میوه، pH عصاره میوه، میزان مواد جامد محلول کل، اسیدیته قابل تیتراسیون کل، نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون کل، محتوای اسید آسکوربیک، ترکیبات فنلی کل، فلاونوئیدها وآنتوسیانین‌های کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر زمان‌های مختلف برداشت بر تمام صفات مورد ارزیابی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. با گذشت زمان و رسیدگی میوه میزان وزن، ابعاد، pH، مواد جامد محلول کل، نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون کل، محتوای فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌های کل افزایش و میزان سفتی، اسیدیته قابل تیتراسیون کل، ترکیبات فنلی کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل کاهش یافت. مقدار اسید آسکوربیک نیز در طول رسیدن میوه افزایش ولی در آخرین برداشت مجدداً مقدار آن کاهش یافت. با توجه به تغییرات صفات مورد ارزیابی به نظر می‌رسد مناسب‌ترین زمان برداشت میوه برای ژنوتیپ مورد نظر، برداشت سوم باشد.

واژه‌های کلیدی: اسید آسکوربیک، زغال‌اخته، زمان برداشت، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، ویژگی‌های کیفی

مقدمه

زغال‌اخته با نام علمی *Cornus mas* L. متعلق به تیره Cornaceae، دارای میوه‌هایی به رنگ‌های صورتی، زرد، قرمز، قرمز تیره و یا حتی سیاه، به شکل زیتونی و با طعم ترش و شیرین می‌باشد. در سال‌های اخیر به مصرف میوه‌های کمتر شناخته شده مانند زغال‌اخته که سرشار از آنتی‌اکسیدان است، توجه بیشتری شده است (Yilmaz et al., 2009). میوه‌های زغال‌اخته خاصیت مدر، ضد درد و مسکن داشته و در طب سنتی برای درمان نارسایی‌های کبد، کلیه و دیابت استفاده می‌شده است (Yousefpour Dokhanieh et al., 2013). در سال‌های اخیر تحقیقات آگرونومیکی و برنامه‌های اصلاحی میوه‌ها برای بهبود کیفیت، عملکرد و اندازه میوه، مقاومت به بیماری‌ها و آفات، سازگاری به سیستم‌های رشدی مخصوص و کاهش آسیب در حمل و نقل متمرکز شده است. کیفیت میوه توسط شرایط تولید محصول، مرحله رسیدگی و شرایط قبل از برداشت تحت تاثیر

*نویسنده مسول: mehdipanahi332@yahoo.com

قرار می‌گیرد (Gunduz et al., 2013). کیفیت یک مفهومی است که شامل شاخص‌های حسی (ظاهر، بافت، مزه و عطر)، ارزش غذایی، شاخص‌های مکانیکی و سلامتی می‌باشد و این صفات روی هم رفته به میوه ارزش اقتصادی می‌دهند (Abbott, 1999). میوه‌ها منبع خوبی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی را تشکیل می‌دهند. میوه زغال‌اخته با داشتن مقادیر بالایی اسید آسکوربیک، آنتوسیانین‌ها و ترکیبات فنلی دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ارزش غذایی قابل ملاحظه‌ای است (Pantelidis et al., 2007; Tural and Koca, 2008).

آنتی‌اکسیدان های طبیعی، جهت حفاظت در برابر رادیکال‌های آزاد، کاهش مرگ و میرهای ناشی از سرطان و بیماری‌های قلبی و در جهت تامین سلامتی بشر مورد توجه می‌باشند. در بین ترکیبات طبیعی، ترکیبات فنلی و به خصوص فلاونوئیدها بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را تشکیل می‌دهند و به‌عنوان یک ترکیب فعال در بسیاری از گیاهان دارویی وجود دارند (Gunduz et al., 2013). عدم دقت در انتخاب زمان برداشت صحیح، منجر به تغییرات در کیفیت غذایی و حسی میوه‌ها از جمله زغال‌اخته می‌شود. به طور معمول میوه‌های زغال‌اخته در مرحله قرمز تیره رنگ، که عطر و طعم مطلوبی دارند، برداشت می‌شوند (Gunduz et al., 2013). تأثیر زمان‌های مختلف برداشت بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، شاخص‌های کیفی میوه و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های مختلف دیگر مانند شلیل (Iglesias and Echeverria, 2009)، هلو (Remorini et al., 2008)، بادام (Piscopo et al., 2010) و سیب (Drogoudi and Pantelidis, 2011) بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهند که زمان‌های مختلف برداشت می‌تواند بر کیفیت، عملکرد، فروش میوه و رضایت مصرف‌کننده تأثیرگذار باشد. برداشت‌های زودتر و دیرتر از مرحله بلوغ، هر دو مشکلاتی را به همراه دارند زیرا میوه‌ها بایستی در مرحله‌ای برداشت شوند که ضمن داشتن ویژگی‌های کیفی مطلوب، سالم به دست مصرف‌کننده برسند. با توجه به موارد ذکر شده و اهمیت این موضوع، هدف این پژوهش بررسی تأثیر زمان‌های مختلف برداشت بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، شاخص‌های کیفی میوه و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه زغال‌اخته، به‌منظور تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت جهت داشتن میوه‌هایی با کیفیت مطلوب و بازارپسندی بالا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و طرح آزمایش: میوه‌های مورد نیاز برای انجام این پژوهش، براساس رنگ‌گیری اولیه و یکنواختی شکل و رنگ در ٤ زمان مختلف (٤ تیمار) به فاصله زمانی هر ٥ روز یک‌بار (اول، ششم،یازدهم و شانزدهم شهریور ماه ١٣٩٤) از ٤ جهت اصلی جغرافیایی درخت (٤ تکرار)، از یکی از باغ‌های واقع در شهرستان کلیبر(با بافت خاک رسی –شنی روی درختان با سن ٢٠ سال و قطر تقریبی تنه ١٦ سانتی‌متر با فاصله ٥ متر ازهمدیگر) برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه بیولوژی گلدهی و فیزیولوژی رشد و نمو میوه، واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز منتقل شدند. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تیمار و ٤ تکرار اجرا و صفات مختلف کمی و کیفی میوه‌ها (*Cornus mas* L.) ارزیابی گردید.

صفات مورد ارزیابی: طول و عرض میوه‌ها با کولیس دارای دقت ٠/٠١ میلی‌متر و وزن میوه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی دارای دقت ٠/٠٠١ گرم، اندازه‌گیری شد. با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج مدل FT 011، سفتی بافت هر میوه بعد از برداشتن پوست میوه، از دو سمت مقابل هم اندازه‌گیری شد. سفتی بافت بر

اساس بیشترین نیروی لازم برای نفوذ میله (تا محل مشخص شده) در میوه بر حسب نیوتن (N) بیان شد. pH عصاره میوه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی مدل HI 9811 و مقدار مواد جامد محلول کل (TSS[1])، با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی مدل Pal-1 اندازه‌گیری شد. میزان مواد جامد محلول بر حسب درصد (سطح بریکس) بیان شد. برای تعیین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کل میوه (TA[2])، از روش تیتراسیون با سود (NaOH) ۰/۱ نرمال استفاده شد. از روی میزان سود مصرفی مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون براساس اسید مالیک محاسبه شد (Horwitz et al., 1975).

برای اندازه‌گیری مقدار اسید آسکوربیک (ویتامین ث) میوه‌ها از روش تیتراسیون با ۲،٦ دی کلروفنل ایندوفنل[3] استفاده شد. برای این منظور عصاره میوه‌ها با استفاده از اسید متافسفریک ۳ درصد استخراج و با رنگ دی کلروفنل ایندوفنل ۰/۰٤ درصد تیتر شد. میزان اسید آسکوربیک بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم میوه محاسبه شد (Horwitz et al., 1975)

برای اندازه‌گیری محتوای ترکیبات فنلی کل از روش فولین (Folin-Ciocalteu) استفاده شد. برای این منظور عصاره میوه استخراج شده با متانول، با آب مقطر، فولین ۱۰ درصد و محلول کربنات سدیم ۷/۵ درصد مخلوط شد. پس از دو ساعت نگهداری در جای تاریکی و در دمای اتاق، میزان جذب عصاره در طول موج ۷٦۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. از غلظت‌های مختلف اسید گالیک برای رسم منحنی استاندارد استفاده و نتایج به صورت میلی‌گرم معادل اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بیان شد (Singleton and Rossi, 1965).

محتوای فلاونوئیدهای کل با استفاده از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. برای این منظور، عصاره میوه استخراج شده با متانول، با متانول ۹۵ درصد، کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد، استات پتاسیم یک مولار و آب دیونیزه مخلوط و پس از ٤۰ دقیقه، میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ٤۱۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. از غلظت‌های مختلف کوئرستین برای رسم منحنی استاندارد استفاده و نتایج به صورت میلی‌گرم معادل کوئرستین در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بیان شد (Chang et al., 2002).

محتوای آنتوسیانین‌های کل در عصاره‌ها با استفاده از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف اندازه‌گیری شد. بدین‌صورت که میزان جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتری در طول موج‌های ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر در دو pH متفاوت ۱/۰ و ٤/۵ قرائت و سپس میزان آنتوسیانین کل بر اساس میلی‌گرم معادل سیانیدین-۳-گلوکوزید در لیتر محاسبه شد (Wrolstad,1993).

جهت تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه‌ها از خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH[4] استفاده شد. برای این منظور عصاره میوه استخراج شده با متانول، با آب مقطر و DPPH ٦۰ میکرومول بر لیتر مخلوط و پس از ۳۰ دقیقه، میزان جذب نمونه‌ها و استاندارد در طول موج ۵۱۵ نانومتری توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به‌صورت درصد بازدارندگی DPPH از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\%DPPH_{sc} = (A_{cont} - A_{samp})/ A_{cont} \times 100$$

در این فرمول $\%DPPH_{sc}$ درصد بازدارندگی، A_{cont} میزان جذب DPPH و A_{samp} میزان جذب (نمونه+ DPPH) می‌باشد (Brand-Williams et al., 1995). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نسخه ۲۲ نرم‌افزار

1. Total soluble solids
2. Total titratable acidity
3. 2,6-dichlorophenol-indophenol
4. 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl

آماری SPSS و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. همچنین برای ثبت داده‌ها و رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج

در تمامی صفات مورد ارزیابی تفاوت معنی‌داری در طول مراحل مختلف بلوغ مشاهده شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر زمان‌های مختلف برداشت بر طول و pH عصاره میوه در سطح احتمال ۵ درصد و بر بقیه صفات مورد ارزیابی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. لازم به ذکر است اثر جهت های مختلف برداشت در هیچ یک از صفات مورد مطالعه معنی دار نبود (جدول۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه میوه زغال اخته در طی زمان‌های مختلف برداشت.

مواد جامد محلول کل= TSS[1]، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کل میوه= TA[2]

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		طول	عرض	سفتی بافت	pH	TSS	TA	TSS/TA
بلوک	۳	۰/۶۲^{ns}	۰/۵۵^{ns}	۲/۴۶^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۴۵^{ns}
تیمار	۳	۸/۵۱*	۶/۵۸**	۳۳۳/۴۷**	۰/۰۹*	۱۲/۰۹**	۰/۱۴**	۲۲/۳۴**
خطا	۹	۱/۵۶	۰/۶۷	۵/۵۲	۰/۰۲	۰/۷۷	۰/۰۱	۰/۳۳
ضریب تغییرات	–	۶/۶۹	۵/۳۲	۱۱/۱۲	۴/۶۷	۵/۶۱	۶/۴۵	۵/۵۸

**معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد، *معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی‌دار

ادامه جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه میوه زغال اخته در طی زمان های مختلف برداشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ویتامین ث	وزن ۱۰۰۰ میوه	ترکیبات فنلی‌کل	فلاونوئیدهای کل	آنتی‌اکسیدان کل	آنتوسیانین کل
بلوک	۳	۱۲/۵^{ns}	۱۱۵۱/۴۷^{ns}	۱۹۸۴/۰۲^{ns}	۵۵۹۷/۰۸^{ns}	۲۹/۶۳^{ns}	۹/۰۶^{ns}
تیمار	۳	۴۴۱/۶۷**	۴۲۹۲۰۴/۶**	۷۸۰۲۴/۸۸**	۱۸۲۵۰۷/۷۲**	۳۰۷/۸۲**	۳۷۰۷/۳۱**
خطا	۹	۲۹/۱۷	۳۱۲۴۱/۶۶	۵۷۵۸/۳۸	۲۷۹۴/۵۳	۳۳/۳۶	۳۳/۲
ضریب تغییرات	–	۸/۴۷	۶/۱۳	۱۱/۶	۱۵/۵۵	۷/۸۲	۱۴/۳۲

**معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد*معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و nsغیر معنی‌دار

جدول ۲: مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های مختلف برداشت بر چندین صفت مورد مطالعه میوه زغال‌اخته

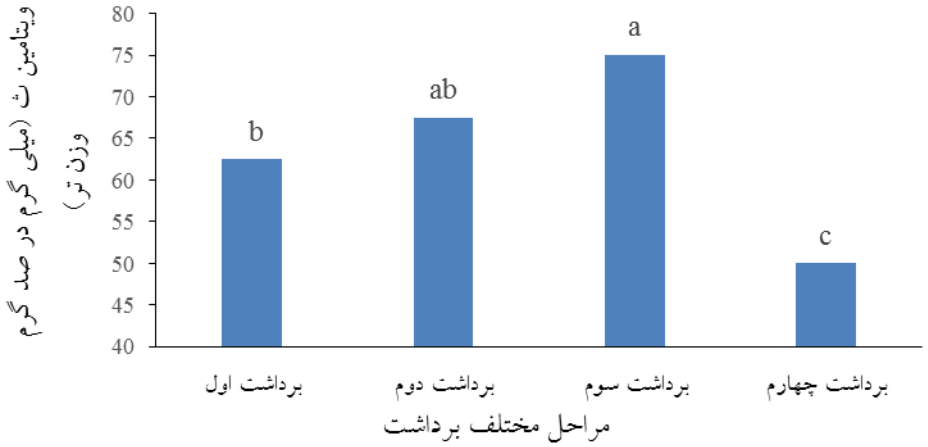
زمان برداشت	طول (میلی‌متر)	عرض (میلی‌متر)	وزن ۱۰۰۰ میوه (گرم)	مواد جامد محلول کل TSS (درصد)	اسیدیته قابل تیتراسیون کل TA (درصد)	نسبت قند به اسید	سفتی (نیوتن)	pH
برداشت اول	۱۷/۱۸^{c}	۱۳/۸۱^{c}	۲۴۹۶^{c}	۱۳/۹۴^{b}	۱/۷۶^{a}	۷/۹۲^{d}	۳۱/۳۲^{a}	۲/۸۵^{b}
برداشت دوم	۱۷/۷۷^{bc}	۱۵/۰۱^{bc}	۲۷۷۱^{bc}	۱۴/۴۴^{b}	۱/۶۵^{a}	۸/۷۵^{c}	۲۵/۶۷^{b}	۲/۹۵^{ab}
برداشت سوم	۱۹/۳۴^{ab}	۱۵/۸۵^{ab}	۲۹۹۳^{ab}	۱۶/۶۳^{a}	۱/۴۵^{b}	۱۱/۴۷^{b}	۱۶/۷۰^{c}	۳/۱۳^{a}
برداشت چهارم	۲۰/۳۸^{a}	۱۶/۸۳^{a}	۳۲۶۷^{a}	۱۷/۵۸^{a}	۱/۳۵^{b}	۱۳/۰۲^{a}	۱۰/۸۳^{d}	۳/۱۸^{a}

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد توسط آزمون دانکن می‌باشند.

1. Total soluble solids
2. Total titratable acidity

طول، عرض، وزن، سفتی، pH، TSS، TA، TSS/TA: مقایسه میانگین اثر زمان‌های برداشت نشان داد که طول، عرض، وزن میوه، pH عصاره میوه، مواد جامد محلول کل و نسبت میزان مواد جامد محلول کل به میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کل میوه (TSS/TA)، که بیان دیگری از نسبت قند به اسید میوه می‌باشد، با رسیدن تدریجی میوه روی درخت افزایش معنی‌داری یافتند. کم‌ترین و بیش‌ترین میزان طول، عرض، وزن میوه، pH، TSS و نسبت TSS/TA به‌ترتیب در اولین و آخرین برداشت مشاهده شد. مقدار اسیدیته و سفتی بافت میوه با رسیدگی به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند بطوریکه کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار TA و سفتی بافت به‌ترتیب در آخرین و اولین برداشت مشاهده شد (جدول۲).

اسید آسکوربیک (ویتامین ث): مقایسه میانگین داده‌های حاصل از این تحقیق نشان داد که با پیشرفت روند رسیدگی میوه روی درخت، مقدار ویتامین ث میوه‌ها تا برداشت سوم روند صعودی داشت ولی در آخرین برداشت (میوه‌های بیش از حد رسیده) به شدت کاهش یافت بطوریکه بیش‌ترین (۷۵ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم وزن تر میوه) و کم‌ترین (۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم وزن تر میوه) مقدار ویتامین ث به ترتیب در برداشت‌های سوم و چهارم مشاهده گردید (شکل ۱).



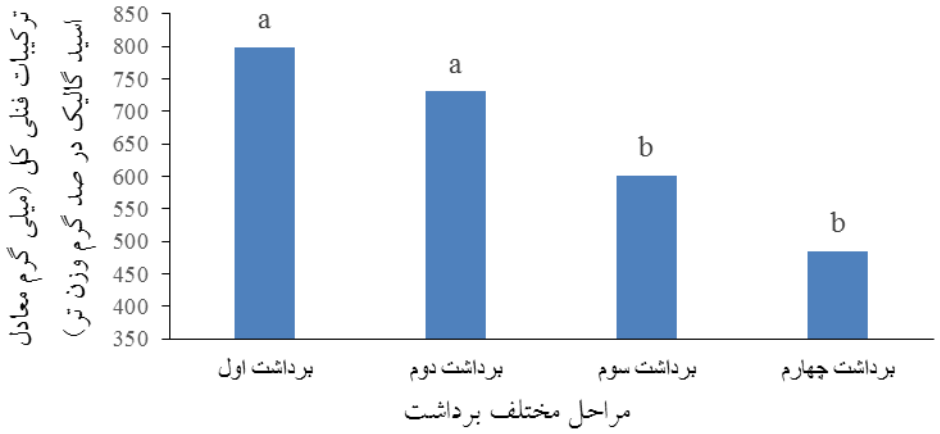
شکل ۱: مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های مختلف برداشت بر مقدار ویتامین ث میوه زغال‌اخته

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد توسط آزمون دانکن دارند.

ترکیبات فنلی کل: مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محتوای ترکیبات فنلی کل میوه‌ها، با رسیدن تدریجی میوه روی درخت به طور معنی‌داری کاهش یافت؛ بطوریکه کم‌ترین و بیش‌ترین محتوای ترکیبات فنلی کل به ترتیب در برداشت‌های آخر و اول مشاهده شد. میانگین محتوای ترکیبات فنلی کل از ۷۹۹/۳۲ میلی‌گرم معادل اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه در برداشت اول به ٤٨٤/٤١ میلی‌گرم معادل اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه در برداشت چهارم کاهش یافت (شکل ۲).

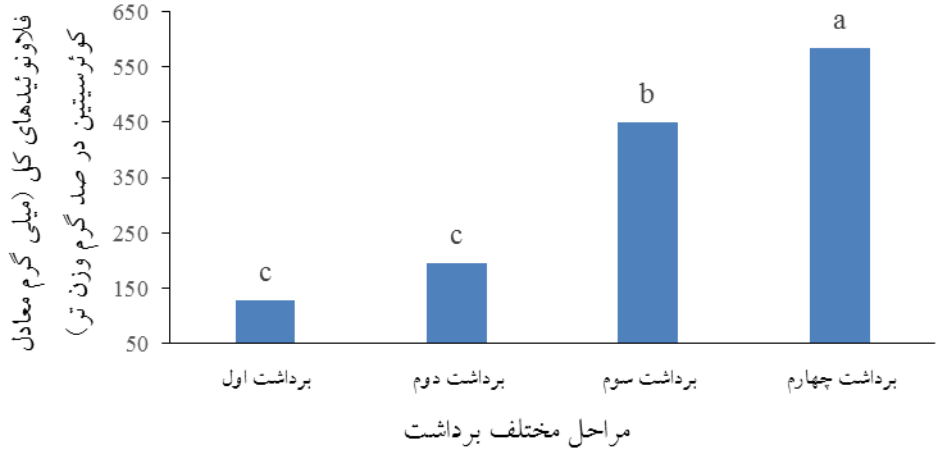
فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌های کل: مقایسه میانگین داده‌های حاصل از این تحقیق نشان داد که با پیشرفت روند رسیدگی میوه روی درخت، محتوای فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌های کل به طور معنی‌داری افزایش یافت؛ به‌طوری‌که کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار آن‌ها به ترتیب در برداشت‌های اول و آخر مشاهده شد. میانگین

محتـوای فلاونوئیـدهای کـل میـوه‌هـا، از ۱۲۹/۵۳ میلی‌گرم معادل کوئرسیتین در ۱۰۰ گرم وزن تر میـوه در برداشـت اول بـه ۵۸٤/٦٦ میلـی‌گـرم معـادل کوئرسیتین در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه در برداشت آخر افزایش یافت (شکل ۳)، در حالیکه میـانگین محتـوای آنتوسـیانین‌هـای کـل از ۱۲/۷۸ میلـی‌گـرم معـادل سیانیدین-۳-گلوکوزیـد در لیتـر در برداشـت اول بـه ۸۰/۵۷ میلی‌گـرم معـادل سـیانیدین-۳-گلوکوزیـد در لیتر در برداشت چهارم افزایش یافت (شکل ٤).



شکل ۲: مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های مختلف برداشت بر محتوای ترکیبات فنلی کل میوه زغال‌اخته

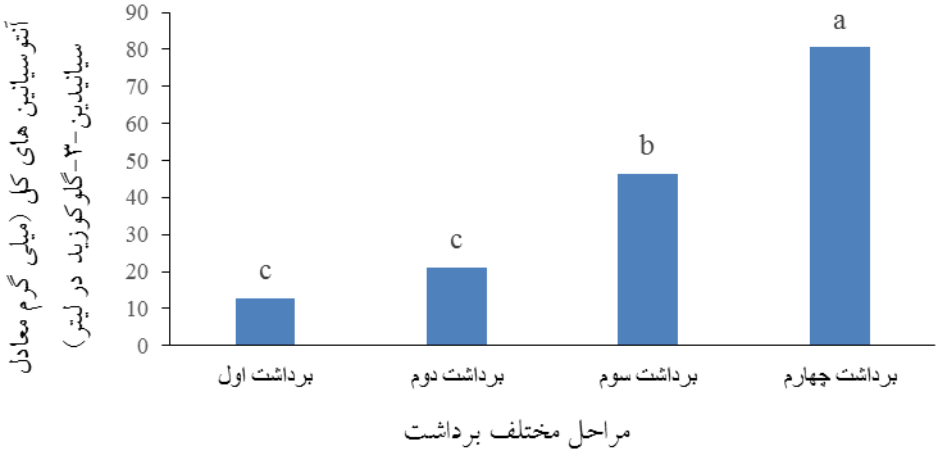
میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد توسط آزمون دانکن دارند.



شکل ۳: مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های مختلف برداشت بر محتوای فلاونوئیدهای کل میوه زغال‌اخته

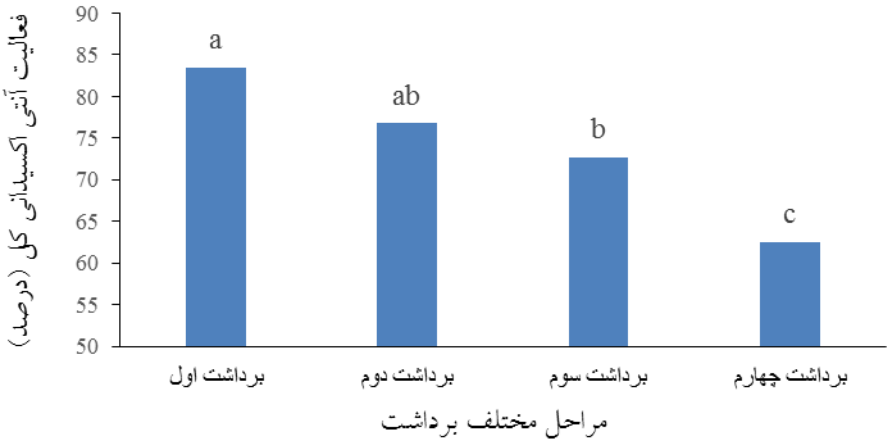
میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ توسط آزمون دانکن دارند.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل: مقایسـه میـانگین داده‌هـا نشان داد که بـا پیشـرفت رونـد رسـیدگی میـوه روی درخت، فعالیت مهار رادیکال DPPH و یا بـه عبـارتی درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه‌های زغـال‌اختـه به طور معنی‌داری کاهش یافت و بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب در برداشت‌های اول و آخر مشـاهده گردیـد. میـانگین میـزان فعالیـت آنتـی‌اکسـیدانی از ۸۳/۵ درصـد در برداشـت اول بـه ٦۲/۵٤ درصد در برداشت آخر کـاهش یافـت (شـکل ۵).



شکل ٤: مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های مختلف برداشت بر محتوای آنتوسیانین‌های کل میوه زغال‌اخته

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد توسط آزمون دانکن دارند.



شکل ٥: مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های مختلف برداشت بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه زغال‌اخته

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد توسط آزمون دانکن دارند.

بحث

مقدار مواد جامد محلول کل از شاخص‌های مهم کیفی است که رابطه‌ای مستقیم با کیفیت خوراکی میوه در زمان رسیدن دارد و مصرف‌کنندگان تمایل زیادی به میوه‌های رسیده با مقدار مواد جامد محلول کل بالا را دارند (Burdon et al., 2004). مواد جامد محلول و قندهای محلول ممکن است در طول مرحله رسیدن میوه بخاطر عملکرد آنزیم ساکارز فسفات سنتاز[1]، به عنوان یک آنزیم کلیدی در مسیر بیوسنتز قندها، افزایش یابند. این آنزیم در طی فرآیند رسیدن توسط هورمون اتیلن فعال می‌شود (Hubbard et al., 1991). گزارش شده است که افزایش مقدار مواد جامد محلول کل در طی مراحل مختلف بلوغ میوه ممکن است بخاطر هیدرولیز نشاسته به قندهای ساده باشد که در میوه‌های انار خیلی محسوس است (Kulkarni and Aradhya, 2005). میزان اسیدهای آلی قابل تیتراسیون در زغال اخته بر حسب اسید مالیک گزارش می‌شود که اسید غالب آن می‌باشد (Gueleryuez et al., 1998). عطر و طعم میوه‌های

1. Sucrose Phosphate Synthase

زغال‌اخته رسیده تا حدی به نسبت قندها و اسیدها مربوط است و بالا رفتن این نسبت باعث افزایش طعم شیرین در میوه می‌شود (Gunduz et al., 2013). با توجه به مشاهدات Demir و Kalyoncu (۲۰۰۳) نسبت قند به اسید در بین ژنوتیپ‌های زغال‌اخته تنوع قابل توجهی دارد. کاهش سفتی بافت میوه در طول رسیدن ممکن است به از بین رفتن پکتین نسبت داده شود (Payasi et al., 2009). کاهش سفتی بافت در طول رسیدن میوه کیوی به هیدرولیز پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی مربوط می‌شود. پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی بر اثر فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده پکتین متیل استراز، پلی‌گالاکتوروناز و سلولاز تجزیه می‌شوند (Leontowicz et al., 2007). براساس مشاهدات Pressey و Avants (۱۹۷۸) نرم شدن میوه هلو در اثر تبدیل پکتین نامحلول به پکتین محلول صورت می‌گیرد.

کاهش مقدار اسید آسکوربیک در گیاهان می‌تواند باعث افزایش رادیکال‌های آزاد شود که با پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی واکنش داده و باعث نرم شدن و یا از هم پاشیدگی سلول می‌شوند (Femenia et al., 1998). براساس مشاهدات Kalt (۲۰۰۵)، با رسیدن میوه‌های توت‌فرنگی میزان اسید آسکوربیک افزایش می‌یابد، ولی در میوه‌هایی که بیش از اندازه رسیده باشند، همزمان با تخریب بافت‌ها، این میزان کاهش پیدا می‌کند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. سطح بالای اسید آسکوربیک یک فاکتور کیفی موثر در میوه‌ها تلقی می‌شود.

کاهش محتوای ترکیبات فنلی کل، ممکن است به یک سری از تغییرات آنزیمی و شیمیایی فنل‌ها در طول رسیدگی مرتبط باشد. این تغییرات شامل هیدرولیز گلیکوزیدها توسط گلیکوزیدازها، اکسیداسیون فنل‌ها توسط فنل اکسیدازها و پلیمریزاسیون فنل‌های آزاد می‌باشد (Robards et al., 1999). کاهش محتوای ترکیبات فنلی در بسیاری از میوه‌ها می‌تواند به عنوان نشانه رسیدگی باشد. به نظر می‌رسد که نقش ترکیبات فنلی در میوه‌های نابالغ با مکانیسم دفاعی آن‌ها مرتبط است (Ghasemi et al., 2012). Mahmood و همکاران (۲۰۱۳) میوه‌های گیلاس را در سه مرحله نارس (سبز رنگ)، نیمه رسیده (قرمز رنگ) و رسیدگی کامل (بنفش رنگ) برداشت و گزارش کردند که محتوای فلاونوئیدهای کل از ۳۶/۶۱ میلی‌گرم معادل کتچین در ۱۰۰ گرم وزن خشک در مرحله نارس به ۵۱/۸۰ میلی‌گرم معادل کتچین در ۱۰۰ گرم وزن خشک در مرحله رسیدگی کامل، به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. محتوای فلاونول‌های میوه‌ها به شدت تحت تأثیر عوامل خارجی مثل نوع میوه، فصل رشد، شرایط آب و هوایی و میزان رسیدگی قرار می‌گیرد (Mahmood et al., 2013).

آنتوسیانین‌ها دسته‌ای از ترکیبات فنلی می‌باشند که مسئول تولید رنگ‌های قرمز، آبی و بنفش میوه‌ها می‌باشند. در میوه‌های تمشک سیاه نیز افزایش محتوای آنتوسیانین کل با پیشرفت بلوغ میوه گزارش شده است (Tosun et al., 2008). این تغییر بخاطر تخریب کلروفیل‌ها و سنتز آنتوسیانین‌ها در طی رسیدگی میوه می‌باشد (Ozgen et al., 2009). مهار فعالیت رادیکال DPPH در میوه‌های زغال‌اخته، عمدتا به محتویات فنل‌ها، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها و اسید آسکوربیک مربوط می‌شود. بنابراین این ترکیبات بخش قابل توجهی از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های زغال‌اخته را تشکیل می‌دهند (Yilmaz et al., 2009; Hassanpour et al., 2011). Gunduz و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای، برخی شاخص‌های شیمیایی و خواص آنتی‌اکسیدانی میوه زغال‌اخته را در چهار مرحله رسیدگی (شامل مراحل زرد روشن، حد واسط قرمز و

بنفش، قرمز روشن و قرمز تیره) مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاکی از افزایش طول، عرض، وزن، مواد جامد محلول کل، نسبت قند به اسید و آنتوسیانین‌های کل میوه در طول زمان رسیدگی بود، در حالی که میانگین اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌های بالغ‌تر و رسیده‌تر کاهش یافت. با رسیدن تدریجی میوه و تبدیل رنگ زرد روشن به قرمز تیره، محتوای ترکیبات فنلی کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و همچنین محتوای تانن کاهش یافت. به طور کلی میوه‌های رسیده خوراکی‌تر هستند ولی ظرفیت و فعالیت آنتی-اکسیدانی در مراحل زرد روشن و حد واسط قرمز و بنفش، بیش‌تر مشاهده شد که عمدتا بخاطر سطح بالای تانن‌ها در مراحل اولیه است.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج نشان دادند که ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، شاخص‌های کیفیت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در مراحل مختلف بلوغ میوه زغال‌اخته تفاوت معنی‌داری پیدا می کنند. برداشت‌های زودتر و دیرتر از مرحله بلوغ هر دو تأثیر منفی بر کیفیت غذایی و حسی میوه-ها و همچنین بازارپسندی محصول دارند. برداشت زودهنگام باعث می‌شود وزن، ابعاد و میزان اسید آسکوربیک میوه‌ها به حد مطلوب خود نرسند، نسبت قند به اسید که یک پارامتر مهم در میزان پذیرش مصرف‌کننده است و مقدار آنتوسیانین که مسئول تولید رنگ قرمز زغال‌اخته است، پایین باشد و همچنین طعم گسی در میوه‌ها بخاطر بالا بودن میزان ترکیبات فنلی محلول در آب ایجاد می‌شود که به تدریج با پیشرفت روند رسیدن میوه این ترکیبات پلی‌مریزه شده و به دنبال تولید ترکیبات فنلی نامحلول در آب در میوه‌های رسیده، طعم گسی از بین می‌رود. از طرف دیگر، برداشت‌های دیرهنگام باعث نرم شدن بیش از حد میوه و کاهش چشمگیر میزان اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه می‌شود. با توجه به نتایج پژوهش حاضر به نظر می‌رسد بهترین زمان برداشت برای این ژنوتیپ زغال‌اخته سومین برداشت باشد، چرا که در این زمان میوه‌ها به بالاترین کیفیت رسیده و همچنین از لحاظ رساندن به بازار مصرف و فاسد نشدن در طول مسیر حمل و نقل، این مرحله بهترین زمان می‌باشد.

References

Abbott, j.A. (1999). Quality measurement of fruits and vegetables. Postharvest Biology and Technology. 15(3): 207–225.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C.L.W.T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie Food Science and Technology. 28(1): 25–30.

Burdon, J., McLeod, D., Lallu, N., Gamble, J., Petley, M. and Gunson, A. (2004). Consumer evaluation of "Hayward" kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. Postharvest Biology and Technology. 34(3): 245-255.

Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis. 10(3): 178-182.

Demir, F. and Kalyoncu, I.H. (2003). Some nutritional, pomological and physical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.). Journal of Food Engineering. 60(3): 335–341.

Drogoudi, P.D. and Pantelidis, G. (2011). Effects of position on canopy and harvest time on fruit physico-chemical and antioxidant properties in different apple cultivars. Scientia Horticulturae. 129(4): 752–760.

Femenia, A., Sánchez, E.S., Simal, S. and Rosselló, C. (1998). Developmental and ripening-related effects on the cell wall of apricot (*Prunus armeniaca*) fruit.

Haruenkit, R., Poovarodom, S. and Gorinstein, S. (2007). Two exotic fruits positively affect rat's plasma composition. FoodChemistry. 102(1):19 2-200.

Mahmood, T., Anwar, F., Bhatti, I.A. and Iqbal, T. (2013). Effect of maturity on proximate composition, phenolics and antioxidant attributes of cherry fruit. Pakistan Journal of Botany. 45(3): 909-914.

Özgen, M., Serçe, S. and Kaya, C. (2009). Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich *Morus nigra* and *Morus rubra* fruits. Scientia Horticulturae, 119(3):275-279.

Pantelidis, G.E., Vasilakakis, M., Manganaris, G.A. and Diamantidis, G. (2007). Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and cornelian cherries. Food Chemistry. 102(3):777–783.

Payasi, A., Mishra, N.N., Chaves, A.L.S. and Singh, R. (2009). Biochemistry of fruit softening: an overview. Physiology and Molecular Biology of Plants. 15(2):103-113.

Piscopo, A., Romeo, F.V., Petrovicova, B. and Poiana, M. (2010). Effect of the harvest time on kernel quality of several almond varieties (*Prunus dulcis* (Mill.) DA.Webb). Scientia Horticulturae. 125(1):41–46.

Pressey, R. and Avants, J.K. (1978). Difference in polygalacturonase composition of clingstone and freestone peaches. Journal of Food Science. 43(5): 1415-1417.

Remorini, D., Tavarini, S., Degl'Innocenti, E., Loreti, F., Massai, R. and Guidi, L. (2008). Effect of rootstocks and harvesting time on the nutritional quality of peel and flesh of peach fruits. Food Chemistry. 110(2): 361–367.

Robards, K., Prenzler, P.D., Tucker, G., Swatsitang, P. and Glover, W. (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. Food Chemistry. 66(4): 401-436.

Singleton, V.L. and Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with Journal of the Science of Food and Agriculture. 77(4):487-493.

Ghasemi, Y., Nematzadeh, G.A., Ebrahimzadeh, M.A. and Dehpour, A.A. (2012). Influence of harvesting date on some physicochemical properties of nectarine leaf and fruit. Journal of Medicinal Plants Research. 6(43): 5552-5556.

Gueleryuez, M., Bolat, I. and Pirlak, L. (1998). Selection of table cornelian cherry (*Cornus mas* L.) types in Çoruh Valley. Turkish Journal of Agricultural and Forestry. 22:357–364.

Gunduz, K., Saracoglu, O., Özgen, M. and Serce, S. (2013). Antioxidant, physical and chemical characteristics of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) at different stages of ripeness. Acta Scientiarum Polonorom-Hortorum Cultus. 12(4):59-66.

Hassanpour, H., Hamidoghli, Y., Hajilou, J. and Adlipour, M. (2011). Antioxidant capacity and phytochemical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes in Iran. Scientia Horticulturae. 129(3):459–463.

Horwitz, W., Senzel, A., Reynolds, H. and Park, D.L. (1975). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (Ed. 12).P.70.

Hubbard, N. L., Pharr, D. M., and Huber, S. C. (1991). Sucrose phosphate synthase and other sucrose metabolizing enzymes in fruits of various species. Physiologia Plantarum. 82(2):191-196.

Iglesias, I. and Echeverria, G. (2009). Differential effect of cultivar and harvest date on nectarine colour, quality and consumer acceptance. Scientia Horticulturae. 120(1):41–50.

Kalt, W. (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. Journal of Food Science. 70(1):11-19.

Kulkarni, A.P. and Aradhya, S.M. (2005). Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. Food Chemistry. 93(2):319-324.

Leontowicz, M., Leontowicz, H., Drzewiecki, J., Jastrzebski, Z.,

Wrolstad, R.E. (1993). Color and pigment analyses in fruit products. Agricultural Experiment Station Oregon State University. 1-17.

Yilmaz, K.U., Ercisli, S., Zengin, Y., Sengul, M. and Kafkas, E.Y. (2009). Preliminary characterisation of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes for their physico-chemical properties. Food Chemistry. 114(2): 408–412.

Yousefpour Dokhanieh, A., Soleimani Aghdam, M., Rezapour Fard, J. and Hassanpour, H. (2013). Postharvest salicylic acid treatment enhances antioxidant potential of cornelian cherry fruit. Scientia Horticulturae. 154: 31-36.

phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture. 16(3): 144-158.

Tosun, I., Ustun, N.S. and Tekguler, B. (2008). Physical and chemical changes during ripening of blackberry fruits. Scientia Agricola. 65(1): 87-90.

Tural, S. and Koca, I. (2008). Physico-chemical and antioxidant properties of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) grown in Turkey. Scientia Horticulturae. 116(4): 362-366.