نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال دهم، شماره ۴۰، زمستان ۱۳۹۴ / صفحات: ۷۲-۶۲

مقایسه صفات ریخت‌شناختی و فیتوشیمیایی محصولات بهاره و تابستانه سه ژنوتیپ انجیر در استان گلستان

زهرا کیخا[۱]، اسماعیل سیفی*[۲]، فریال وارسته[۳]، عظیم قاسم‌نژاد[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

[۲]دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، گرگان

[۳]استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۸/۹ تاریخ پذیرش:۹٤/۱۲/۱۵

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی اختلاف محصولات بهاره و تابستانه در سه ژنوتیپ انجیر گلبهار، کمال‌آباد و رضوان ٤١ در استان گلستان انجام شد. نمونه‌ها از دو نوع محصول مختلف از درختان سالم برداشت و صفات ریخت‌شناختی و فیتوشیمیایی در آن‌ها براساس دسکریپتور مخصوص انجیر و روش‌های استاندارد اندازه‌گیری گردید. تجزیه‌ی واریانس نشان داد که ژنوتیپ و نوع میوه دارای اثرات متقابل معنی‌دار بر طول، قطر و شکل میوه، طول دم، گردن و طول بخش گوشتی میوه بودند، اما اثر آن‌ها بر قطر روزن معنی‌دار نبود. نتایج نشان داد که میوه‌های تابستانه از میوه‌های بهاره کوچک‌تر بودند و طول و قطر آن‌ها و هم‌چنین طول دم، گردن و طول بخش گوشتی میوه در اکثر ارقام کم‌تر بود. فارغ از نوع ژنوتیپ، قطر روزن در میوه‌های بهاره بیش‌تر از میوه‌های تابستانه بود. طبق نتایج بدست آمده ژنوتیپ و نوع میوه دارای اثرات متقابل معنی‌دار بر مقادیر فلاونوئیدها و آنتوسیانین میوه بودند، اما این اثر بر مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و مقدار فنل کل معنی‌دار نبود. میوه‌های تابستانه مقادیر بیش‌تری از مواد جامد محلول و اسیدیته اما مقدار کم‌تری ترکیبات فنلی داشتند. ژنوتیپ کمال‌آباد دارای مواد جامد محلول و اسیدیته بیش‌تری در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها بود. در ژنوتیپ گلبهار، میوه‌های بهاره آنتوسیانین کم‌تری داشتند، اما در سایر ژنوتیپ‌ها آنتوسیانین بیش‌تری نسبت به میوه‌های تابستانه را دارا بودند. در مقابل، در تمام ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، میوه‌های بهاره از ترکیبات فلاونوئیدی بیش‌تری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، شکل میوه، صفات ریخت‌شناختی، فلاونوئید، فنل

مقدمه

درخت انجیر (*Ficus carica* L.) بومی ایران، آسیای صغیر و سوریه است و در حال حاضر به‌صورت وحشی یا خودرو در بیش‌تر کشورهای حوزه‌ی مدیترانه می‌روید (Ramirez, 1974; Aksoy, 1998; Datwyler and Weiblen, 2004). این درخت در سراسر جهان با نام انجیر، انجیر معمولی و یا انجیر خوراکی شناخته می‌شود (Condit, 1969). درخت انجیر از ایران، آسیای صغیر و سوریه به سراسر ناحیه مدیترانه گسترش یافته است. میوه‌ی انجیر مجتمع می‌باشد و از شفت‌های کوچک یا شفتچه تشکیل شده است. شفتچه‌ها از نمو تخمدان‌های موجود در یک گل‌آذین کوزه‌ای معروف به سیکونیوم حاصل

*نویسنده مسئول: esmaeilseifi@yahoo.com

می‌شوند. در واقع، این گل‌آذین میوه‌ی خوراکی انجیر و حاوی تعداد زیادی گل تک‌جنسی است. زنبورهای گرده‌افشان از راه سوراخی به نام روزن به گل‌ها دسترسی دارند (سیفی و حسین‌پور، ۱۳۹۲).

ترکیه، ایران و یونان سه کشور برتر صادرکننده‌ی انجیر خشک هستند. انجیر یکی از محصولات مهم اقتصادی و با ارزش در ایران است. میزان کل تولید انجیر در ایران حدود ۷۸۰۰۰ تن در سال ۲۰۱۲ است (FAO, 2014). یک درخت انجیر با توجه به نوع رقم ممکن است در طول سال یک یا دو بار محصول تولید کند. اگر در سال یک محصول تولید کند، این محصول در تابستان می‌رسد. اما اگر دو محصول تولید کند، اولین محصول در بهار می‌رسد و بهاره یا بریبا[1] نام دارد و دومین محصول در تابستان می‌رسد و محصول تابستانه یا اصلی[2] نامیده می‌شود (Ferguson et al., 1990). محصول اول از جوانه‌های آغازیده سال قبل بعد از زمستان‌گذرانی رشد می‌کنند و محصول دوم از جوانه‌های شاخه‌های سال جاری تولید می‌شوند (Crisosto et al., 2010). شکل میوه به نسبت قطر به طول میوه بستگی دارد، بدین‌ترتیب که اگر این نسبت کم‌تر از ۰/۹ باشد شکل میوه کشیده، بین ۰/۹ تا ۱/۱ باشد شکل میوه گرد و بیش‌تر از ۱/۱ باشد شکل میوه شلجمی خواهد بود. منظور از طول گردن فاصله بین دم میوه و بخش اصلی میوه است و یکی از صفات ریخت شناختی مهم در میوه‌ی انجیر می‌باشد. محصول بهاره کم‌تر است؛ برای مثال، در رقم کوتادریا محصول بهاره تنها ۱۰ تا ۱۵ درصد از کل محصول سالانه را تشکیل می‌دهند (Doster and Michailides, 2007).

معمولاً انجیرهای بهاره از لحاظ اندازه بزرگ‌تر از انجیرهای تابستانه هستند و تفاوت‌های جزئی در رنگ پوست و گوشت نیز دیده می‌شود (ثابت سروستانی و فقیه، ۱۳۸۰؛ سیفی و حسین‌پور، ۱۳۹۲). برای مثال، در رقم دافین، میوه‌های بهاره خیلی بزرگ و با گوشت صورتی هستند، درحالی‌که میوه‌های تابستانه اندازه متوسط و گوشت قرمز دارند. هم‌چنین، در رقم کینگ، میوه‌های بهاره بزرگ و با پوست سبز هستند، در حالی که میوه‌های تابستانه اندازه متوسط و پوست بنفش دارند (سیفی و حسین‌پور، ۱۳۹۲). به‌علاوه، میوه‌های بهاره نسبت به میوه‌های تابستانه دارای دم بزرگ‌تر و شکاف‌های بیش‌تری به هنگام رسیدن و دارای شفتچه‌های بیش‌تر و بزرگ‌تری هستند و مزه‌ی کم‌تری دارند (Doster and Michailides, 2007; Giraldo et al., 2010). Melgarejo و همکاران (۲۰۰۳)، ترکیبات قند و اسیدهای آلی را در محصول اولیه و ثانویه‌ی انجیر شناسایی کردند که بر اساس نتایج آن‌ها همه‌ی ارقام انجیر مقدار قابل توجهی از قندهای اصلی را در هر دو محصول بهاره و تابستانه نشان دادند. در محصول تابستانه میزان گلوکز و فروکتوز بیش‌تر است، ولی ساکارز، مالتوز و غلظت کل اسید بسیار کم می‌باشد. در انجیر اسید غالب اسید سیتریک است (سیفی و حسین‌پور، ۱۳۹۲).

با توجه به مطالب فوق، میوه های بهاره یا بریبا عملکرد و مزه‌ی کم‌تری دارند. در مقابل آن‌ها اندازه‌ی بزرگ‌تری داشته و در زمانی از سال عرضه می‌شوند که میوه‌های کم‌تری در بازار دیده می‌شوند و از این نظر ارزشمند هستند. لذا، بررسی تفاوت آن‌ها در ارقام بومی ایران از اهمیت زیادی برخوردار است. در این پژوهش، تفاوت‌های ریخت‌شناختی و فیتوشیمیایی میوه‌ی انجیر در دو محصول بهاره و تابستانه در سه ژنوتیپ گلبهار، کمال‌آباد و رضوان ٤١ مورد بررسی قرار گرفت.

1. Breba crop
2. Main crop

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۲-۹۱ به‌صورت فاکتوریل بر پایه‌ی طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در حومه‌ی فاضل‌آباد (۳٦ درجه و ٥٤ دقیقه عرض شمالی و ٥٤ درجه و ٤٥ دقیقه طول شرقی و با ارتفاع ۲۱۵ متر از سطح دریا) از استان گلستان صورت پذیرفت. خاک باغ مورد نظر دارای بافت لومی-رسی-سیلتی، هدایت الکتریکی ۱/۱۹ دسی‌زیمنس بر متر، اسیدیته ۷/۵، ۵/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر، ۲٥٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم پتاسیم و ۰/۰۷ درصد نیتروژن بود. فاکتور اول نوع ژنوتیپ در سه سطح (گلبهار، کمال‌آباد و رضوان ٤۱) و فاکتور دوم نوع محصول در دو سطح (بهاره و تابستانه) بود. ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از انجیرهای تازه‌خوری منطقه انتخاب و میوه‌های بهاره و تابستانه در زمان بلوغ تجاری (اوایل تیر) به‌صورت تصادفی برداشت شدند.

اندازه‌گیری صفات ریخت‌شناختی: میوه‌ها پس از چیدن به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند و صفات ریخت‌شناختی و فیتوشیمیایی آن‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. صفات ریخت شناختی شامل طول و قطر میوه، نسبت قطر به طول میوه، طول گردن، طول دم، قطر روزن و طول بخش گوشتی میوه بودند و با استفاده از وسایل اندازه‌گیری شامل خط‌کش و کولیس و بر اساس دسکریپتور انجیر (IPGRI, 2003) بررسی شدند.

سنجش مواد جامد محلول و اسیدیته میوه: مقدار مواد جامد محلول بر اساس درجه بریکس و با استفاده از رفرکترومتر دیجیتال (مدل ABBE) اندازه‌گیری شد. پس از تنظیم کردن دستگاه با آب مقطر، چند قطره از آب صاف شده میوه روی دستگاه ریخته و عدد دستگاه قرائت و ثبت شد.

جهت اندازه‌گیری اسیدیته‌ی قابل تیتراسیون موجود در آب میوه، حدود ۱۰۰ میلی‌لیتر از آب آن را بعد از عبور از صافی در داخل یک بشر خشک و تمیز ریخته و به‌وسیله پیپت، ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده به ارلن مایر انتقال داده شد و حجم آن با آب مقطر به ۸۰ میلی‌لیتر رسید. سپس ۰/۳ میلی‌لیتر معرف فنل‌فتالئین به آن افزوده شد و با هیدروکسیدسدیم ۰/۱ نرمال تیتر گردید. با توجه به این که معرف به‌کار برده شده در محیط اسیدی ارغوانی رنگ می‌شود، به‌محض مشاهده تغییر رنگ محلول، میزان سود مصرفی قرائت شد و طبق فرمول زیر میزان اسیدیته‌ی موجود در آب میوه از رابطه‌ی زیر محاسبه گردید و در نهایت بر حسب درصد بیان شد (آتشی، ۱۳۹۰).

$$\text{اسیدیته کل} = \frac{\text{حجم سود مصرفی} \times ۰/۰۰۷ \times ۱۰۰}{\text{۰/۱ نرمال (میلی‌لیتر)}}$$

وزن نمونه

سنجش آنتوسیانین: جهت تعیین میزان آنتوسیانین میوه، ۱ گرم از گوشت میوه با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی ساییده شد و عصاره‌ها برای ۲٤ ساعت در تاریکی و دمای ٤ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ٤۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت و جذب محلول رویی با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ٥۲۰ نانومتر قرائت شد. مقدار آنتوسیانین با استفاده از رابطه‌ی A=Ebc به‌دست آمد، که در آن مقدار E یا ضریب خاموشی معادل ۳۳۰۰ میلی‌مولار بر سانتی‌متر، A مقدار جذب، b عرض کووت اندازه گیری برابر با ۱ سانتی‌متر و c مقدار آنتوسیانین بر حسب مول بر گرم وزن تر گیاه می‌باشد. در نهایت میزان آنتوسیانین بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر گوشت بیان شد (Wanger, 1979).

سنجش ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها: به‌منظور اندازه‌گیری ترکیبات فنلی و فلاونوییدها، ابتدا عصاره متانولی نمونه‌ها تهیه شد. به این ترتیب که ۵ گرم از گوشت نمونه‌ها در ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد مخلوط گردید و پس از همگن‌سازی با متانول ۸۰ درصد به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسید. پس از آن نمونه‌ها به مدت ٢٤ ساعت روی دستگاه لرزاننده قرار گرفت و سپس از کاغذ صافی عبور داده شد. در نهایت از این عصاره جهت اندازه‌گیری مواد فوق استفاده شد.

برای اندازه‌گیری فنل کل ٤٠ میلی‌لیتر عصاره متانولی با ۲/۲۲ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲۰۰ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتو ترکیب گردید و پس از گذشت ۱ تا ۸ دقیقه، ٦٠ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۱ مولار به آن اضافه گردید. در ادامه، ترکیب حاصل به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد در بن‌ماری تاریک نگه‌داری شد. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ٧٦٥ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و در نهایت مقدار فنل کل طبق رابطه‌ی Y=5.306x -0.001 بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر بیان شد که در آن Y عدد قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر و x مقدار فنل است (Ebrahimzade et al., 2008).

جهت اندازه‌گیری میزان فلاونوئیدها میوه، مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره‌ی متانولی با ۱/۵ میلی‌لیتر متانول خالص و ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم کلراید و ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم یک مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر ترکیب گردید. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ٤١٠ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. در نهایت میزان فلاونوئید طبق رابطه Y=7.939x-0.037 بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر بیان شد که در آن Y عدد قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر و x مقدار فلاونوئید است (Ebrahimzade et al., 2008).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۰) انجام شد. تبدیل داده‌ها در صورت نیاز پیش از تجزیه آماری صورت گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ و نوع محصول بر صفات طول میوه، قطر میوه، شکل میوه، طول گردن، طول دم و طول بخش گوشتی معنی‌دار بود، بنابراین در این صفات مقایسه میانگین در مورد اثر متقابل ژنوتیپ و نوع محصول انجام شد. اما این اثر بر قطر روزن معنی‌دار نبود، در نتیجه در این صفت اثرات مستقل ژنوتیپ و نوع محصول ارائه شد.

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات ریخت شناختی محصول‌های بهاره و تابستانه در سه ژنوتیپ انجیر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		شکل میوه	طول میوه	قطر میوه	طول گردن	طول دم	قطر روزن	طول پالپ
ژنوتیپ	۲	۰/۰۸^{ns}	٤/۰*	۱۲/۹٤**	٥۱٤/۰***	۲۳/۱^{ns}	۱۱۲/۸۷***	۱۰/۸٥***
نوع محصول	۱	۲/۱٥**	۱۲٤/۷***	۳/۹۰**	۲٤٤٦/۰۹***	۲٥۰/۹۲***	۱۱۳/۷۱***	۱۰/۰***
ژنوتیپ*نوع‌محصول	۲	۰/۱٦**	۱۲/۰***	۳/۳۲**	۳۳۱/۲٥***	۲٥/۲***	٥/۳٤^{ns}	٥/۰۲***
خطا	۱۲	۰/۷٥	۲۷/۳۹	۱٥/٥٦	۷۷۲/۲٤	٦٤٦/۲	۱۲۸/۳۸	۱٦/۳٥

***، **، * و ^{ns} به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱، ۱ و ٥ درصد و غیرمعنی‌دار

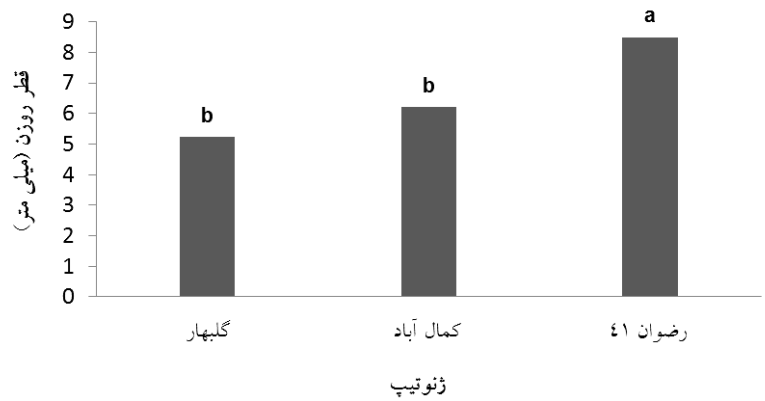
نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد که شکل میوه در هر دو ژنوتیپ گلبهار و کمال‌آباد از حالت کشیده در محصول بهاره به حالت گرد یا شلجمی در محصول تابستانه تغییر کرد و در ژنوتیپ رضوان ٤١ از میزان کشیدگی میوه کاسته شد. طول میوه‌های محصول بهاره نیز در هر سه ژنوتیپ بیش‌تر از میوه‌های محصول تابستانه بود. این حالت در مورد قطر میوه ژنوتیپ‌های کمال‌آباد و رضوان ٤١ نیز صدق می‌کند. البته این صفت در ژنوتیپ گلبهار تفاوت معنی‌داری نشان نداد. طول بخش گوشتی نیز در میوه‌های بهاره بیش‌تر از تابستانه بود؛ اگر چه در برخی موارد این اختلاف معنی‌دار نبود. به‌طورکلی می‌توان گفت میوه‌های محصول بهاره از نظر اندازه درشت‌تر از محصول تابستانه بود. اندازه طول گردن و طول دم در میوه‌های بهاره در اکثر ژنوتیپ‌ها بیش‌تر از میوه‌های تابستانه بود. از آنجا که گردن و دم اجزای نگه‌دارنده‌ی میوه روی شاخه هستند، می‌توان گفت افزایش طول گردن و دم در میوه‌های بهاره به‌دلیل بزرگ‌تر بودن اندازه این میوه‌هاست.

جدول ۲: اثر متقابل ژنوتیپ و نوع محصول بر صفات ریخت شناختی میوه در سه ژنوتیپ انجیر

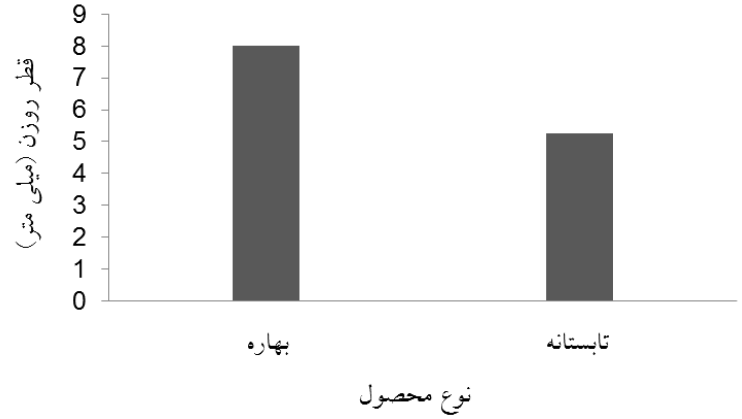
ژنوتیپ	نوع محصول	قطر به طول	طول میوه (سانتی‌متر)	عرض میوه (سانتی‌متر)	طول گردن (میلی‌متر)	طول دم (میلی‌متر)	طول بخش گوشتی (میلی‌متر)
		P=۰/۰۰۵	P<۰/۰۰۱	P=۰/۰۰۵	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱
گلبهار	بهاره	۰/٦٨٩^{c}	٦/٢٤^{b}	٤/٢٩^{b}	١٣/٥١^{b}	٩/٤٧^{c}	٣/٢٥^{c}
	تابستانه	١/١٢٤^{a}	٤/٠٠^{c}	٤/٤٢^{b}	٢/٥٠^{c}	١٠/٦٠^{bc}	٢/٩٥^{c}
کمال‌آباد	بهاره	٠/٥٢٤^{d}	٧/٢٢^{a}	٤/١٧^{b}	٢٤/٥^{a}	١٢/٧^{ab}	٤/٠٢^{ab}
	تابستانه	١/٠٤٩^{ab}	٣/٠٧^{d}	٣/١٨^{c}	٥/٣^{c}	٦/٣^{d}	٢/٣٩^{d}
رضوان ٤١	بهاره	٠/٧٦١^{c}	٦/٨١^{ab}	٥/١٤^{a}	١٣/٨^{b}	١٤/٥^{a}	٤/٣١^{a}
	تابستانه	٠/٩٩٣^{b}	٤/٥٥^{c}	٤/٤٧^{b}	٥/٧^{c}	٧/٥^{cd}	٣/٧٩^{b}

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار است.

نتایج هم‌چنین نشان داد که قطر روزن در ژنوتیپ رضوان ٤١ با تفاوت معنی‌داری بیش‌تر از دو ژنوتیپ دیگر بود (شکل ۱). ژنوتیپ گلبهار کم‌ترین قطر روزن را داشت که البته با ژنوتیپ کمال‌آباد اختلاف معنی‌دار نشان نداد. هم‌چنین قطر روزن در میوه‌های بهاره بیش‌تر از میوه‌های تابستانه بود (شکل ۲).



شکل ۱: اثر ژنوتیپ بر قطر روزن (P<۰/۰۰۱)



شکل ۲: اثر نوع محصول بر قطر روزن (P<۰/۰۰۱)

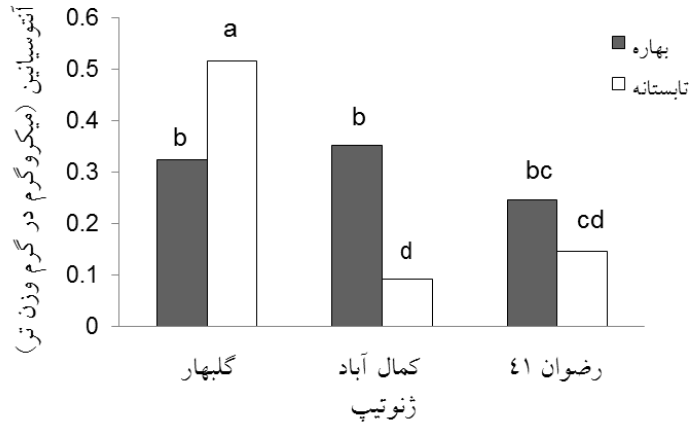
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) هم‌چنین نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ و نوع محصول در دو صفت فلاونوئیدها و آنتوسیانین معنی‌دار بود، در نتیجه در این دو صفت اثر متقابل تیمارها ارائه می‌شود. اما این اثر در اسیدیته قابل تیتراسیون، فنل و درصد مواد جامد محلول معنی‌دار نبود، بنابراین در این صفات اثرات مستقل ژنوتیپ و نوع محصول ارائه می‌گردد.

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات فیتوشیمیایی محصول‌های بهاره و تابستانه در سه ژنوتیپ انجیر

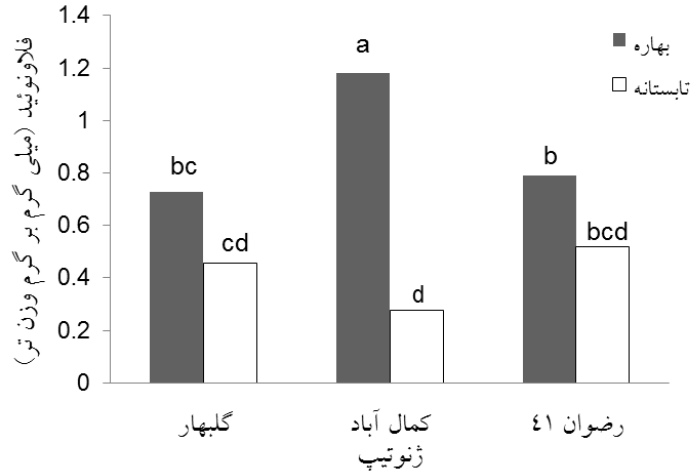
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		اسیدیته	فنول	فلاونوئید	آنتوسیانین	مواد جامد محلول
ژنوتیپ	۲	۰/۰۰۳ ***	۲/۹٤ ***	۰/۰۵۹ ns	۰/۱۷۹ ***	٦٦/۸۰ ***
نوع محصول	۱	۰/۰۰٦ ***	۱/۸۰ ***	۱/۰٤۹ ***	۰/۰۱٤ ns	۲۰٦/۷۲ **
ژنوتیپ × نوع محصول	۲	۰/۰۰۰۰۵ ns	۰/۰۵٤ ns	۰/٤۰۸ *	۰/۱۵٦ ***	٦/۹۸ ns
خطا	۱۲	۰/۰۰۰۷	۰/۸۳٦	۰/۳۵۵	۰/۰٤۵	۳٤/۱۳

***, **, * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

شکل ۳ میزان آنتوسیانین میوه را نشان می‌دهد. در ژنوتیپ گلبهار (رنگ میوه‌ی سیاه) آنتوسیانین محصول تابستانه با تفاوت معنی‌داری بیش‌تر از بهاره بوده است؛ درحالی‌که در دو ژنوتیپ دیگر (رنگ میوه قهوه‌ای) عکس این حالت مشاهده شد که می‌تواند با رنگ میوه در ارتباط باشد. میزان فلاونوئید میوه در محصول تابستانه هر سه ژنوتیپ، کم‌تر از بهاره بود (شکل ٤). در این بررسی، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در محصول تابستانه نسبت به بهاره افزایش یافت و از ۰/۰۳٦ درصد در محصول بهاره به ۰/۰۷٦ درصد (بیش از دو برابر) در محصول تابستانه تغییر کرد (جدول ٤). درصد مواد جامد محلول نیز در محصول تابستانه بیش‌تر از بهاره بود. به‌طوری‌که در محصول بهاره ۱۲/۵۱ درصد و در محصول تابستانه ۱۹/۵۸ درصد مشاهده شد. در مقابل، نتایج نشان می‌دهد که میزان فنل محصول تابستانه کم‌تر از بهاره بوده است. بیش‌ترین میزان اسیدیته و درصد مواد جامد محلول در ژنوتیپ کمال‌آباد مشاهده شد که به‌ترتیب ۰/۰۷۷ و ۱۸/۳۰ درصد بود و کم‌ترین میزان در ژنوتیپ گلبهار مشاهده شد که به‌ترتیب ۰/۰٤۳ و ۱۳/۵۸ درصد بود. ژنوتیپ رضوان دارای بالاترین میزان فنل (۱/۸۸ میلی‌گرم در گرم) بود.



شکل ۳: اثر متقابل ژنوتیپ و نوع محصول بر میزان آنتوسیانین میوه (P<۰/۰۰۱)



شکل ٤: اثر متقابل ژنوتیپ و نوع محصول بر میزان فلاونوئید میوه (P=۰/۰۱۰)

جدول ٤: اثر ژنوتیپ و نوع محصول بر اسیدیته، فنول و مواد جامد محلول در سه ژنوتیپ انجیر

	اسیدیته‌ی قابل تیتراسیون (درصد)	ترکیبات فنلی (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	مواد جامد محلول (درصد)
ژنوتیپ	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱
گلبهار	۰/۰٤۳^{b}	۰/۹۵^{b}	۱۳/۵۸^{c}
کمال‌آباد	۰/۰۷۷^{a}	۱/۱۱^{b}	۱۸/۳۰^{a}
رضوان ٤١	۰/۰۵۰^{b}	۱/۸۸^{a}	۱۵/۸۱^{b}
نوع محصول	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P=۰/۰۰۱
بهاره	۰/۰۳٦	۱/٦۳	۱۲/۵۱
تابستانه	۰/۰۷٦	۱/۰۰	۱۹/۵۸

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار است.

بحث

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که شکل میوه در هر دو ژنوتیپ گلبهار و کمال‌آباد از حالت کشیده در محصول بهاره به حالت گرد یا شلجمی در محصول تابستانه تغییر کرد و در ژنوتیپ رضوان ٤١ نیز از میزان کشیدگی میوه کاسته شد. در ارقامی که توسط Melgarejo و همکاران (۲۰۰۳) مورد مطالعه قرار گرفتند، شکل میوه در برخی ارقام، از حالت کشیده در محصول بهاره به حالت شلجمی در محصول تابستانه تغییر کرد و در سایر ارقام نیز از میزان کشیدگی میوه کاسته شد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. Ferrara و Papa (۲۰۰۳) نیز گزارش کردند که محصول بهاره‌ی اکثر ارقام مورد مطالعه شکل میوه کشیده داشتند.

طبق نتایج حاصل، طول و قطر میوه‌های محصول بهاره و هم‌چنین طول بخش گوشتی آن‌ها در هر سه ژنوتیپ بیش‌تر از میوه‌های محصول تابستانه بود، و به‌طور کلی می‌توان گفت میوه‌های محصول بهاره از نظر اندازه درشت‌تر از محصول تابستانه بود. هم‌چنین اندازه طول گردن و طول دم در میوه‌های بهاره در هر سه ژنوتیپ بیش‌تر از میوه‌های تابستانه بود. در این راستا گزارش شده است در ارقام بیاز اوراک، دالماتیک، دافین، کینگ و کونادریا نیز میوه‌های بهاره اندازه‌ی بزرگتری از میوه‌های تابستانه دارند (سیفی و حسین‌پور، ۱۳۹۲). از آنجا که گردن و دم اجزای نگه‌دارنده میوه روی شاخه هستند، می‌توان گفت افزایش طول گردن و دم در میوه‌های بهاره به‌دلیل بزرگ‌تر بودن اندازه‌ی این میوه‌هاست. Giraldo و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که در بسیاری از ارقام میوه های بهاره دم و گردن درازتری از میوه‌های تابستانه دارند که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. قطر روزن نیز در میوه‌های بهاره بیش‌تر از میوه‌های تابستانه بود. این کاهش در قطر روزن در مطالعه Sanchez و همکاران (۲۰۰۳) روی ارقام انجیر نیز دیده شد. به‌طور مثال در رقم تیوآنتونیو قطر روزن از ۳/٥٦ میلی‌متر در محصول بهاره به ۱/۹ میلی‌متر در محصول تابستانه تغییر کرد.

ثابت سروستانی و فقیه (۱۳۸۰) اظهار داشت که معمولا انجیرهای بهاره از لحاظ اندازه بزرگ‌تر از تابستانه هستند. در ارقام مورد مطالعه توسط Sanchez و همکاران (۲۰۰۳) نیز طول و قطر میوه در همه‌ی ارقام در محصول بهاره بیش‌تر از تابستانه بود که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد. در همین رابطه Veberic و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که میوه‌های بهاره از جوانه‌های آغازیده‌ی سال قبل رشد می‌کنند و میوه‌ها اوایل تابستان می‌رسند، در حالی که محصول تابستانه از جوانه‌های سال جاری تولید می‌شود. در نتیجه میوه‌های هر دو محصول بهاره و تابستانه‌ی انجیر می‌توانند از لحاظ سایز و شکل متفاوت باشند و این می‌تواند به‌دلیل شرایط آب و هوایی مختلف در طی رشد این دو محصول باشد. علاوه بر موارد یاد شده این بزرگی در اندازه می‌تواند به‌دلیل ذخیره‌ی غذایی بیش‌تر جوانه‌های سال قبل و در معرض سرما قرار گرفتن آن‌ها و هم‌چنین تعداد کم‌تر محصول بهاره و در نتیجه داشتن منابع غذایی بیش‌تر باشد. هم‌چنین، آخرین میوه‌های بهاره و اولین میوه‌های تابستانه ممکن است با یکدیگر رقابت کنند و باعث کاهش اندازه‌ی آن‌ها گردند (Crisosto et al., 2010).

نتایج هم‌چنین نشان داد که در ژنوتیپ میوه تیره‌ی گلبهار آنتوسیانین محصول تابستانه بیش‌تر از محصول بهاره بود؛ درحالی‌که در دو ژنوتیپ میوه روشن دیگر عکس این حالت مشاهده شد که می‌تواند با رنگ میوه در ارتباط باشد، به عبارت دیگر در ارقام میوه تیره شرایط گرم‌تر تابستان به سنتز بیش‌تر مواد رنگی آنتوسیاتینی می‌انجامد، در حالی که در ارقام میوه

روشن در همین شرایط بلوغ بهتر میوه، از بین رفتن کلروفیل و سایر رنگدانه‌ها را به دنبال دارد. تفاوت در روند تغییر آنتوسیاتینی در طول فصل رشد در راستای گزارش‌های قبلی است. Miletic و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که در آلو رقم استنلی در سال ۲۰۰۸ میزان آنتوسیانین در طول فصل رشد ابتدا افزایش و سپس کاهش داشت؛ در حالی که، در سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ در تمام طول فصل به روند افزایشی خود ادامه داد. در چندین گزارش دیگر نیز تغییرات در روند تجمع آنتوسیانین دیده می‌شود و می‌تواند ناشی از تفاوت ژنتیکی، شرایط آب و هوایی، فصل رشد و عملیات باغبانی باشد (Bureau et al., 2009; Usenik et al., 2009).

نتایج این تحقیق نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر میزان فلاونوئیدهای موجود در میوه‌های بهاره اختلاف معنی‌دار وجود دارد. تفاوت مشاهده شده بین ژنوتیپ‌ها در سایر ارقام انجیر نیز گزارش شده است (Nakilcioglu and Hısıl, 2013). نتایج هم‌چنین نشان داد که میزان فلاونوئید میوه در محصول تابستانه‌ی هر سه ژنوتیپ، کم‌تر از بهاره بود که با نتایج Veberic و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت. با این حال، سایر گزارش‌ها نشان داده‌اند که به‌طورکلی میزان فلاونوئیدها در طول فصل رشد افزایش می‌یابد (Macheix et al., 1990; Manach et al., 2004). افزایش فلاونوئید در طول نمو میوه در توت‌فرنگی (Cheng and Breen, 1991) و گلابی (Billot et al., 1978) نیز مشاهده شده است.

در این پژوهش، میزان اسیدیته‌ی قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول در محصول تابستانه بیش از محصول بهاره بود. Sanchez و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که میزان اسیدیته‌ی قابل تیتراسیون در محصول تابستانه‌ی رقم فلورانسا بیش‌تر از محصول بهاره آن بود درحالی‌که در رقم کلار تفاوتی نداشت. در مطالعه‌ای مشابه، درصد مواد جامد محلول رقم کلار و گوبرنادور در محصول تابستانه بیش‌تر از بهاره بود در حالی که در ارقام فلورانسا و تیوآنتونیو تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (Sanchez et al., 2003). این مسئله می‌تواند ناشی از دمای بالاتر تابستان باشد که میوه‌های تابستانه در طول آن رشد و نمو کرده‌اند و در نتیجه مواد جامد محلول بیش‌تری دارند.

ترکیبات فنلی متابولیت‌های ثانویه‌ای هستند که اثرات زیست محیطی مهم از جمله اثرات ضدسرطانی و ضدمیکروبی دارند (Garcia-Alonso et al., 2004). در هر گونه، میزان این ترکیبات می‌تواند تحت تاثیر رقم و ژنتیک، منشاء جغرافیایی، بلوغ، اقلیم، موقعیت روی درخت، عملیات باغبانی و شرایط انبارداری قرار گیرد (Spanos and Wrolstad,1992; Bureau et al., 2009; Deshmukh et al., 2011). نتایج این آزمایش نشان داد که بین ژنوتیپ‌های انجیر مورد مطالعه از نظر میزان ترکیبات فنلی تفاوت وجود دارد و میزان آن‌ها در ژنوتیپ رضوان ٤١ بیش‌تر از دو رقم دیگر است. این نتایج با سایر گزارش‌ها (Spanos and Wrolstad, 1992; Faleh et al., 2012) همخوانی دارد. Tehranifar و همکاران (۲۰۱۰) نیز بین ارقام مختلف انار تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای از این نظر مشاهده کردند. نتایج هم‌چنین نشان داد که میزان ترکیبات فنلی در میوه‌های بهاره بیش‌تر از میوه‌های تابستانه است. مطالعات نشان داده‌اند که در فلفل سبز نیز فنل کل در طول فصل رشد کاهش یافت (Navarro et al., 2006). البته نتایج بر خلاف گزارش Diaz-Mula و همکاران (۲۰۰۸) است که نشان دادند ترکیبات فنلی در هشت رقم آلو در طول فصل رشد افزایش یافت. به‌طورکلی، به نظر می‌رسد که در طول فصل رشد از بین رفتن برخی از ترکیبات فنلی و سنتز ترکیبات دیگر می‌تواند به این تغییرات تا اندازه‌ای

ضدو نقیض منجر شود (Buta and Spaulding, 1997; Raffo et al., 2002).

نتیجه‌گیری نهایی

بررسی محصول بهاره و تابستانه سه ژنوتیپ انجیر مشخص کرد که میوه‌های هر دو محصول می‌توانند از لحاظ اندازه و شکل متفاوت باشند و این می‌تواند به‌دلیل تشکیل آن‌ها بر روی دو نوع شاخه‌ی مختلف باشد. به‌طورکلی میوه‌های بهاره اندازه‌ای بزرگ‌تری از میوه‌های تابستانه داشتند و کشیده‌تر بودند. هم‌چنین از نظر میزان ترکیبات فنلی و فلاونوییدی بیش‌تری برخوردار بودند درحالی‌که میوه‌های تابستانه اندازه‌ای کوچک‌تر و میوه‌هایی گردتری داشتند و درصد مواد جامد محلول و اسیدیته در آن‌ها بالاتر بود. مطالعات آتی می‌توانند تفاوت این دو نوع محصول را از نظر سایر صفات غذایی، قابلیت انبارداری و طعم و بو مشخص نمایند.

منابع

آتشی، ص. (۱۳۹۰). اثرات محلول‌پاشی بر و ساکارز بر برخی از صفات کمی و کیفی سیب رقم رداسپار. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صفحه ۱۲٤.

ثابت سروستانی، ج. و فقیه، ح. (۱۳۸۰). انجیر، کاشت، داشت، برداشت. انتشارات راهگشا، صفحه ۲۹۲.

سیفی، ا. و حسین پور، ع. (۱۳۹۲). انجیر: گیاه‌شناسی، باغبانی و به‌نژادی، ترجمه. انتشارات نوروزی، (تالیف: فلیشمن، م)، صفحه ۱۵۳.

Aksoy, U. (1998). Why figs? An old taste and a new perspective. Acta Horticulture, 480: 25-27.

Billot, J., Hartmann, C., Macheix, J.J. and Rateau, J. (1978). Les composes phenoliques au cours de la croissance de la poire Passe-Crassane. Physiologie Végétale.

Bureau, S., Renard, C.M.G.C., Reich, M., Ginies, C. and Audergon, J.M. (2009). Change in anthocyanin concentrations in red apricot fruits during ripening. LWT-Food Science Technology. 42:372–377.

Buta, J.G. and Spaulding, D.W. (1997). Endogenous levels of phenolics in tomato fruit during growth and maturation. Journal of Plant Growth Regulators. 16:43-46.

Cheng, G.W. and Breen, P.J. (1991). Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. Journal of the American Society for Horticultural Science. 116 (5): 865-869.

Condit, I.J. (1969). *Ficus*: The exotic species. Univ. California, Division of Agricultural and Science Berkeley. USA.

Crisosto, C.H., Bremer, V., Norton, M., Ferguson, F. and Einhorn, T. (2010). Preharvest ethephon eliminates first crop figs. Horticultural Technology. 20(1): 173-178.

Datwyler, S.L. and Weiblen, G.D. (2004). Phylogenetic relationships of Moraceae from ndhF sequences On the origin of the fig. American Journal of Botany. 91: 767-777.

Deshmukh, S.R., Wadegaonkar, V.P., Bhagat, R.P. and Wadegaonkar, P.A. (2011). Tissue specific expression of anthraquinones, flavonoids and phenolics in leaf, fruit and root suspension cultures of Indian mulberry (*Morinda citrifola* L.). Plant Omics Journal. 4:6-13.

Diaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D. and Serrano, M. (2008). Changes in phytochemical and nutritive parameters and bioactive compounds during development and on-tree ripening of eight plum cultivars: A comparative study. Journal of the Science of Food and Agriculture. 88: 2499–2507.

Doster, M.A. and Michailides. T.J. (2007). Fungal decay of first-crop and main-crop figs. Plant Disease, 91:1657–1662.

Ebrahimzade, M.A., Pourmorad, F. and Hafezi, S. (2008). Antioxidant activities of Iranian corn silk. Turkish Journal of Biology, 32: 43-49.

Faleh, E., Oliveira, A.P., Valentão, P., Ferchichi, A., Silva, B.M. and Andrade, P.B. (2012). Influence of Tunisian *Ficus carica* fruit variability in phenolic profiles and in vitro radical scavenging potential. *Revista Brasileira* de Farmacognosia. 22(6): 1282-1289.

FAO. (2014). Agricultural data. Faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture, Aug. 2012.

Ferguson, L., Michailides, T.J. and Shorey, H.H. (1990). The California fig industry. Horticultural Review. 12: 409-490.

Ferrara. E. and Papa, G. (2003). Evaluation of Fig Cultivars for Breba Crop. Acta Horticulture. 605: 91-93.

Çalişkan, O. and Polat, A.A. (2011). Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey. Scientia Horticulture. 128 (4): 473-478.

García-Alonso, M., Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J.C. (2004). Evaluation of the antioxidant properties of fruits. Food Chemistry. 84: 13-18.

Giraldo, E., López-Corrales, M. and Hormaza, J.I. (2010). Selection of the most discriminating morphological qualitative variables for characterization of fig germplasm. Journal of the American Society for Horticultural Science. 135 (3): 240-249.

IPGRI, CHIEAM. (2003). Descriptors for fig. international plant genetic re-sources institute, Rome, Italy and international centre for advanced mediterranean agronomic studies, Paris, France, 52p.

Macheix, J.J., Fleurient, A. and Billot, J. (1990). Phenolics compounds in fruit processing. In: Mitra S (ed) Fruit phenolic. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C. and Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. The American Journal of Clinical Nutrition. 79(5): 727-747.

Melgarejo, P., Hernandez, F., Martinez, J.J., Sanchez, J. and Salazar, D.M. (2003). Organic acids and sugars from first and second crop fig juices. Acta Horticulture. 605: 237-239.

Miletic, N., Popovic, B., Mitrovic, O. and Kandic, M. (2012). Phenolic content and antioxidant capacity of fruits of plum cv. 'Stanley' (*Prunus domestica* L.) as influenced by maturity stage and on-tree ripening. Australian Journal of Crop Science. 6 (4): 681-687.

Nakilcioğlu, E. and Hışıl, Y. (2013). Research on the phenolic compounds in Sarilop (*Ficus carica* L.) fig variety. GIDA/The Journal of Food. 38 (5): 267-274.

Navarro, J. M., Flores, P., Garrido, C., and Martinez, V. (2006). Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. Food Chemistry. 96 (1): 66-73.

Raffo, A., Cherubino, L., Vincenzo, F., Ambrozino, P., Salucci, M., Gennaro, L., Bugianesi, R., Giuffrida, F. and Quaglia, G. (2002). Nutritional value of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* cv. Naomi F1) harvested at different ripening stages. Journal of Agriculture, Food and Chemistry, 50: 6550-6556.

Ramirez, W.B. (1974). Coevolution of Ficus and Agaonidae. The Annals of the Missouri Botanical Garden. 61:770-780.

Sanchez, M.J., Melgarejo, P., Hernandez, Fca. and Martinez, J.J. (2003). Chemical and morphological characterization of four fig tree cultivars (*ficus carica* L.) grown under similar culture conditions. Acta Horticulture. 605: 33-36.

Spanos, G.A. and Wrolstad, R.E. (1992). Phenolics of apple, pear, and white grape juices and their changes with processing and storage - a review. Journal of Agriculture, Food and Chemistry. 40: 1478-1487.

Tehranifar, A., Zarei, M., Esfandiyari, B. and Nemati, Z. (2010). Physicochemical properties and antioxidant activities of pomegranate fruit (*Punica granatum*) of different cultivars grown in Iran. Horticulture Environment and Biotechnology.51 (6): 573-579.

Usenik, V., Štampar, F. and Veberič, R. (2009). Anthocyanins and fruit colour in plums (*Prunus domestica* L.) during ripening. Food Chemistry. 114: 529-534.

Veberic, R., Colaric, M. and Stampar, F. (2008). Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. Food Chemistry. 106: 153-157.

Wanger, G.J. (1979). Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars free amino acids, and anthocyanin's in protoplast. Plant Physiology. 64: 88-93.