بررسی تغییرات فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در مراحل مختلف رسیدگی میوه تمشک (blackberry) در ژنوتیپ‌های مختلف گونه *R.Sanctus*

زهرا شمس*[۱]، سعید عشقی[۲]، عنایت‌اله تفضلی[۳]، علی قرقانی
[۱] دانشجوی دکترا علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
[۲] استاد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
[۳] دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
نویسنده مسئول: zahrashams1987@gmail.com

چکیده

گونه‌ی *R.sanctus* از مناطق شمالی با آب‌وهوای معتدل و مرطوب تا جنوب با آب‌وهوای گرم و نسبتاً خشک پراکنده شده‌است. ازآنجاکه تمشک دارای خواص آنتی‌اکسیدانی زیاد است و یکی از مهم‌ترین منابع تأمین‌کننده آنتوسیانین به دلیل دارا بودن ترکیبات فنلی و فلاونوییدی متنوع است و از طرفی دیگر نوع بافت، زمان برداشت و تغییرات آب‌وهوایی می‌تواند بر میزان و نوع ترکیبات موجود در گیاه تأثیرگذار باشد، لازم است تغییرات میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی،فنل، فلاونویید، فلاونون، آنتوسیانین را در بافت‌ها و زمان‌های مختلف رشد در گیاه و بین ژنوتیپ‌های مختلف این گیاه بررسی شود. لذا این پژوهش در دو سال پیاپی ۱۳۹۴و ۱۳۹۵ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. نمونه‌های گیاهی از کلکسیون تمشک دانشکده کشاورزی از ۴ ژنوتیپ بابلسر، نمک‌آبرود، بندرگز، ناهارخوران در سه فصل جون، آگوست و اکتبر از میوه برداشت شد. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان فنول کل، فلاونویید، فلاونون و میزان کلروفیل a,b و کل و همچنین کارتنویید اندازه‌گیری شد . نتایج نشان دادند که بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان فنل و فلاونویید و فلاونون و آنتوسیانین بود که در ماه آگوست در چهار ژنوتیپ بوده است و در ژنوتیپ بابلسر در مرحله رسیدگی کامل بیشترین میزان دیده شد. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و همچنین فنل کل و سایر ترکیبات می‌تواند علاوه بر تنوع ژنتیکی، در نتیجه تنوع در شرایط زیست‌محیطی، به‌عنوان‌مثال، دمای روز و شب ، بارش، شدت تابش در فصول و ماه‌های مختلف، طول روز، درجه حرارت، رطوبت، حاصلخیزی خاک و آبیاری می‌باشد.

***کلمات کلیدی:* آنتوسیانین، آنتی‌اکسیدان، فنل، ژنوتیپ، تمشک**

مقدمه

Rubus، که به‌صورت تجاری به نام تمشک شناخته شده‌است، یکی از متنوع‌ترین گیاهان با حدود ۷۴۰ گونه است (Zhao, 2007).گونه‌ی R.sanctus شایع‌ترین گونه در ایران است (Khatamsaz، ۱۹۹۲) و به‌طور گسترده‌ای از آب‌وهوای مرطوب در شمال ایران (منطقه دریای خزر) تا آب‌وهوای سرد در غرب و حتی برخی از آب‌وهوای نیمه‌خشک و گرم در جنوب غرب کشور توزیع شده‌است (Kaume et al., 2012). ازآنجایی‌که ممکن است کارایی ارقام تجاری و ژنوتیپ‌ها از یک منطقه به منطقه‌ی دیگر مشابه نباشد (Clark et al., 2007). بنابراین بهترین استراتژی برای پرورش و اصلاح رقمی با کیفیت بالا و سازگار برای هر منطقه ، استفاده از ارقام و ژرم‌پلاسم‌های محلی می‌باشد (Clark, 2007). اندازه‌گیری خصوصیات بیوشیمیایی و به‌خصوص ترکیبات مهم گیاه ازجمله فنل و فلاونویید و آنتوسیانین و در نهایت اندازه‌گیری میزان خواص آنتی‌اکسیدانی ژنوتیپ‌های مختلف (Clarkand Finn,2007) بنابراین تمشک که در ایران به‌صورت وحشی رشد می‌کنند در مراحل مختلف رشد جهت شناسایی بهترین ژنوتیپ از لحاظ این فاکتورها، حائز اهمیت است.

ترکیبات فنلی موجود در غذاها و میوه‌ها در طول سال‌های اخیر به دلیل داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ارزش غذایی بالا در ارتقاء سلامت مورد توجه بودند. بررسی‌های اخیر نشان داده است که در میان ترکیبات فعال زیستی، ترکیبات فنلی یکی از عوامل اصلی برای سلامت انسان هستند (Johansson et al. 2014). مطالعات بالینی نشان می‌دهد که مصرف آنتوسیانین و دیگر فلاونوئیدها در بسیاری از میوه‌ها و سبزیجات می‌تواند خطر ابتلا به چاقی، بیماری عروق کرونر قلب، و انواع مختلفی از سرطان را کاهش دهد (Thomasset et al. ,2009). از قرن ۱۶ در اروپا، از تمشک برای درمان عفونت دهان و چشم استفاده می‌کردند (Dai et al. ,2007). تمشک از لحاظ محتوای بالا در آنتوسیانین والاژیتانین[1] و همچنین سایر ترکیبات فنلی که سبب ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالا شده‌است، مورد اهمیت است (Zhao, 2007).

(Zheng, 2003)، محصولات باغی انواع توت‌ها، به‌طور خاص میوه تمشک[2] را منابع قابل‌توجهی از ترکیبات پلی‌فنولیک در رژیم غذایی انسان دانستند که میزان آنتوسیانین و ترکیبات فنلی و فلاونوییدی می‌تواند تحت تأثیر رقم، ژنوتیپ، آب و هوا، تنش، مراحل رشد و سایر عوامل محیطی تغییر کند (Connor et al.,2002). با توجه به اهمیت ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و ارزش غذایی بالای تمشک به‌عنوان یک میوه‌ریز، لازم است مطالعاتی در جهت شناسایی این ترکیبات شود. ازآنجایی‌که این ترکیبات وابسته به ژنوتیپ و همچنین مراحل مختلف رشد و نوع بافت و شرایط آب و هوایی تغییر می‌کند لذا در این پژوهش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان فنل و فلاونویید و سایر ترکیبات فنلی مانند آنتوسیانین را در ۳ مرحله‌ی مختلف رشد در میوه‌ی ۴ ژنوتیپ از گونه‌ی Sanctus مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی[3] در بهار و تابستان۱۳۹۴ و ۱۳۹۵در مزرعه و آزمایشگاه تحقیقاتی بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه (جدول ۳-۱) با مشخصات جغرافیایی ′۲۹ °۳۸ عرض جغرافیایی شمالی و ′۵۲ °۳۵ طول جغرافیایی شرقی با ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا، اجرا شد.

صفات موردمطالعه در این آزمایش شامل اندازه‌گیری IC_{50} ، فنل کل، فلاونوئید کل، فلاونوئید فلاوون، اندازه‌گیری رنگیزه‌های کاروتنوئید و کلروفیل (a، b و کل و نسبت کلروفیل a به b می‌باشد.

به‌منظور عصاره‌گیری از نمونه‌ها جهت سنجش برخی فاکتورهای بیوشیمیایی از متانول ۷۰ درصد به نسبت ۵ (گرم نمونه خشک) به ۱ (میلی‌لیتر حلال) استفاده شد (Wojdyło et al., 2007).

تعیین درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد با استفاده از آزمون DPPH[4] روش Oke et al. (۲۰۰۰) انجام شد. و سپس جذب نمونه‌ها با استفاده از روش اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد. درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد(I/) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

۱۰۰× عدد جذب شاهد/ (عدد جذب نمونه – عدد جذب شاهد) = درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد

در پایان مقدارIC_{50} به‌دست‌آمده از عصاره‌ها با میزان IC_{50}آنتی‌اکسیدان سنتزی[5] BHT به‌عنوان کنترل مثبت مقایسه گردید (Hashemi et al., 2011).

اندازه‌گیری میزان فنل کل با استفاده از معرف فولین[6] انجام شد (Wojdyło et al., 2007). سپس جذب نمونه‌ها با استفاده از روش اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۷۶۵ nm قرائت شد.

اندازه‌گیری میزان فلاونوئید کل به روش.Menichini et al(۲۰۰۹) انجام شد. درنهایت میزان جذب نور با استفاده از روش اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۱۰ nm قرائت شد. تبدیل داده‌های حاصل از جذب به غلظت‌های مختلف کوئرستین[7] با

[1] ellagitannins
[2] blackberry
1. RandomizedComplete Block Design (RCBD)
1. 2,2-diphenylpicrylhydrazyl, Sigma, Aldrich
1. Butylated hydroxytoluene (BHT)
2. Folin Ciocalteu Method
1. Quercetin

رسم منحنی استاندارد کوئرستین انجام شد و داده‌ها به‌صورت میلی‌گرم کوئرستین در صد گرم وزن خشک (mg/100g DW) بیان شدند.

میزان فلاوون به روش Popova et al. (۲۰۰۴) اندازه‌گیری شد و نتایج به‌صورت میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک (mg/100g DW) بیان گردید. جذب با استفاده از روش اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۴۲۵ nm قرائت شد. برای رسم منحنی استاندارد نیز از غلظت‌های مختلف کوئرستین استفاده شد.

اندازه‌گیری رنگیزه‌های کاروتنوئید وکلروفیل (a، b و کل) برگ

محتوای کلروفیل a، b و کل و کاروتنوئید برگ‌ها با استفاده از روش دی‌متیل‌سولفوکساید[۸]معرفی‌شده توسط HiscoxandIsraelstam (1979) اندازه‌گیری شد. درنهایت با استفاده از روش اسپکتروفتومتر جذب عصاره‌ها در طول‌موج‌های ۶۴۵، ۶۶۳ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شدند. محتوای کلروفیل و کاروتنوئید نمونه‌ها به‌صورت میلی‌گرم در هر گرم وزن تازه برگ، با استفاده از فرمول‌های ارائه‌شده توسط Gross (1991) محاسبه و گزارش شد.

رابطه - اندازه‌گیری کلروفیل a

$$\text{Chlorophyll a (mg/g.FW)} = \frac{12.7(A_{663}) - 2.69(A_{645}) \times Volumemade}{Wtofthesample}$$

رابطه- اندازه‌گیری کلروفیل b

$$\text{Chlorophyll b (mg/g.FW)} = \frac{22.9(A_{645}) - 4.68(A_{663}) \times Volumemade}{Wtofthesample}$$

رابطه - اندازه‌گیری کلروفیل کل

$$\text{Total Chlorophyll (mg/g.FW)} = \frac{20.2(A_{645}) + 8.02(A_{663}) \times Volumemade}{Wt.ofthesample}$$

رابطه -اندازه‌گیری کاروتنوئید

$$\text{Carotenoid (mg/g.FW)} = \frac{1000(A_{470}) - 1.82C_a - 85.02C_b}{198}$$

که در آن C_a مقدار کلروفیل a، C_bمقدار کلروفیل b، و Aλ جذب در طول‌موج λ (نانومتر) می‌باشد.

پس از نمونه‌برداری از صفات موردبررسی و تهیه فایل داده‌ها، به‌منظور بررسی نرمال بودن توزیع خطاها[۹] کلیه داده‌ها طبق آزمون کولموگوروف - اسمیرنوف[۱۰] به کمک نرم‌افزار SPSS مورد آزمون نرمالیته قرار گرفتند. همگن بودن واریانس درون تیماری[۱۱]توسط آزمونلون[۱۲]مقایسات میانگین با استفاده از آزمون LSD و همچنین تجزیه واریانس توسط نرم‌افزار SAS نسخه 9.4 صورت پذیرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2016 استفاده شد.

1. Dimethyl sulfoxide (DMSO)
3. Normality Test of Residuals
4. Kolmogorov–Smirnov test
5. homogeneity of variances
6. Levene's Test

نتایج

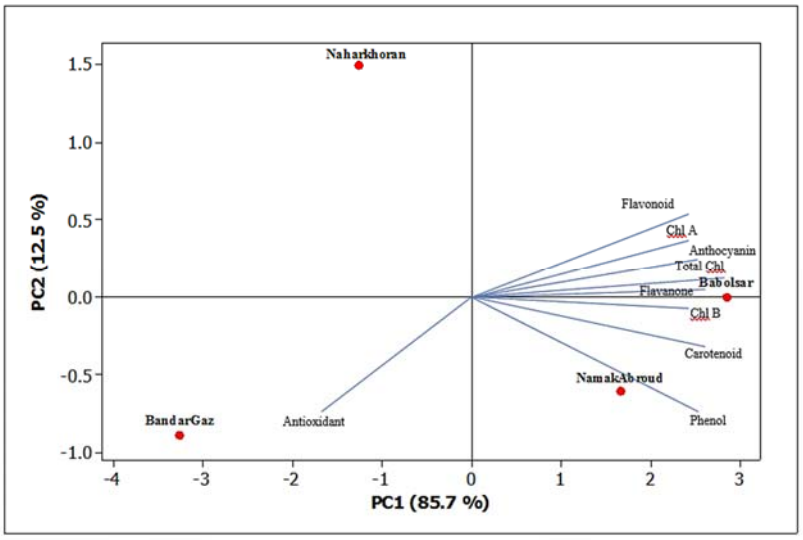
مطالعات قبلی نشان داده‌اند که انواع توت‌ها منبع خوبی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی است (Heinonen et al., 1998). این آنتی‌اکسیدان‌ها شامل ترکیبات فنلی ازجمله فلاونویید و فلاونون است و همچنین آنتوسیانین و کارتنوییدها (Cho et al., 2003). ترکیبات فنلی در میوه‌ها و سبزیجات ممکن است اثرات مفید با مهار رادیکال‌های آزاد داشته باشند (WadaandOU, 2002). بنابراین، ترکیبات فنلی ممکن است به محافظت سلول‌ها در برابر آسیب اکسیداتیو ناشی از رادیکال‌های آزاد کمک کند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای میوه گیاه تمشک به ترتیب در جدول ۱ آمده است. بر اساس نتایج حاصل، کلیه صفات اثر سال دارای اختلاف معنی‌داری نبود که بر این اساس می‌توان استدلال نمود که واکنش ژنوتیپ‌های مختلف تمشک در دو سال مورد بررسی تفاوتی نداشته و یکسان عمل کرده‌اند. همچنین همان‌گونه که از نتایج برمی‌آید اثرهای متقابل دو و سه‌جانبه سال با دیگر فاکتورهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد که نمایانگر یکسان بودن اختلاف بین ژنوتیپ‌ها و همچنین روند تغییر صفات در ماه‌های مورد بررسی در دو سال مختلف بوده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف به‌طورکلی بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد که این امر نشانگر وجود تنوع ژنتیکی بالا در بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه بود. همچنین از لحاظ اثر ماه نیز برای تمامی صفات اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. این حاکی از تفاوت در میزان ترکیبات فنلی و رنگیزه‌ها در بافت برگ در ماه‌های مختلف بوده است.

اثر متقابل ژنوتیپ×ماه در صفات بررسی شده در بافت میوه (جدول۱) حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در تمام صفات اندازه‌گیری شده بود که عملکرد متفاوت ژنوتیپ‌ها در ماه‌های مختلف را در این صفات نشان داد.

در مطالعه‌های قبلی، گزارش شده‌است که میزان محتوای فنل کل در تمشک بستگی به تغییرات فصلی، زمان برداشت، و مدت و نوع نگهداری دارد (Ancosde et al., 2000). Kahkonen et al (۲۰۰۱) گزارش کردند که محتوای فنل کل از تمشک ارقام مختلف، متفاوت است و ماده خشک، انواع توت‌ها، ژنوتیپ گیاه،دمای محیط، تنش و رشد در مکان‌ها و فصول مختلف نیز بر محتوای فنل کل تأثیرگذار است (Nes, and Skrede, 2012). تنوع در محتوای ترکیبات فنلی و فنل کل ممکن است بیش از ژنوتیپ وابسته به مرحله رشد گیاه باشد که در انگور سیاه، زغال‌اخته، تمشک و توت‌فرنگی در میوه‌ها و برگ‌ها نیز قبلاً گزارش شده‌است.

شکل ۱ نتایج مربوط به تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در بافت میوه را نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج ژنوتیپ نهارخوران در گروه دوم، ژنوتیپ بندرگز در گروه سوم، ژنوتیپ نمک‌آبرود در گروه چهارم و ژنوتیپ بابلسر به‌صورت بینابینی در گروه اول و چهارم قرارگرفته‌اند. در نتیجه ژنوتیپ بندرگز بیشتر تغییرات مربوط به آنتی‌اکسیدان، ژنوتیپ نمک‌آبرود تغییرات مربوط به کاروتنوئید، کلروفیل b و فنل را د بافت میوه نشان می‌دهد. به‌طورکلی با توجه به حالت خاص قرارگیری ژنوتیپ بابلسر و همچنین بر اساس تغییرات مربوط به صفت فلاونون و قرار خط مربوط به این صفت در این قسمت لذا ژنوتیپ بابلسر بیشتر نشان دهنده تغییرات مربوط به فلاونون در بافت میوه می‌باشد.



شکل۱-پراکنش ژنوتیپ‌های موردمطالعه تمشک بر اساس نمودار بای‌پلات حاصل از دو مؤلفه‌ی اصلی PC1,PC2 در بافت میوه

نتیجه‌گیری کلی

علاوه بر زمان نمونه‌برداری و زمان برداشت و مرحله رسیدگی، در نتیجه تنوع در شرایط زیست‌محیطی، به‌عنوان‌مثال، دمای روز و شب ، بارش، شدت تابش در فصول و ماه‌های مختلف، طول روز، درجه حرارت، رطوبت، حاصلخیزی خاک و آبیاری باشد (Nurmi et al.,1996; Thomas et al., 2006).

Table3. Analysis of variance of different biochemical and physiological traits of blackberry genotypes in fruit tissue

SOV	DF	Mean-square								
		Antioxidant	Phenol	Flavonoid	Anthocyanin	Flavanone	Chl A	Chl B	Car	Total Chl
Year	1	0.05$^{n.s}$	1.03$^{n.s}$	0.0099$^{n.s}$	0.001$^{n.s}$	0.01$^{n.s}$	1.01-E8$^{n.s}$	9.0-E8$^{n.s}$	4.4-E4$^{n.s}$	1.5-E7$^{n.s}$
Error	6	1.30	493.97	5102.13	2.45	0.06	1.01-E8	2.0-E8	0.0090	5.0-E8
Genotype	3	60.67**	16711.68**	56515.45**	5617.90**	532.01**	4.2-E5**	1.7-E5**	6.7148**	1.1-E4**
Month	2	1541.22**	62521.09**	275989.48**	254359.12**	18282.96**	9.5-E5**	3.7-E4**	53.81**	0.0025**
Genotype*Month	6	24.06**	5511.71**	21100.54**	2226.44**	57.35**	8.2-E6**	1.1-E6**	3.38**	8.6-E6**
Year*Genotype	3	0.07$^{n.s}$	0.61$^{n.s}$	0.038$^{n.s}$	0.039$^{n.s}$	0.02$^{n.s}$	2.3-E5$^{n.s}$	1.07-E8$^{n.s}$	5.3-E4$^{n.s}$	1.03-E8$^{n.s}$
Year*Month	2	0.02$^{n.s}$	0.72$^{n.s}$	0.0074$^{n.s}$	0.050$^{n.s}$	0.037$^{n.s}$	2.8-E5$^{n.s}$	1.03-E8$^{n.s}$	3.3-E4$^{n.s}$	1.03-E8$^{n.s}$
Year*Genotype*Month	6	0.03$^{n.s}$	1.09$^{n.s}$	0.0067$^{n.s}$	0.047$^{n.s}$	0.041$^{n.s}$	6.3-E4$^{n.s}$	1.06-E7$^{n.s}$	6.2-E4$^{n.s}$	1.07-E8$^{n.s}$
Error	66	0.77	490.13	6072.78	0.78	0.55	5.05-E8	6.0-E8	0.0059	1.04-E7
CV (%)	-	1.60	7.46	11.41	0.50	1.63	2.45	4.04	5.62	2.02

$^{n.s}$ and ** represent non-significan and significant at level 1%, respectively.

منابع.

Cho, M. J.; Howard, L. R.; Prior, R. L.; Clark, J. R. Flavonoidglycosides and antioxidant capacity of various blackberry and red grapegenotypes determined by high-performance liquid chromatogrphy/mass spectrometry. J. Sci. Food Agric. 2004, 84, 1771–1782.

Clark, J.R. and Finn, C.E. 2007. Blackberry Breeding and Genetics. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology 5(special issue 1):27-43.

Connor, A. M.; Luby, J. J.; Tong, C. B. S.; Finn, C. E.; Hancock, J. F. Genotypic and environmental variation in antioxidant activity, total phenolic content and anthocyanin content among blueberry cultivars. J. Am. Soc. Hort. Sci. 2002, 127, in press.

Dai, J.; Patel, J. D.; Mumper, R. J. Characterization of blackberryextract and its antiproliferative and anti-inflammatory properties. J. Med.Food 2007, 10, 258–265.

Gross, J. (1991). Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids Van Nostrand Reinhold. *New York*. 351 p.

Hashemi, M. B., Niakousari, M., & Saharkhiz, M. J. (2011). Antioxidant activity of *Satureja bachtiarica* Bunge essential oil in rapeseed oil irradiated with UV rays. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *113*(9), 1132-1137.

Heinonen, I.M., Meyer, A.S., Frankel, E.N., 1998. Antioxidant activityof berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposomeoxidation. J. Agric. Food Chem. 46, 4107–4112.

Hiscox, J. T., & Israelstam, G. F. (1979). A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Canadian journal of botany*, *57*(12), 1332-1334.

Kaume Lydia, R. Howard Luke and Devareddy Latha,The Blackberry Fruit: A Review on Its Composition and Chemistry,Metabolism and Bioavailability, and Health Benefits, J. Agric. Food Chem. 2012, 60, 5716–5727

Khatamsaz, M. 1992. Flora of Iran (family Rosaceae). Res. Inst. For. Rangelands Press 6:274-315.

Lillo, C., Lea, U. S., & Ruoff, P. (2008). Nutrient depletion as a key factor for manipulating gene expression and product formation in different branches of the flavonoid pathway. Plant, Cell & Environment, 31, 587e601

Menichini, F., Tundis, R., Bonesi, M., Loizzo, M. R., Conforti, F., Statti, G., Di Cindi, B., Houghton, P.J., & Menichini, F. (2009). The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv Habanero. *Food Chemistry*, *114*(2), 553-560.

Nigel D, Brennan R, Finn C, Howard VD. 2000. Antioxidant properties of domesticated and wild Rubus species. J Sci Food Agric 80:1307–13.

Oke, F., Aslim, B., Ozturk, S., & Altundag, S. (2009). Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Satureja cuneifolia* Ten. *Food Chemistry*, *112*(4), 874-879.

Popova, M., Bankova, V., Butovska, D., Petkov, V., Nikolova-Damyanova, B., Sabatini, A. G., Marcazzan, G.L., & Bogdanov, S. (2004). Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. *Phytochemical analysis*, *15*(4), 235-240.

Thomasset, S.; Berry, D. P.; Cai, H.; West, K.; Marczylo, T. H.;Marsden, D.; Brown, K.; Dennison, A.; Garcea, G.; Miller, A. Pilot studyof oral anthocyanins for colorectal cancer chemoprevention. Cancer Prev.Res. 2009, 2, 625–633.

Wada, L., Ou, B., 2002. Antioxidant activity and phenolid content ofOregon caneberries. J. Agric. Food Chem. 50, 3495–3500.

Wojdyło, A., Oszmiański, J., & Czemerys, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food chemistry*, *105*(3), 940-949.

Zhao, Y. 2007. Berry Fruit: Value-Added Products for Health Promotion. CRC Press. New York. USA. 430p.

Zheng W, Wang SY. 2003. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries,cranberries, chokeberries, and lingonberries. J Agric Food Chem 51:502–9.

Antioxidant Capacity of 4 Genotypes of Blackberry (*Rubus sanctus*.) Produced in Different Ripe Stage of Fruit

Zahra Shams*, Saeed Eshghei, E.A Tafazoli, Ali Ghareghani
[1]Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
**Corresponding author: zahrashams1987@gmail.com*

Abstract

A range of blackberry genotypes harvested in different seasons and regions in shiraz university were collected to determine their antioxidant capacity using DPPH. Total phenols,flavenon,flavonoid and total anthocyanins, and carotenoid and chlorophyll as well as the correlation between all these parameters, were determined for all treatments. Total phenol ranged from 229mg/100 ge dry weight in October from Naharkhoran genotype, to 350.532 mgr/100 dry weight in Aguste from Babolsar genotype. The highest concentration of flavenon and flavenoid were recorded for 'Babolsar' from Aguste and relatively low flavenon and flavenoid levels were recorded for all June treatments. Wild blackberry from Babolsar and NamakAbroud in Aguste exhibited the highest values for DPPH, total anthocyanin content. Different genotype grown in the same region/season consistently showed differences in antioxidant capacity. There was little effect of harvest season on phenolic levels. We conclude that levels of total antioxidant capacity, and polyphenols mainly depended on the genotype and not on the climate or the season. DPPH and flavenoeid content were both highly correlated with each other, and with total phenols and anthocyanin content.

***Keywords*: Antioxidant Capacity, Anthocyanins, Total Phenols, Genotypes, Blackberry**