

Evaluation of Physicochemical Traits of Thorny and Thornless Blackberries at Ripening and During Storage

Faranak Yegane¹, Feryal Varasteh^{*2}, Mahdi Alizadeh³, Yousef Ghasemi⁴

1. M.Sc. Student of Horticulture, Dept. of Horticulture, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: faranakyegane@gmail.com
2. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Horticulture, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: f.varasteh@gau.ac.ir
3. Associate Prof., Dept. of Horticulture, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: mahdializadeh@gau.ac.ir
4. M.Sc. of Horticulture, Dept. of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: ghasemiyousef83@gmail.com

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 09.24.2022

Revised: 12.13.2022

Accepted: 01.12.2023

Keywords:

Anthocyanin,
Antioxidant activity,
Flavor index,
Total phenol

ABSTRACT

Background and Objectives: Blackberry (*Rubus* sp.) from Rosacea family is a fruit that has a high value due to its unique taste and high amounts of antioxidant compounds. Blackberries contain a wide range from completely thornless to thorny cultivars with highly dense spines of varying degrees of size and curvature. Blackberry fruits decay rapidly after harvest due to high respiration rate. Considering the nutritional value and increasing needs of the consumer market, in the present research physicochemical traits of thorny and thornless blackberries at ripening and during storage were evaluated.

Materials and Methods: Thorny and thornless blackberry fruits were harvested at commercial maturity and were compared in terms of physical characteristics in the form of a completely randomized design in three replications. In addition, a factorial experiment was conducted with two factors of blackberry type (thorny and thornless) and storage period (zero, four and eight days) in the form of a completely randomized design with three replications. For this purpose, about 100 grams of thorny and thornless blackberries were placed in porous polystyrene containers and kept at a temperature of 4 ± 1 °C. The physicochemical characteristics of fruits were measured at the time of harvest (day zero) and on the fourth and eighth days of storage.

Results: The results showed that at ripening stage, thorny blackberries had higher fruit length, diameter, vitamin C, soluble solids, pH, flavor index, anthocyanin, antioxidant activity and total phenol than thornless blackberries, while titratable acidity was higher in thornless blackberries. Increasing the number of thorns by expanding the photosynthetic surface, such as vegetative traits of leaflet width, diameter and number of branches, seems to increase carbohydrate production in thorny plants, which are also used to produce secondary metabolites and phytoalexins in the plant and provides reduction of damage from pests and diseases. With increasing the storage period, soluble solids, pH, flavor index, total phenol were increased significantly, but the antioxidant activity, vitamin C and titratable acidity were decreased. Also, the highest rate of fruit weight loss (9.54%) was recorded on the eighth day of storage in thornless blackberries. In both types of blackberries, the highest amount of anthocyanin was observed on

the fourth day of storage, and the amount of anthocyanins in both thorny and thornless blackberries was decreased with increasing storage time, on the eighth day of storage as compared to the fourth day. In thorny and thornless blackberries, with the increase of storage period, at first days the amount of antioxidant activity was increased and then until the eighth day of storage, the amount of antioxidant activity was decreased, which was more in thornless blackberries than thorny blackberries.

Conclusion: The amount of total phenol in thorny blackberries was decreased with increasing storage time until the fourth day of storage and then to the eighth day of storage the amount of total phenol was increased, however in thornless blackberries the situation was vice versa so that with increasing storage time to day fourth, the amount of total phenol was increased and then until the eighth day, the amount of total phenol was decreased. Overall, thorny blackberries had a higher quality at the time of ripening and better shelf life during storage.

Cite this article: Yegane, Faranak, Varasteh, Feryal, Alizadeh, Mahdi, Ghasemi, Yousef. 2023. Evaluation of Physicochemical Traits of Thorny and Thornless Blackberries at Ripening and During Storage. *Journal of Plant Production Research*, 30 (3), 21-39.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JOPP.2023.20486.2958

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

ارزیابی میوه‌های تمشک سیاه خاردار و بی‌خار از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی در زمان بلوغ و طی انبارمانی

فرانک یگانه^۱، فریال وارسته^{۲*}، مهدی علیزاده^۳، یوسف قاسمی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: faranakyegane@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: f.varasteh@gu.ac.ir
۳. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: mahdializadeh@gu.ac.ir
۴. کارشناس ارشد باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
رایانامه: ghasemiyousef83@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: تمشک سیاه (<i>Rubus sp.</i>) از خانواده گل‌سرخیان، میوه‌ای است که به دلیل عطر و طعم منحصر به فرد و مقادیر بالایی از ترکیب‌های آنتی‌اکسیدان از ارزش زیادی برخوردار است. تمشک سیاه دارای طیف وسیعی از ارقام به طور کامل بی‌خار تا خاردار با خارهای بسیار متراکم با مقادیر مختلف اندازه و انحنای میوه‌های تمشک پس از برداشت به دلیل سرعت تنفس بالا به سرعت از بین می‌روند. با توجه به ارزش غذایی و نیاز روزافزون بازار مصرف، در پژوهش حاضر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه تمشک سیاه خاردار و بی‌خار در زمان رسیدن و طی نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۰۲	مواد و روش‌ها: میوه‌های تمشک سیاه خاردار (<i>Rubus fruticosus</i>) و بی‌خار (<i>R. laciniatus</i>) در زمان رسیدن تجاری برداشت شده و از نظر ویژگی‌های فیزیکی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با هم مقایسه شدند. به علاوه آزمایشی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور نوع تمشک سیاه (خاردار و بی‌خار) و دوره انبارمانی (صفر، چهار و هشت روز) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. به این منظور حدود ۱۰۰ گرم میوه تمشک سیاه خاردار و بی‌خار در هر تکرار در ظروف پلی‌استایرن منفردار قرار داده شد و در دمای 1 ± 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه‌ها در زمان برداشت (روز صفر) و در روزهای چهارم و هشتم انبارمانی اندازه‌گیری شد.
واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، شاخص طعم، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۲	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۲	

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میوه تمشک سیاه خاردار نسبت به بی‌خار در زمان رسیدن طول، قطر، ویتامین‌ث، مواد جامد محلول کل، اسیدیته، شاخص طعم، آنتوسیانین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل بیش‌تری داشت در حالی‌که اسید قابل‌تیترا در تمشک بی‌خار بالاتر بود. با افزایش طول دوره انبارمانی مواد جامد محلول کل، اسیدیته و شاخص طعم به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ولی ویتامین‌ث و اسید قابل‌تیترا کاهش یافت. هم‌چنین میزان بالاتر کاهش وزن در روز هشتم انبارداری در تمشک بی‌خار (۹/۵۴ درصد) نسبت به تمشک خاردار (۲/۱۶ درصد) ثبت شد. در هر دو نوع تمشک، بیش‌ترین میزان آنتوسیانین در روز چهارم انبارداری مشاهده شد و میزان آنتوسیانین با افزایش مدت نگهداری، کاهش یافت. در تمشک خاردار و بی‌خار با افزایش دوره انبارمانی ابتدا میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش پیدا کرد و سپس تا روز هشتم انبارمانی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش پیدا کرد که این کاهش در تمشک بی‌خار بیش‌تر از تمشک خاردار بود.

نتیجه‌گیری: میزان فنل کل در تمشک خاردار با افزایش زمان انبارمانی تا روز چهارم کاهش پیدا کرد و از روز چهارم تا روز هشتم انبارمانی میزان فنل کل افزایش یافت، اما در تمشک بی‌خار بر خلاف آن مشاهده شد به‌طوری‌که با افزایش زمان انبارمانی تا روز چهارم میزان فنل کل افزایش یافت و پس از آن تا روز هشتم میزان فنل کل کاهش نشان داد. در مجموع، تمشک سیاه خاردار کیفیت بالاتری در زمان رسیدن و ماندگاری بهتری در طی انبارمانی نشان داد.

استناد: یگانه، فرانک، وارسته، فریال، علیزاده، مهدی، قاسمی، یوسف (۱۴۰۲). ارزیابی میوه‌های تمشک سیاه خاردار و بی‌خار از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی در زمان بلوغ و طی انبارمانی. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۳۰ (۳)، ۳۹-۲۱.

DOI: 10.22069/JOPP.2023.20486.2958



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

تمشک سیاه از نظر گیاه‌شناسی از خانواده گل‌سرخیان و جنس *Rubus* است، که به دو صورت وحشی و اصلاح شده در جنگل‌های شمال کشور، دامنه‌های شمالی و جنوبی البرز و نواحی غرب کشور به فراوانی یافت می‌شود (۱). ریشه و طوقه تمشک دائمی، ولی شاخه‌ها دوساله است. هر شاخه در سال اول رشد رویشی و در سال دوم تولید گل می‌نماید (۲). تمشک علاوه بر طعم و مزه بسیار مطلوب و بی‌نظیر حاوی مقادیر بالای ترکیبات ضداکسایش مانند اسید آسکوربیک، آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی می‌باشد که رادیکال‌های آزاد را مهار کرده و می‌تواند نقش به‌سزایی در کاهش خطر ابتلا به انواع سرطان، بیماری‌های قلبی و بسیاری از بیماری‌های مزمن داشته باشد (۳، ۴). تمشک محصولی است که به دلیل عطر و طعم منحصر به فرد، نیاز آب و هوایی خاص برای رشد و هزینه‌های بالای تولید، قیمت بالایی دارد. ارقام تمشک سیاه دارای تفاوت‌هایی مانند تاریخ رسیدن، طعم میوه، شکل، اندازه و رنگ هستند (۵). تمشک‌های سیاه طیف وسیعی از ارقام کاملاً بی‌خار تا ارقامی با خارهای بسیار متراکم با درجات مختلفی از اندازه و انحنا را شامل می‌شوند (۶). خار از جمله صفات کلیدی در تمشک‌های سیاه خاردار است و در کلیدهای گیاه‌شناسی معیاری دقیق برای تفکیک گونه‌های تمشک محسوب می‌شود (۷). با توجه به این‌که خارها در تمشک منشاء اپیدرمی دارند، به نظر می‌رسد که افزایش تعداد خار با گسترش سطح فتوسنتزکننده، هم‌چون ویژگی‌های رویشی، عرض برگ‌چه انتهایی، قطر و تعداد شاخه، زمینه افزایش تولید کربوهیدرات‌ها در بوته‌های خاردار را فراهم می‌سازد، این مواد نیز برای تولید متابولیت‌های ثانویه و فیتوالکسین‌ها در گیاه به‌کار گرفته می‌شود و زمینه کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها را فراهم می‌کند.

ارقام بی‌خار در کشت تجاری با استقبال بیشتری روبه‌رو شده‌اند، ولی اغلب کیفیت میوه ارقام خاردار بالاتر است. نمونه‌های خاردار ضمن برخورداری از کیفیت بالاتر، از میزان خسارت کم‌تری ناشی از حمله آفات و بیماری‌ها برخوردار هستند (۲، ۵). در پژوهشی که روی تعدادی توده‌های تمشک سیاه جمع‌آوری شده در استان مازندران انجام شده مشخص گردید در رقم‌های خاردار نسبت به رقم‌های بی‌خار نیاز سرمایی کم‌تر، شمار گل در خوشه و اسیدیته کم‌تر، اما زودرس‌تر، مواد جامد محلول بیش‌تر و طول شاخه گل‌دهنده بیش‌تر است (۸). در بررسی عملکرد و رشد و ویژگی‌های تمشک‌های جمع‌آوری شده در کلکسیون ژنوتیپ‌های تمشک دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه، همبستگی از نوع مثبت و معنی‌دار بین صفات تعداد گره با طول شاخه، طول خار شاخه با طول شاخه، تاریخ گلدهی و مواد جامد محلول کل و نوع خار با طول دمبرگ، فنل کل با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و از نوع منفی و معنی‌دار بین برخی دیگر از صفات مانند طول خار با ضخامت خار و نوع خار با طول شاخه، مواد جامد محلول کل، تاریخ گلدهی و میوه‌دهی و اسید آسکوربیک با مواد جامد محلول کل گزارش شده است (۹). یک مشکل شایع برای میوه‌های ریز فساد سریع آن‌ها می‌باشد که در یک دوره سریع رسیده و به مرحله پیری می‌رسند و در نتیجه انبارداری و بازاریابی مناسب آن‌ها با مشکل مواجه می‌شود (۱۰). دما، رطوبت، سرعت تنفس بعد از رسیدن میوه، حساسیت به آلودگی‌های قارچی از عوامل مؤثر در کاهش زمان ماندگاری میوه‌ها از جمله تمشک هستند (۱۱). زمان ماندگاری میوه تمشک سیاه به علت بالا بودن سرعت تنفس بعد از رسیدن بسیار کوتاه می‌باشد و به دلیل از دست دادن استحکام خود، قابلیت ماندگاری، نگهداری و حمل و نقل را ندارد و پس از برداشت سریع فاسد

کیفی در طی دوره انبارمانی برای تعیین مناسب‌ترین مدت زمان برای نگهداری میوه هر رقم با کیفیت مطلوب مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و طرح آزمایشی: میوه‌های تمشک سیاه خاردار (*Rubus fruticosus*) و بی‌خار (*R. laciniatus*) از درخت‌چه‌های باغی واقع در شهرستان قائم‌شهر، استان مازندران که در شرایط یکسان محیطی، تغذیه و آبیاری پرورش یافته بودند، برداشت شد. برداشت میوه‌های تمشک سیاه خاردار در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۸ و تمشک سیاه بی‌خار در تیر ماه در زمان رسیدگی و رنگ‌گیری کامل آن‌ها در هوای خنک اوایل صبح انجام شد و بلافاصله میوه‌ها با مراقبت کامل در طی حمل و نقل و جابه‌جایی، به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال یافتند. پژوهش حاضر در دو بخش انجام شد. در بخش اول، میوه‌های تمشک سیاه خاردار و بی‌خار در زمان رسیدگی کامل از نظر خصوصیات فیزیکی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با هم مقایسه شدند. در بخش دوم، آزمایشی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور نوع تمشک سیاه (خاردار و بی‌خار) و دوره انبارمانی (صفر، چهار و هشت روز) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به منظور تعیین مناسب‌ترین زمان برای نگهداری میوه با کیفیت مطلوب انجام شد. به این منظور حدود ۱۰۰ گرم میوه تمشک خاردار و بی‌خار در هر تکرار در ظروف پلی‌استایرن منفذدار با ابعاد ۴×۱۲×۱۸ سانتی‌متر قرار داده شد و در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰±۵ درصد نگهداری گردید. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه‌ها در زمان برداشت (روز صفر) و در روزهای چهارم و هشتم انبارمانی اندازه‌گیری شد.

می‌شود. میزان ماندگاری آن کم‌تر از یک هفته می‌باشد. علی‌رغم این موضوع در ایران اقدام چندانی در صنایع تبدیلی و بسته‌بندی برای این محصول انجام نشده است، بنابراین بیش از ۴۰ درصد این محصول پرارزش قبل از رسیدن به دست مصرف‌کننده از بین می‌رود (۱، ۱۲). استفاده از بسته‌بندی تحت اتمسفر تغییر یافته و افزایش غلظت پرکلرین اثر مثبتی در حفظ خصوصیات کیفی میوه تمشک نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد داشته و اثر منفی زمان را بر خصوصیات کیفی میوه تمشک کاهش می‌دهد (۱). در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد، میوه تمشک می‌تواند تنها ۴۸ ساعت پس از برداشت قابل عرضه باشد، بنابراین نگهداری در دمای مناسب می‌تواند طول دوره عرضه محصول به بازار را افزایش دهد (۱۳). نگهداری میوه تمشک به مدت طولانی باعث اثر منفی در کیفیت آن شده به طوری که با افزایش مدت انبارمانی فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن کاهش و میزان اسیدیتته آن افزایش پیدا می‌کند (۱۴). عمر انبارمانی میوه تمشک در دمای پایین‌تر افزایش یافته و کاهش کیفیت کلی در تمشک در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌داری بیش‌تر از دماهای صفر و ۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. نگهداری تمشک سیاه در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و تولید مواد زیست‌فعال در مقایسه با نگهداری در دمای صفر درجه سانتی‌گراد گردید (۱۵). در پژوهشی چنین بیان شد که تمشک سیاه را در صورت نگهداری در دمای یخچال حداکثر تا هشت روز می‌توان نگهداری نمود و ظروف پلاستیکی از جهت حفظ طعم، اندازه و بازاریابندی میوه بر ظروف تجدیدپذیر ارجحیت دارد (۱۳). در این پژوهش برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مؤثر در کیفیت میوه تمشک سیاه خاردار و بی‌خار در زمان رسیدن میوه بررسی شد. هم‌چنین این ویژگی‌های



شکل ۱- ساقه و میوه ارقام اهلی تمشک سیاه خاردار (چپ) و بی‌خار (راست).

Fig. 1. Stem and fruit of domestic cultivars of thorny blackberry (left) and thornless (right).

اسید قابل تیتر: برای تعیین اسید قابل تیتر میوه از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به پی‌اچ ۸/۱ استفاده شد. پس از قرار دادن میزان سود مصرفی در رابطه ۲، اسید قابل تیتر براساس میلی‌گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ گرم بافت میوه محاسبه و نتایج به صورت درصد بیان گردید (۱۶).

$$TA = \frac{100 \times M \times N \times V}{S \times n} \quad (2)$$

در این معادله، TA مقدار اسید قابل تیتر براساس میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم نمونه، M وزن مولکولی اسید غالب، N ظرفیت اسید غالب، V حجم سود مصرفی، S وزن نمونه عصاره‌گیری شده، N نرمالیت سود مصرفی می‌باشد.

شاخص طعم: از تقسیم مواد جامد محلول (TSS) بر اسید قابل تیتر (TA)، شاخص طعم میوه محاسبه شد. **اسیدیته:** برای اندازه‌گیری اسیدیته میوه، ابتدا دستگاه pH متر دیجیتال با استفاده از محلول‌های استاندارد با pH ۴ و ۷ کالیبره و سپس اسیدیته عصاره قرائت گردید.

ارزیابی ویژگی‌ها

ویژگی‌های فیزیکی میوه: طول و قطر میوه‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال و بر حسب میلی‌متر و وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. حجم میوه‌ها به روش جابه‌جایی آب اندازه‌گیری شد. بدین‌منظور در یک استوانه مدرج مقدار مشخصی آب ریخته شد و میوه در داخل استوانه مدرج قرار داده شد. مقدار آب جابه‌جا شده نشان‌دهنده حجم میوه می‌باشد. تعداد شفتچه‌ها نیز در هر دو نوع تمشک شمارش گردید.

درصد کاهش وزن: برای اندازه‌گیری درصد کاهش وزن، وزن میوه‌ها در ابتدای آزمایش و پس از خروج از یخچال با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و سپس درصد کاهش وزن از رابطه ۱ محاسبه گردید (۱۶).

$$(1) \quad \text{درصد کاهش وزن} = \frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه}}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

مواد جامد محلول کل: اندازه‌گیری غلظت مواد جامد محلول کل میوه با استفاده از دستگاه رفراکتومتر بر حسب درصد بریکس انجام شد.

۱۱۶۰ میکرولیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتیو اضافه گردید. پس از ۵ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر محلول کربنات سدیم ۲۰ درصد به محلول مذکور اضافه گردید و نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و سپس جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر خوانده شد. نتایج بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم نمونه خشک محاسبه گردید (۱۹).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی: میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه، با استفاده از معرف دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) تعیین شد. به این منظور ابتدا ۱ میلی‌لیتر از محلول DPPH با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار (۴ میلی‌گرم DPPH به ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول) به لوله آزمایش منتقل و سپس ۱ میلی‌لیتر از عصاره متانولی تهیه شده به آن اضافه شد. لوله‌های آزمایش به مدت ۳۰ دقیقه در محیط تاریک قرار داده شد و میزان جذب نمونه‌ها بلافاصله با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد. علاوه بر نمونه‌های مذکور یک لوله آزمایش به عنوان شاهد در نظر گرفته شد که تنها حاوی ۱ میلی‌لیتر DPPH و ۱ میلی‌لیتر متانول بود. کالیبره کردن دستگاه اسپکتروفتومتر با متانول انجام شد. سپس با استفاده از رابطه ۴ درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی محاسبه شد (۲۰).

$$\text{فعالیت آنتی‌اکسیدانی} = \frac{\text{عدد جذب نمونه}}{\text{عدد جذب شاهد}} \times 100 \quad (4)$$

عدد جذب شاهد -

تجزیه آماری داده‌ها: داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌های هر صفت نیز با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

ویتامین‌ث: ویتامین‌ث میوه به وسیله تیتراسیون با محلول ید اندازه‌گیری شد. به منظور تیتراژ کردن نمونه‌های آب‌میوه، ۲۰ میلی‌لیتر از نمونه آب‌میوه به همراه ۱۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر و یک میلی‌لیتر از محلول نشاسته ۰/۵ درصد با هم ترکیب شد و این ترکیب با محلول ید تا زمان ظهور رنگ آبی تیره تیتراژ گردید و با توجه به این‌که هر میلی‌لیتر از معرف مصرفی نشانگر وجود ۰/۸۸ میلی‌گرم اسید آسکوربیک (ویتامین ث) است، مقدار ویتامین ث بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیان گردید (۱۷).

آنتوسیانین کل: اندازه‌گیری آنتوسیانین کل میوه با روش وانگر (۱۹۷۹) با کمی تغییر صورت پذیرفت. بدین صورت که یک گرم از نمونه را با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی ساییده و عصاره برای ۲۴ ساعت در تاریکی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (دمای یخچال) قرار داده شد. پس از این، مدت ۱۰ دقیقه با ۴۰۰۰ دور عصاره را سانتریفیوژ نموده و جذب محلول رویی با استفاده از اسپکتروفتومتر، در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد. در نهایت میزان آنتوسیانین کل از رابطه ۳ محاسبه و برحسب میکرومول در گرم وزن تر بیان گردید (۱۸).

$$A = \epsilon bc \quad (3)$$

در این معادله، A مقدار جذب، ϵ ضریب خاموشی معادل 3300 mMcm^{-1} ، b عرض کووت اندازه‌گیری برابر ۱ سانتی‌متر، c آنتوسیانین برحسب مول بر گرم وزن تر می‌باشد.

فنل کل: برای اندازه‌گیری میزان فنل کل در گوشت میوه، به ازای هر گرم نمونه تازه ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد اضافه گردید و به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر گذاشته شد و بعد از صاف کردن عصاره، از عصاره تهیه شده ۲۰ میکرولیتر برداشته شد و به آن

نتایج و بحث

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی میوه‌های تمشک خاردار و بی‌خار در زمان رسیدن: نوع تمشک بر طول و قطر میوه تمشک در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت، اما اثر نوع تمشک بر وزن، حجم و تعداد شفت‌چه معنی‌دار نبود (جدول ۱). طول میوه در تمشک خاردار و بی‌خار به ترتیب برابر ۱۹/۶ و ۱۳/۸ میلی‌متر و قطر میوه در تمشک خاردار و بی‌خار به ترتیب برابر ۱۸/۲ و ۱۲/۳ میلی‌متر بود. اندازه میوه تمشک می‌تواند تابعی از تعداد برچه

(شفتچه) باشد، نتایج نشان داد تعداد شفتچه‌ها با وزن میوه در ارقامی مانند 'ماریون' هم‌بستگی دارد (۲۱). در پژوهش حاضر تفاوتی از نظر وزن و تعداد شفت‌چه در بین دو نوع تمشک وجود نداشت. در پژوهشی که روی سه رقم زودرس و دیررس و میان رس تمشک سیاه صورت گرفت، در صفات مرتبط با اندازه میوه و رشد زایشی مطلوب، رقم زودرس دارای برتری معنی‌داری نسبت به دو رقم دیگر بود و وزن تک میوه در رقم (زودرس) سیلوان تفاوت معنی‌داری با رقم ماریون (میان‌رس) داشته و میوه آن درشت‌تر است (۲۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات فیزیکی در میوه تمشک سیاه خاردار و بی‌خار در زمان رسیدن.

Table 1. Analysis of variance of fruit physical traits in thorny and thornless blackberries at ripening.

تعداد شفت‌چه Number of drupelet	حجم میوه Fruit volume	قطر میوه Fruit diameter	طول میوه Fruit length	وزن تر میوه Fruit fresh weight	درجه آزادی Df	منابع تغییر S.O.V
180 ^{ns}	2.3 ^{ns}	17.1 ^{**}	165.8 ^{**}	38.3 ^{ns}	1	نوع تمشک Blackberry type
77.8	1.3	5.2	9.8	1.27	6	خطا Error
22.3	31.8	14.9	18.7	31.3	-	ضریب تغییرات (درصد) CV%

^{**} معنی‌دار در سطح یک درصد و ^{ns} غیر معنی‌دار

^{**}Significant at $P \leq 0.01$, ^{ns} Non Significant

ارزیابی تغییرات بیوشیمیایی میوه‌های تمشک خاردار و بی‌خار در طی انبارداری: اثر نوع تمشک بر میزان کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسید قابل‌تیترا، ویتامین‌ث، اسیدیت، شاخص طعم، مواد فنلی کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و اثر زمان انبارداری بر میزان کاهش وزن، آنتوسیانین کل، اسید قابل‌تیترا، ویتامین‌ث، اسیدیت، شاخص طعم و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر متقابل نوع تمشک و زمان انبارداری بر میزان کاهش وزن، اسید قابل‌تیترا، ویتامین‌ث، شاخص طعم، مواد

فنلی کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال ۱ درصد و بر میزان آنتوسیانین در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین میزان کاهش وزن میوه (۹/۵۴ درصد) در روز هشتم انبارداری در تمشک بی‌خار مشاهده شد (شکل ۲). از دست دادن رطوبت در اثر تنفس و تبخیر، مهم‌ترین علت کاهش وزن میوه در دوره پس از برداشت می‌باشد که در تمشک به دلیل نداشتن لایه محافظتی روی میوه بیش‌تر است (۱۳).

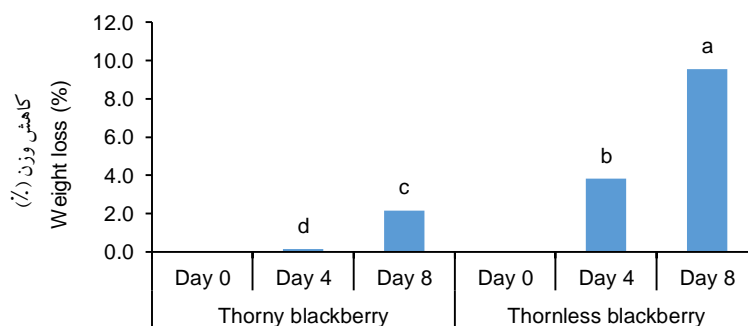
جدول ۲- تجزیه واریانس صفات فیزیکوشیمیایی میوه تمشک سیاه خاردار و بی‌خار در طی زمان انبارمانی.

Table 2. Analysis of variance of physicochemical fruit traits of thorny and thornless blackberries during storage time.

فصل کل Total phenol	فعالیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant activity	آنتوسیانین کل Total anthocyanin	pH	ویتامین C Vitamin C	شاخص طعم Flavor index	اسید قابل تیتر Titratable acidity	مواد جامد محلول Total soluble solids	کاهش وزن Weight loss	درجه آزادی Df	منابع تغییر S.O.V
44.1**	527.9**	0.000000005 ^{ns}	0.81**	1.23**	6228.5**	1.07**	8.26**	61.16**	1	نوع تمشک Blackberry type
15.08 ^{ns}	5562.7**	0.000000006**	0.11**	1.2**	2053.9**	1.37**	0.78 ^{ns}	53.13**	2	زمان انبارداری Storage time
97.01**	946.4**	0.000000001*	0.01 ^{ns}	0.68**	1871.6**	1.004**	0.22 ^{ns}	20.39**	2	نوع تمشک × زمان انبارداری Blackberry type × Storage time
4.23	42.6	0.000000002	0.004	0.02	107.9	0.009	0.68	0.0011		خطا Error
13.6	14.08	6.83	2.28	17.2	36.05	10.4	7.57	1.27		ضریب تغییرات (درصد) CV%

^{ns} غیر معنی دار، * معنی دار در سطح پنج درصد، ** معنی دار در سطح یک درصد

^{ns} Non Significant, *Significant at $P \leq 0.05$, **Significant at $P \leq 0.01$

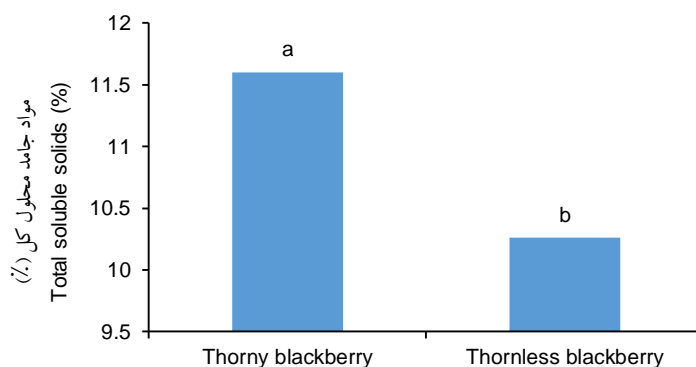


شکل ۲- اثر متقابل نوع تمشک و زمان انبارداری بر میزان کاهش وزن.

Fig. 2. The interaction effect of blackberry type and storage time on weight loss.

بی‌خار دارای مواد جامد محلول بیش‌تری بودند (۸). بر اساس نتایج پژوهش حاضر مواد جامد محلول با افزایش مدت انبارداری افزایش پیدا کرد هر چند تفاوت معنی‌داری بین روزهای اول و چهارم و هشتم مشاهده نگردید. مواد جامد محلول در گیاه تمشک با افزایش طول دوره نگهداری افزایش پیدا می‌کند و این امر می‌تواند بر انبارداری بلندمدت گیاهان خانواده تمشک اثر منفی داشته باشد (۲۵).

میزان مواد جامد محلول تمشک خاردار (۱۱/۶ درصد) نسبت به تمشک بی‌خار (۱۰/۲۶ درصد) بالاتر بود (شکل ۳). درصد مواد جامد محلول یکی از صفات کیفی میوه و از شاخص‌های مهم کیفیت محصول محسوب می‌شود (۲۳). در پژوهش رحمن‌زاده ایشکه و همکاران (۲۰۲۱)، میزان مواد جامد محلول میوه تمشک ۱۲/۶ درصد گزارش شد (۲۴). در توده‌های تمشک سیاه جمع‌آوری شده در استان مازندران، رقم‌های خاردار نسبت به رقم‌های



شکل ۳- اثر نوع تمشک بر میزان مواد جامد محلول.

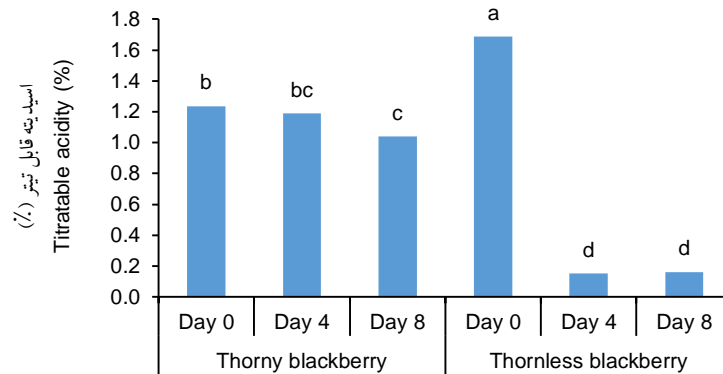
Fig. 3. Effect of blackberry type on total soluble solids.

می‌باشد که با غلظت اسیدهای آلی غالب موجود در میوه به‌طور مستقیم در ارتباط می‌باشد (۲۶). در این پژوهش میزان اسید قابل تیتر برای رقم خاردار ۱/۱۵ درصد به دست آمد که با آزمایش رحمن‌زاده ایشکه و همکاران (۲۰۲۱) که مقدار اسید قابل تیتر برای نوعی تمشک سیاه وحشی خاردار را ۱/۱۴ درصد گزارش کرده بودند (۲۴)، مطابقت داشت و در حالی‌که در پژوهش حاضر اسید قابل تیتر برای تمشک بی‌خار ۰/۶۶ درصد بود. به‌طور معمول اسیدهای آلی با افزایش زمان نگهداری، در اثر تنفس و یا تبدیل شدن به قندها کاهش می‌یابند و کاهش آن‌ها رابطه مستقیم با فعالیت متابولیکی دارد، حفظ اسیدهای آلی در میوه‌ها

در هر دو نوع تمشک با افزایش مدت زمان انبارداری از میزان اسید قابل تیتر کاسته شد به طوری که در هر دو نوع تمشک بیش‌ترین میزان اسید قابل تیتر در روز اول انبارداری مشاهده شد، هر چند کاهش اسید قابل تیتر در تمشک خاردار بسیار بیش‌تر از تمشک بی‌خار بود (شکل ۴). با افزایش در زمان انبارداری میزان شاخص طعم افزایش پیدا کرد اما در تمشک بی‌خار با افزایش در زمان انبارداری میزان شاخص طعم ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا کرد. در هر دو نوع تمشک بین روز چهارم و هشتم انبارداری از نظر شاخص طعم تفاوتی وجود نداشت (شکل ۵). اسید یک پارامتر مهم در کیفیت میوه

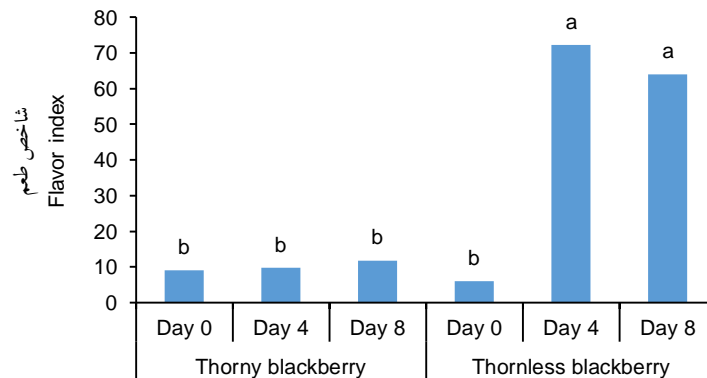
فعالیت‌های عادی یک محصول در طول انبارمانی، مصرف می‌شوند (۲۹). در بررسی صفات کیفی پنج رقم تمشک سیاه، اسید مالیک به‌عنوان اسید آلی اصلی تمشک شناسایی شد، اسید آسکوربیک در بعضی از ارقام بسیار کم و در بعضی از ارقام مشاهده نشد و اسید سیتریک نیز در میوه‌های هیچ کدام از این پنج رقم مشاهده نشد. هم‌چنین بالاترین نسبت قند به اسید در رقم بی‌خار گزارش شد (۳۰).

نتیجه کاهش سرعت فرآیندهای مربوط به رسیدن و پیری و کاهش سرعت تنفس و سایر فعالیت‌های متابولیکی می‌باشد. هم‌چنین می‌تواند به‌دلیل نفوذپذیری کم اکسیژن و ایجاد اتمسفر تغییر یافته و میزان تنفس کم‌تر و در نتیجه جلوگیری از اکسیداسیون اسیدهای آلی باشد (۲۷). پژوهش‌گران بیان کرده‌اند کاهش میزان اسید قابل تیتر ضمن نگهداری طولانی‌مدت در انبار به خاطر مصرف آن در تنفس می‌باشد (۲۸). در واقع اسیدهای آلی توسط فرآیند تنفس برای حمایت



شکل ۴- اثر متقابل نوع تمشک و زمان انبارداری بر میزان اسید قابل تیتر.

Fig. 4. The interaction effect of blackberry type and storage time on titratable acidity.

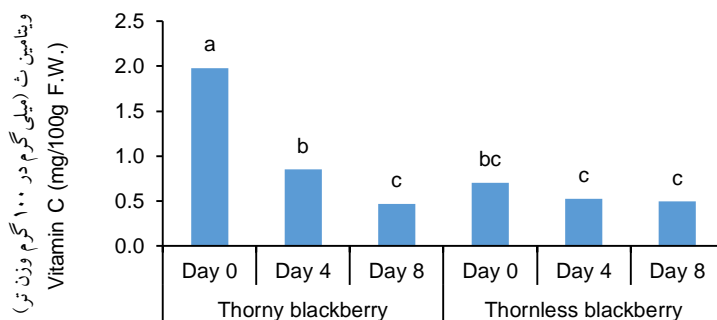


شکل ۵- اثر متقابل نوع تمشک و زمان انبارداری بر میزان شاخص طعم.

Fig. 5. The interaction effect of blackberry type and storage time on flavor index.

اول تا روز هشتم انبارداری میزان ویتامین ث از ۱/۹۸ به ۰/۴۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن نمونه رسید اما در تمشک بی‌خار طی انبارداری میزان ویتامین ث از ۰/۷۰ به ۰/۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن نمونه رسید.

میزان ویتامین ث در ابتدای انبارداری در تمشک خاردار بیش از دو برابر تمشک بی‌خار بود (شکل ۶). در هر دو نوع تمشک با افزایش زمان انبارداری میزان ویتامین ث کاهش پیدا کرد اما این کاهش در تمشک خاردار بسیار شدیدتر بود، در تمشک خاردار از روز

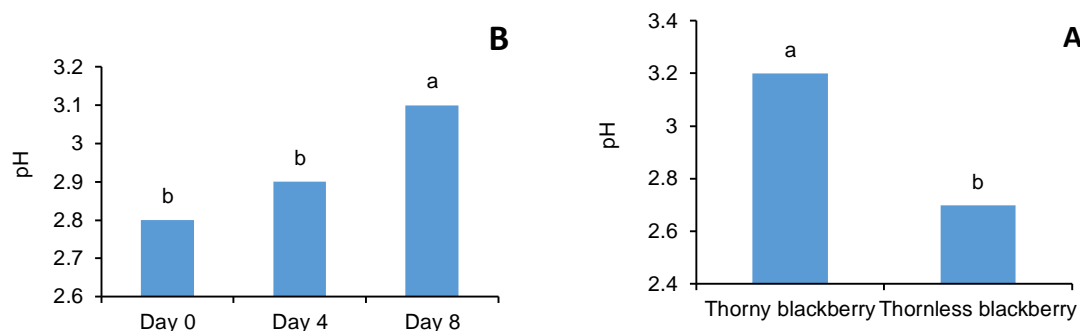


شکل ۶- اثر متقابل نوع تمشک و زمان انبارداری بر میزان ویتامین ث.

Fig. 6. The interaction effect of blackberry type and storage time on vitamin C.

آسکوربیک اسید معمولاً به‌وسیله فرآیند اکسیداتیو است که با حضور نور، اکسیژن، گرما، پراکسیدها و آنزیم‌ها تحریک می‌شود (۳۴). کاهش اسیدآسکوربیک در نتیجه پیشرفت پیری و برای حذف رادیکال‌های آزاد صورت می‌گیرد، در حالی که حفظ آن سبب به تأخیر انداختن پیری می‌شود. عواملی که باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن می‌شوند، به واسطه کاهش مصرف قندها، از کاهش اسیدهای آلی و افزایش مواد جامد محلول جلوگیری می‌کنند (۳۵). میزان اسیدیته در تمشک خاردار نسبت به تمشک بی‌خار بالاتر بود (شکل ۷A) و بیش‌ترین میزان اسیدیته (۳/۱) مربوط به روز هشتم انبارداری و کم‌ترین میزان آن (۲/۸) مربوط به روز اول انبارداری بود که البته از لحاظ آماری با روز چهارم انبارداری اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۷B).

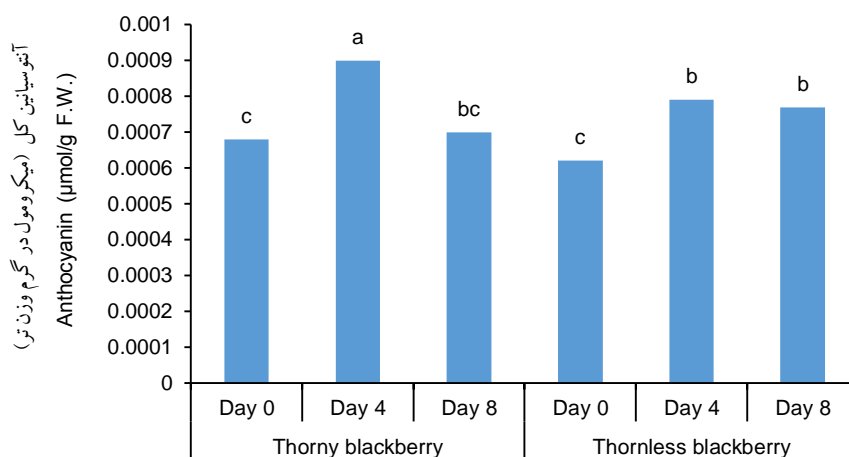
ویتامین ث (اسید آسکوربیک) از ویتامین‌های محلول در آب به‌شمار می‌آید و نقش یک آنتی‌اکسیدان قوی در میوه را بازی می‌کند که در سلامت انسان بسیار تاثیرگذار خواهد بود (۳۱). اسید آسکوربیک در مقایسه با دیگر ماده‌های مغذی به تجزیه در اثر اکسیداسیون در فراوری و انبارداری بسیار حساس است، درحالی که افزایش اسید آسکوربیک در انبارداری ممکن است ناشی از ادامه یافتن فرآیند رسیدن باشد. کاهش میزان ویتامین ث آب پرتقال‌های تجاری در طی نگهداری طولانی مدت با کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همراه می‌باشد (۳۲). در پژوهش روی میوه تمشک مشخص شد با افزایش مدت انبارداری، میزان ویتامین ث کاهش پیدا می‌کند و با گذشت ۷۲ ساعت از زمان انبارداری میزان ویتامین ث تا ۸۰ درصد کاهش پیدا کرد (۳۳). کاهش



شکل ۷- اثر نوع تمشک (A) و زمان انبارداری (B) بر میزان اسیدیته.
Fig. 7. Effect of blackberry type (A) and storage time (B) on pH.

در هر دو نوع تمشک بیش‌ترین میزان آنتوسیانین کل در روز چهارم انبارداری مشاهده شد که به ترتیب در تمشک سیاه خاردار و بی‌خار برابر ۰/۰۰۰۹ و ۰/۰۰۰۷۹ میکروگرم در گرم وزن تر بود هر چند در رقم بی‌خار تفاوت معنی‌داری بین روز چهارم و هشتم وجود نداشت. اما میزان آنتوسیانین کل در هر دو نوع تمشک خاردار و بی‌خار با افزایش زمان انبارداری، در روز هشتم انبارداری نسبت به روز چهارم انبارداری کاهش یافت (شکل ۸). آنتوسیانین‌ها در اواخر مرحله بلوغ در میوه‌هایی هم‌چون تمشک و توت‌فرنگی سنتز می‌شوند. تجمع آنتوسیانین‌ها و مواد فنلی در طی دوره پس از برداشت در این میوه‌ها همراه با کاهش اسیدهای آلی که اسکلت کربنی برای سنتز مواد فنلی از جمله آنتوسیانین‌ها را فراهم می‌نمایند صورت می‌گیرد (۱۵). کاهش آنتوسیانین‌ها در مراحل پیری در اثر تخریب آن‌ها قبلاً توسط پژوهش‌گران دیگر در سایر میوه‌ها نیز گزارش گردیده است (۳۹).

بر اساس نظر پژوهش‌گران اسیدیته عصاره میوه‌ها در طول دوره نگهداری با گذشت زمان به واسطه تجزیه اسیدهای آلی در فرآیند تنفس به علت رسیدگی و پیر شدن میوه‌ها افزایش می‌یابد، پایین ماندن اسیدیته میوه احتمالاً به دلیل کاهش شکسته شدن کربوهیدرات‌ها و مواد پکتیکی و جلوگیری از هیدرولیز پروتئین‌ها و تجزیه گلیکوساکاریدها به واحدهای کوچک‌تر در طی تنفس می‌باشد (۳۶). افزایش قندها و کاهش اسیدها در طول نگهداری در برخی از میوه‌ها منجر به افزایش اسیدیته می‌شود (۳۷). اسیدهای آلی به هنگام رسیدن میوه به دلیل مصرف شدن در تنفس و تبدیل شدن به قندها کاهش می‌یابند و کاهش آن‌ها ارتباط مستقیمی با فعالیت‌های متابولیکی دارد. در واقع اسیدهای آلی به‌عنوان یک اندوخته انرژی برای میوه می‌باشند که در هنگام رسیدن با افزایش سوخت و ساز مصرف می‌شوند (۳۸). در پژوهشی که به‌منظور بررسی ترکیبات فیتوشیمیایی میوه تمشک وحشی پس از برداشت میوه‌ها در اواخر تابستان انجام شد، میزان اسیدیته برابر با ۳/۲۳ ثبت شد (۲۴).

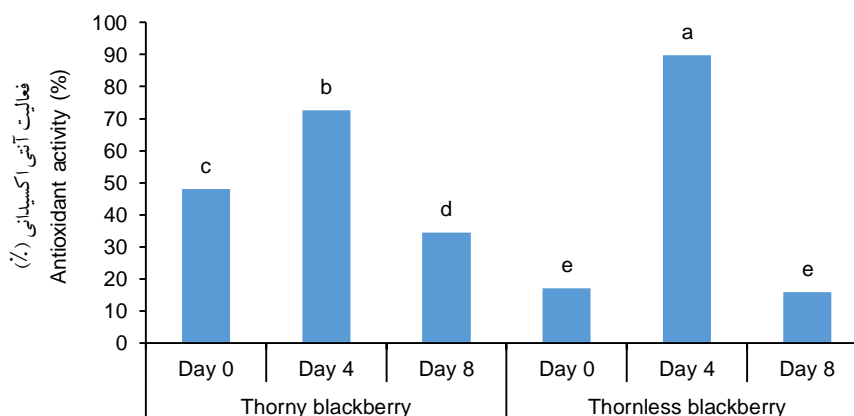


شکل ۸- اثر متقابل نوع تمشک و زمان انبارداری بر میزان آنتوسیانین کل.

Fig. 8. The interaction effect of blackberry type and storage time on total anthocyanin.

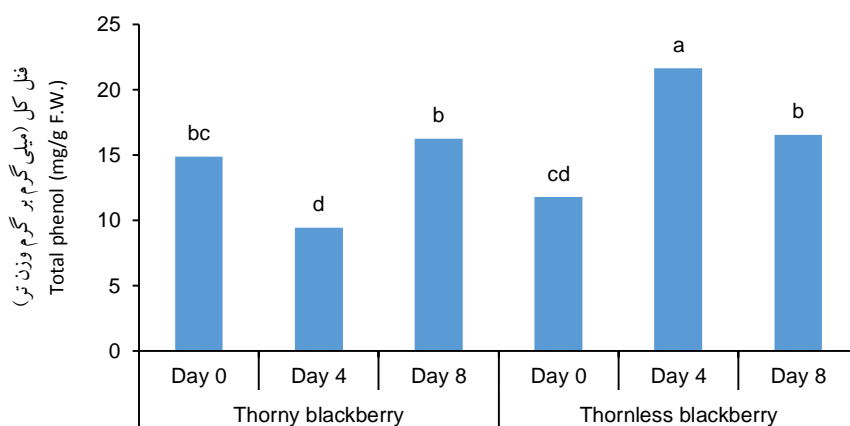
کاهش پیدا کرد و از روز چهارم تا روز هشتم انبارداری میزان فنل کل افزایش یافت اما در تمشک بی‌خار بر خلاف آن اتفاق افتاد به طوری که با افزایش زمان انبارداری تا روز چهارم میزان فنل کل افزایش یافت و پس از آن تا روز هشتم میزان فنل کل کاهش نشان داد (شکل ۱۰).

در تمشک خاردار و بی‌خار با افزایش روز انبارداری ابتدا میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش پیدا کرد و سپس تا روز هشتم انبارداری میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش پیدا کرد که این کاهش در تمشک بی‌خار بیش‌تر از تمشک خاردار بود (شکل ۹). میزان فنل کل در تمشک خاردار با افزایش زمان انبارداری تا روز چهارم انبارداری



شکل ۹- اثر متقابل نوع تمشک و زمان انبارداری بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی.

Fig. 9. The interaction effect of blackberry type and storage time on antioxidant activity.



شکل ۱۰- اثر متقابل نوع تمشک و زمان انبارداری بر میزان فنل کل.

Fig. 10. The interaction effect of blackberry type and storage time on total phenol.

سیاه وحشی خاردار ۵۵/۲۹ گزارش شده است (۲۴)، در حالی که در این پژوهش مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی برای تمشک خاردار در زمان برداشت ۵۱/۷۵ درصد و برای تمشک بی‌خار ۴۰/۹ درصد بود که از این نظر نیز تمشک خاردار به تمشک‌های وحشی بسیار نزدیک‌تر است. در پژوهشی در ارتباط با انبارداری تمشک، ابتدا تا ۴۸ ساعت انبارداری افزایش میزان فنل کل در تمشک ثبت شد و پس از آن تا ۷۲ ساعت انبارداری میزان مواد فنلی کاهش پیدا کرد، اما ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با افزایش زمان انبارداری کاهش پیدا کرد (۳۲). در پژوهشی دیگر که روی دو گونه وحشی تمشک در مراحل مختلف رسیدگی میوه انجام گرفت محتوی فنل کل در مراحل مختلف رسیدگی میوه تفاوت معنی‌داری نشان داد به طوری که مرحله رسیدگی کامل، محتوی فنل کل بالاتری نسبت به سایر مراحل نشان داد (۴۶). در پژوهشی که به منظور بررسی فیزیولوژی پس از برداشت و پتانسیل ذخیره‌سازی سه رقم تمشک پرورش یافته در کارولینای شمالی (در دو مرحله رسیدگی سیاه براق و سیاه مات) انجام شد، مشخص شد میوه‌هایی که ۱۵ روز به طور مداوم در دمای یک درجه سانتی‌گراد نگهداری شده بودند نسبت به میوه‌هایی که به مدت ۱۳ روز در دمای یک درجه سانتی‌گراد و سپس دو

ترکیبات فنل کل سیستم آنتی‌اکسیداتیو گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند، این تأثیر از طریق تغییر در بیان ژن‌ها و فعالیت پروتئین‌هاست (۴۰). گیاهان در زمانی که تحت تأثیر تنش‌های زنده و غیر زنده قرار می‌گیرند ترکیبات فنل کل خود را افزایش داده و این ترکیبات، سبب بهبود مقاومت گیاه در برابر تنش‌ها می‌شوند (۴۱). مطالعات متعدد بر روی ترکیبات فنل کل در دنیا نشان داده است که به عنوان یک عامل ژنتیکی نقش عمده‌ای در تجمع فنل کل دارد (۴۲). ترکیبات فنل کل برخی ویژگی‌های حسی مرتبط با کیفیت مواد غذایی گیاهی را در اختیار خود می‌گیرند و کنترل مفیدی بر این موارد دارند. از جمله صفاتی که ترکیبات فنل کل بر آن‌ها تأثیرگذار است می‌توان به طعم تلخ و گس، رنگ تیره و بو در مواد غذایی اشاره کرد (۴۳). پژوهش روی پنج رقم تمشک سیاه نیز نشان داد ژنوتیپ تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان ترکیبات فنل کل تمشک سیاه دارد (۴۴). در پژوهشی که بر روی خصوصیات فیزیوشیمیایی ۵ رقم تمشک مختلف در برزیل انجام شد رقم کینگان بیش‌ترین میزان ویتامین ث و فنل را دارا بود در حالی که رقم گورانی بیش‌ترین میزان آنتی‌اکسیدان و آنتوسیانین را به خود اختصاص داد (۴۵). مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی برای نوعی تمشک

به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد درحالی‌که کاهش در فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ویتامین‌ث و اسید قابل تیتر مشاهده شد. هر چند در روزهای اولیه انبارمانی افزایش در مقدار آنتوسیانین کل ثبت گردید، اما مقدار آنتوسیانین تا پایان دوره انبارداری روند کاهشی نشان داد. هم‌چنین در طی دوره انبارمانی کاهش وزن بالاتری در تمشک بی‌خار نسبت به تمشک خاردار ثبت شد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در فراهم نمودن مواد و تجهیزات مورد نیاز برای انجام این پژوهش قدردانی می‌گردد.

روزدر دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده بودند، از کیفیت بالاتری برخوردار بودند و قرار گرفتن در معرض درجه حرارت اتاق به شدت کیفیت میوه را در همه ارقام کاهش داد (۴۷).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی بر اساس نتایج می‌توان بیان کرد که در هنگام رسیدن میوه تمشک سیاه خاردار دارای اندازه بزرگ‌تری نسبت به تمشک سیاه بی‌خار بوده و میزان ویتامین‌ث، مواد جامد محلول کل، اسیدتیته، شاخص طعم، آنتوسیانین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل بیش‌تری داشت. ولی در تمشک بی‌خار میزان اسید قابل تیتر بالاتر بود. مواد جامد محلول کل، اسیدتیته، شاخص طعم، آنتوسیانین، فنل کل در طی انبارمانی

منابع

1. Yousefi, Q., Sadeghi, S., Karami, Z., Imam Juma, Z. & Jookey, M. (2014). Evaluation of the effect of modified atmospheric packaging on the shelf life and keeping quality of raspberry using RSM. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 11(4), 45-56.
2. Alizadeh, M. & Nazari, J. (2021). An introduction to the wild and feral fruits of Golestan province. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Press. 557 p. [In Persian]
3. Kaume, L., Howard, L. R. & Devareddy, L. (2012). The blackberry fruit: a review on its composition and chemistry, metabolism and bioavailability, and health benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 5716-5727.
4. Tulio, J. R., Reese, R. N., Wyzgoski, F. J., Rinaldi, P. L., Fu, R., Scheerens, J. C. & Miller, A. R. (2008). Cyanidin 3-rutinoside and cyanidin 3-xylosylrutinoside as primary phenolic antioxidants in black raspberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 1880-1888.
5. Haddadinejad, M., Ghasemi Omran, S. & Azimi Ahangari, F. (2015). Morphological diversity of black raspberries in some areas of Mazandaran province. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 46(2), 333-343. [In Persian]
6. Clark, J. R. & Finn, C. E. (2011). Blackberry breeding and genetics. In: Flachowsky, H., Hanke, V. M (Eds), *Methods in Temperate Fruit Breeding. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 5(1), 27-43.
7. Khatamsaz, M. (1998). The Flora of Iran, rosaceae. Research institute of forests and pastures. 352 p. [In Persian]
8. Haddadinejad, M. & Moradi, H. (2016). Evaluation of genetic diversity of some Iranian black berries based on morphological traits. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47(2), 371-382. [In Persian]
9. Jafari, Z. & Gharaghani, A. (2012). Study of growth and yield of some blackberries species from throughout Iran in Bajgah. M.Sc. Thesis. Department of horticulture, University of Shiraz. [In Persian]
10. Han, C., Zhao, Y., Leonard, S. W. & Traber, M. G. (2004). Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria × ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest Biology and Technology*, 33, 67-78.

11. Bower, C. (2007). Postharvest handling, storage, and treatment of fresh market berries. In: Yanyun Zhao (Ed.), *Berry fruit: Value-added products for health promotion*. USA, Corvallis: Taylor & Francis Group, CRC Press. 442 p.
12. Funt, R. C. (2013). Growth and development. In: R. C. Funt and Harvey K. H. (Eds), *Raspberries*. CABI. Pp: 83-90.
13. Haddadinejad, M., Ghasemi, K. & Mohammadi, A. A. (2018). Effect of storage temperature and packaging material on shelf life of thornless blackberry. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 5(2), 265-275.
14. Contreras, C., Adolfo, H. & Élide, C. (2021). Postharvest physiology and storage potential of new Chilean raspberry cultivars. *Agricultural Research Journal*, 81, 144-169.
15. Rezaee Kivi, A., Sartipnia, N. & Babai Khalkhali, M. (2014). Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and bioactive compounds in raspberry fruit. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4(3), 343-349.
16. Varasteh, F., Arzani, K., Barzegar, M. & Zamani, Z. (2017). Pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit storability improvement using pre-storage chitosan coating technique. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 19, 389-400.
17. Manolopoulou, H. & Papadopoulou, P. (1998). A study of respiratory and physicochemical change of four Kiwifruit cultivars during cold-storage. *Food Chemistry*, 63, 529-534.
18. Wagner, G. J. (1979). Content and vacuole/ extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplast. *Plant Physiology*, 64, 88-93.
19. Slinkard, K. and Singleton, V.L. (1977). Total phenol analysis. automation and comparison with manual methods. *The American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 49-55.
20. Miliauskas, G., Venskutonis, P. R. & Vanbeek, T. A. (2004). Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, 85, 231-237.
21. Strik, B., Mann, J. & Finn, C. (1996). Percent drupelet set varies among blackberry genotypes. *The Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121, 371-373.
22. Mohammadi, A. A., Norooz Valashedi, R. & Hadadinejad, M. (2020). Evaluation of heat requirement and growth parameters of three cultivars of Blackberry (*Rubus* sp.) under climatic conditions of Sari, Iran. *Journal of Agricultural Meteorology*, 8(2), 26-34. [In Persian]
23. Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A. & Gonzalez-Martinez, C. (2006). Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 41, 164-71.
24. Rahmanzadeh Ishkeh, Sh., Asghari, M. R., Shirzad, H. & Alirezalu, A. (2021). Evaluation of antioxidant activity and phytochemical constituents of raspberry fruit (*Rubus ulmifolius* sub sp. sanctus) collected from Khan Daracy region of Urmia, west Azerbaijan province of Iran. *Eco-phytochem. The Journal of Medicinal of Plants*, 32(4), 89-101. [In Persian]
25. Giongo, L., Matteo, A. & Paula, P. (2019). Raspberry texture mechanical profiling during fruit ripening and storage. *Postharvest Biology and Technology*, 149, 177-186.
26. Shokrollah Fam, S., Hajilou, J., Zare, F., Tabatabaei, S. J. & Naghshiband Hasani, R. (2012). Effects of calcium chloride and salicylic acid on quality and shelf life of plum "golden drop" cultivar. *Journal of Food Research*, 22(1), 75-85. [In Persian]
27. Yaman, O. & Bayoindirli, L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf life and quality of cherries. *LWT - Food Science and Technology*, 35, 146-150.
28. Piga, A. D., Aquino, S. & Agabbio, M. (2000). Influence of cold storage and shelf-life on quality of Salustiana, orange fruits. *Fruits*, 55, 37-44.
29. Gao, P., Zhu, Z. & Zhang, P. (2013). Effects of chitosan-glucose complex coating on postharvest quality and shelf

- life of table grapes. *Carbohydrate Polymers*, 95, 371-378.
30. Kafkas, E., Kosar, M., Turemis, N. & Baser, K. H. C. (2006). Analysis of sugars, organic acids and vitamin C contents of blackberry genotypes from Turkey. *International Journal of Food Chemistry*, 97(4), 732-736.
 31. Sapei, L. & Hwa, L. (2014). Study on the kinetics of vitamin C degradation in fresh strawberry juices. *Procedia Chemistry*, 9, 62-68.
 32. Arena, E., Fallico, B. & Maccarino, E. (2001). Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituent's concentration process and storage. *Food Chemistry*, 74, 423-427.
 33. Piechowiak, T., Piotr, A., Patryk, K. & Karol, S. (2019). Impact of ozonation process on the microbiological and antioxidant status of raspberry (*Rubus idaeus* L.) fruit during storage at room temperature. *Agricultural and Food Science*, 28(1), 189-208.
 34. Emamifar, A., Kadivar, M., Shahedi, M. & Soleimani-Zad, S. (2010). Evaluation of nanocomposite packaging containing Ag and ZnO on shelf life of fresh orange juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(4), 742-748.
 35. Vaezi, S., Asghari, M., Farrokhzad, A. & Yousefi, Z. (2021). The effect of silver and silica nanocomposite packaging on the quality properties and enzymatic activity of freshly cut fruit of Red Gold cultivar. *Pomology Research Journal*, 6(1), 1-9. [In Persian]
 36. Zheng, X., Tian, S.H., Meng, X. & Li, B. (2007). Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. *Food Chemistry*, 104, 156-162.
 37. Perkins-Vaezie, P. (2007). Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. *Postharvest Biology and Technology*, 10, 1005-1016.
 38. Karabulut, O. A., Cohen, L., Wiess, B., Daus, A., Lurie, S. & Droby, S. (2002). Control of brown rot and blue mold of peach and nectarine by short hot water brushing and yeast antagonists. *Postharvest Biology and Technology*, 24, 103-111.
 39. Varasteh, F., Arzani, K., Barzegar, M. & Zamani, Z. (2012). Changes in anthocyanins in arils of chitosan-coated pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Rabbab-e-Neyriz) fruit during cold storage. *Food Chemistry*, 130, 267-272.
 40. Vatter, D. A., Ghaedian, R. & Shetty, K. (2005). Enhancing health benefits of berries through phenolic antioxidant enrichment: focus on cranberry. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 14(2), 120-130.
 41. Michalak, A. (2006). Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15(4), 523-530.
 42. Ghorbani, A., Bakhshi, D., Haj Najari, H., Ghasemnejad, M. & Taghi Dost, P. (2011). Phenolic compounds and antioxidant activity of some Iranian and imported cultivars of apple in Karaj region. *Journal of Horticultural Sciences*, 24(1), 83-90. [In Persian]
 43. Shoji, T. (2007). Polyphenols as natural food pigments. changes during food processing. *American Journal of Food Technology*, 2, 570-581.
 44. Perkins-Vaezie, P. & Kalt, W. (2002). Postharvest storage of blackberry fruit does not increase antioxidant levels. *Acta Horticulturae*, 585, 521-524.
 45. Hassimotto, N. M. A., Mota, R. V. D., Cordenunsi, B. R. & Lajolo, F. M. (2008). Physico-chemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus* sp.) grown in Brazil. *Journal of Food Science and Technology*, 28(3), 702-708.
 46. Dadkhah Aghdash, H., Daemi Saeidabad, M. & Falahati Anbaran, M. (2019). The Total phenolic content, total flavonoids and the antioxidant capacity in two wild species of raspberry, *Rubus persicus* and *R. caesius*, at different maturity stages of fruits. *Plant Productions*, 42(3), 295-306. [In Persian]
 47. Kim, M. J., Perkins-Vaezie, P., Guoying, M. & Fernandez, G. (2015). Shelf life and changes in phenolic compounds of organically grown blackberries during refrigerated storage. *Postharvest Biology and Technology*, 110, 257-263.

