Journal of
Plant Environmental Physiology
Print ISSN: 2423-7671
Online ISSN: 2783-4689
PSI
Phycological Society of Iran

The physicochemical comparison of local blackberries (*Rubus persicus* Boiss.) fruits in eastern and western regions of Golestan province

Esmaeil Seifi[1*], Sadegh Atashi[2], Maryam Ghezelsoflou[3], Omolbanin Babaei[4]

[1] Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: esmaeilseifi@gau.ac.ir

[2] Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: sadegh.a.3@gmail.com

[3] Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: ghezelsoflou1374@gmail.com

[4] Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: ombabaei1373@yahoo.com

Article type:
Research article

Article history
Received: 10.08.2022
Revised: 16.11.2022
Accepted: 10.12.2022
Published:23.09.2023

Keywords
Anthocyanin
Blackberry
Flavonoids
Harvest Season
Phenol

Abstract

Blackberries produce several types of phytochemicals beneficial to human health and wild blackberries are richer than cultivated ones. Climatic conditions have a great impact on plants in various ways. In this experiment, wild blackberries from two regions in the west and east of Golestan province (Bandar-e-Gaz and Minoodasht regions), in each region from two places (plain and foothills) and two different seasons of fruit ripening (late spring and late summer) were sampled and studied for morphological and phytochemical traits. The results showed that the region and place of growth and harvest season had a great impact on the morphological and phytochemical traits of wild blackberry fruit. Blackberries harvested from Bandar-e-Gaz had higher inflorescence length and width than blackberries of Minoodasht. There was a significant difference between spring and summer blackberries respecting the number of fruits per inflorescence and the number of drupelets per fruit. There was also a significant difference between spring and summer blackberries in all fruit traits, including fruit length, diameter, and weight. The fruits of Bandar-e-Gaz blackberries were more spherical (L/D 0.97) and had a higher fresh weight (1.23 g). The results also showed a significant difference between the blackberries of the two regions and between the two harvest seasons in total acidity, ascorbic acid, and pH. Spring fruits harvested in Minoodasht showed the highest amounts of acidity (5.52 mg/100mg) and total soluble solids (°Brix) and the lowest amount of pH (2.28). Blackberries harvested in Minoodasht region had more total anthocyanin (1.245 mg/100ml) but less total flavonoids (0.471 mg/100ml) and total phenols (0.36 mg/100ml) than blackberries harvested in Bandar-e-Gaz region. There was a significant difference between spring and summer fruits of both regions respecting the above-mentioned traits as well as antioxidant activity; spring fruits showed higher values in most of them. It seems that the climatic conditions of the region are more suitable for the cultivation of spring blackberry cultivars and the fruits obtained from these cultivars and genotypes have higher nutritional and medicinal properties.

Cite this article as: Seifi, E., Atashi, S., Ghezelsoflou, M., Babaei, O. (2023). The physicochemical comparison of local blackberries (Rubus persicus Boiss.) fruits in eastern and western regions of Golestan province. *Journal of Plant Environmental Physiology*, 18(3): 75-90.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi: 10.30495/iper.2022.1956049.1785

فیزیولوژی محیطی گیاهی
شاپا چاپی: ۲۴۲۳-۷۶۷۱
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۶۸۹
PSI
انجمن جلبک شناسی ایران
Phycological Society of Iran
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد گرگان

مقایسه فیزیکوشیمیایی میوه‌های تمشک بومی (*Rubus persicus* Boiss.) در مناطق شرقی و غربی استان گلستان

اسماعیل سیفی[1*]، صادق آتشی[2]، مریم قزلسفلو[3]، ام‌البنین بابایی[4]

[1] گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: esmaeilseifi@gau.ac.ir
[2] گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، رایانامه: sadegh.a.3@gmail.com
[3] گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، رایانامه: ghezelsoflou1374@gmail.com
[4] گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، رایانامه: ombabaei1373@yahoo.com

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۸/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۹
تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱

واژه‌های کلیدی:
آنتوسیانین
تمشک سیاه
فصل برداشت
فلاونوئید
فنول

چکیده

تمشک‌های سیاه چندین نوع ماده فیتوشیمیایی مفید برای انسان تولید می‌کنند و تمشک‌های وحشی از این نظر غنی‌تر هستند. شرایط آب‌وهوایی تاثیر زیادی بر گیاهان، از جمله تمشک‌ها، دارند. در این آزمایش، تمشک‌های بومی از دو منطقه در غرب و شرق استان گلستان (حومه بندرگز و حومه مینودشت)، در هر منطقه از دو مکان (دشت و کوهپایه) و در هر مکان از دو فصل مختلف رسیدن میوه‌ها (اواخر بهار و اواخر تابستان) تهیه شدند و از نظر صفات ریخت‌شناختی و فیتوشیمیایی مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که منطقه و مکان رویش و فصل برداشت تاثیر زیادی بر صفات ریخت‌شناختی و فیتوشیمیایی میوه تمشک سیاه وحشی دارند. تمشک‌های بندرگز طول و عرض خوشه بیشتری نسبت به تمشک‌های مینودشت داشتند. از نظر تعداد میوه در خوشه و تعداد شفتچه در میوه، بین تمشک‌های بهاره و تابستانه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همچنین از نظر تمام صفات میوه، از جمله طول، قطر و وزن میوه، بین تمشک‌های بهاره و تابستانه اختلاف معنی‌دار دیده شد. میوه‌های تمشک‌های بندرگز گردتر (نسبت طول به قطر ۰/۹۷) و با وزن تر بیشتر (۱/۲۳ گرم) بودند. نتایج همچنین نشان داد که از نظر اسیدیته کل، اسید آسکوربیک و pH بین تمشک‌های دو منطقه و همچنین بین دو فصل برداشت اختلاف معنی‌دار وجود داشت. میوه‌های بهاره مینودشت بیشترین مقادیر اسیدیته (۵/۵۲ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌گرم) و مواد جامد محلول (۱۱/۲۳ درجه بریکس) و کمترین مقدار pH (۲/۲۸) را نشان دادند. تمشک‌های مینودشت دارای آنتوسیانین کل بیشتر (۱/۲۴۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر) و در مقابل فلاونوئید (۰/۴۷۱ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر) و فنول کل (۰/۳۶ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر) کمتری نسبت به تمشک‌های بندرگز بودند. بین میوه‌های بهاره و تابستانه هر دو منطقه از نظر صفات فوق و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی اختلاف معنی‌دار دیده شد و میوه‌های بهاره از نظر اغلب صفات مقادیر بیشتری را نشان دادند. به نظر می‌رسد که شرایط اقلیمی منطقه برای پرورش ارقام بهاره تمشک مناسب‌تر است و میوه‌های حاصل از این نوع ارقام و ژنوتیپ‌ها دارای خواص تغذیه‌ای و دارویی بالاتری هستند.

استناد: سیفی، اسماعیل؛ آتشی، صادق؛ قزلسفلو، مریم؛ بابایی، ام‌البنین. (۱۴۰۲). مقایسه فیزیکوشیمیایی میوه‌های تمشک بومی (*Rubus persicus* Boiss.) در مناطق شرقی و غربی استان گلستان. *فیزیولوژی محیطی گیاهی*، ۱۸ (۳)، ۹۰-۷۵.

Doi: 10.30495/iper.2022.1956049.1785

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

میوه‌ها چندین نوع ماده فیتوشیمیایی دارند که به نظر می‌رسد باعث کاهش ابتلا به انواع سرطان (Aune et al., 2017; Zamora- Ros et al., 2018)، بیماری‌های قلبی (Amao, 2018) و دیابت (Meskin, 2004) می‌شوند. از مهمترین ترکیباتی که مسئول ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها هستند، می‌توان به فنول‌ها، آنتوسیانین‌ها و سایر فلاونوئیدها اشاره کرد (Cho et al., 2005). میوه‌های ریز از جمله تمشک‌های بلک‌بری (Blackberry) و تمشک رسپبری (Raspberry) منابع خوبی از نظر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله آنتوسیانین‌ها (Pantelidis et al., 2007)، فلاونوئیدها (Siriwoharn and Wrolstad, 2004; Cho et al., 2005) و الاجی‌تانن‌ها (Ellagitannins) (Acosta-Montoya et al., 2010) می‌باشند.

تمشک سیاه از لحاظ طبقه بندی گیاه شناسی جزو تیره رزاسه و جنس *Rubus* است (Finn and Clark, 2012). این جنس شامل ۱۲ زیر جنس و حدود ۸۵۰ گونه می‌باشد که هفت گونه بومی ایران شامل *R. persicus* (بومی استان گلستان) توسط Kasalkheh و همکاران (۲۰۱۶) مورد مطالعه قرار گرفته است. این تمشک‌ها در سرتاسر مناطق شمالی ایران به شکل بومی و خودرو پراکنده‌اند و تنوع زیادی از نظر ریخت‌شناختی و فیتوشیمیایی دارند. تمشک سیاه گیاهی بوته‌ای با ریشه دائمی است. در این گیاه، عمر شاخه‌ها دوسال می‌باشد، یعنی بعد از سال دوم شاخه‌ها خشک و با شاخه های جدید جایگزین می‌شوند (Effati and Hadadinejad, 2018).

در دهه‌های اخیر، تقاضا برای این میوه‌ها افزایش یافته است. از دلایل این امر می‌توان به ارزش غذایی و دارویی آن‌ها، از جمله ظرفیت بالای آنتی‌اکسیدانی و مقدار زیاد آنتوسیانین و ترکیبات فنولی اشاره کرد. مصرف تمشک سیاه در ۲۰ سال گذشته افزایش یافته است. در کنار کشت تجاری تمشک در سراسر جهان از تمشک‌های وحشی نیز میوه برداشت و به مصرف کنندگان عرضه می‌شود (Hadadinejad et al., 2015). در ایران نیز، تولید محصول تجاری در باغ‌ها به تازگی شروع شده و هنوز بیشتر میوه خوراکی تمشک از ژنوتیپ‌های وحشی حاصل می‌شود. تمشک وحشی دارای مقادیر فنول کل و آنتوسیانین کل بیشتری نسبت به تمشک‌های اهلی در تمام ارقام، در تمام فصول و در تمام مناطق بوده است (Reyes- Carmona et al., 2005; Dujmović Purgar et al., 2012).

اقلیم‌ها و مناطق مختلف می‌توانند بر میزان فعالیت‌های مرتبط با آنزیم‌ها اثر گذاشته و در نتیجه بر تولید مواد فیتوشیمیایی موثر واقع شوند. تفاوت میوه‌ها از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدانی به موارد مختلف از جمله ژنوتیپ (Nikdel et al., 2016)، دمای رشد (Qin et al., 2022)، فصل رشد و سایر فاکتورها (Reverberi et al., 2001) منسوب شده است. Esmaeili و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده نمودند که بین تمشک‌های بومی استان مازندران در دو منطقه دشت و کوه‌پایه تفاوت معنی‌داری از نظر مقدار آنتوسیانین وجود دارد. Momeni (۲۰۱۲) ژنوتیپ‌های حاصل از مناطق شمالی و جنوبی ایران را جمع‌آوری و مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که تمشک‌های شمال کشور طول میوه و تعداد شفتچه بیشتری داشتند؛ در مقابل، تمشک‌های جنوب کشور آنتوسیانین و فنول بیشتری را دارا بودند. Hadadinejad و همکاران (۲۰۱۵) تمشک‌های سیاه محلی و وارداتی مناطق مهم و تجاری شرق مازندران را بررسی نمودند و گزارش کردند که بین آن‌ها تنوع بالایی وجود دارد و آن‌ها را به دو دسته، دو گروه و دو زیرگروه تقسیم نمودند. از طرف دیگر، تمشک‌های بومی به دلیل مقاومت بالا به خشکی می‌توانند به عنوان محصولات دیم در آینده

مورد پرورش قرار گیرند. Wang و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که تمشک‌های دو منطقه از کشور آمریکا از نظر ترکیبات معطر اصلی یکسان بودند، اما از نظر ترکیبات فرعی در هر منطقه تنوع داشتند. Acosta-Montoya و همکاران (۲۰۱۰) تمشک‌های کوهپایه‌های گرمسیری را بررسی نموده و نشان دادند که در طول نمو میوه آنتوسیانین‌ها افزایش یافت؛ در حالی که، اسید الاژیک و فنول‌ها کاهش نشان دادند. از طرف دیگر، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت. Reyes- Carmona و همکاران (۲۰۰۵) با مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف تمشک سیاه در فصول مختلف و مناطق مختلف مکزیک و آمریکا نشان دادند که اسیدیته کل و مواد جامد محلول در مناطق مختلف متفاوت بود. ارقام وحشی بیشترین مقدار فنول کل و آنتوسیانین کل را دارا بودند و حتی در یک منطقه و فصل ارقام مختلف ظرفیت آنتی‌اکسیدانی متفاوتی نشان دادند. آن‌ها همچنین نتیجه گرفتند که فصل برداشت اثر کمی بر سطح فنولی میوه دارد.

در دهه‌های اخیر، ارزش غذایی و دارویی تمشک سیاه باعث شده است که تقاضای مصرف‌کنندگان در مورد این میوه افزایش یابد و بر اهمیت آن افزوده شود. به همین دلیل در کشورهای مختلف کشت و کار آن‌ها شروع شده و ارقام مختلف معرفی شده‌اند. به همین منظور، شناسایی ژنوتیپ‌های شرق و غرب استان و خصوصیات آن‌ها می‌تواند کمک شایانی به اهلی‌سازی و کشت و کار آن‌ها بنماید. این مطالعه تاثیر اقلیم بر صفات ریخت‌شناختی و فیزیکوشیمیایی میوه را در تمشک سیاه بومی استان گلستان را مورد بررسی قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

مشخصات آزمایش: در این مطالعه، نمونه‌های میوه تمشک سیاه (*Rubus persicus*) از دو منطقه در غرب و شرق استان گلستان (حومه بندرگز و حومه مینودشت)، در هر منطقه از دو مکان (دشت و کوهپایه) و در هر مکان از دو فصل مختلف رسیدن میوه‌ها (اواخر بهار و اواخر تابستان) تهیه شدند (جدول ۱). نمونه های خوشه کامل و نمونه های میوه رسیده بطور جداگانه با دست برداشت، به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل و تا هنگام اندازه‌گیری صفات در ظروف یکبار مصرف درب‌دار و برای چند ساعت در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

اندازه‌گیری صفات: صفات مورد مطالعه عبارت بودند از صفات ریخت‌شناختی و فیزیکی خوشه و میوه تمشک شامل طول خوشه، عرض خوشه، تعداد میوه در خوشه، تعداد شفتچه در میوه، طول میوه، قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه، وزن تر میوه و وزن خشک میوه و صفات فیزیکوشیمیایی میوه تمشک شامل اسیدیته، مواد جامد حلول، اسید آسکوربیک و pH، فعالیت آنتی اکسیدانی، آنتوسیانین کل، فلاونوئید کل و فنول کل.

جدول ۱: مناطق نمونه برداری از تمشک‌های بومی استان گلستان

منطقه	مکان	مختصات جغرافیایی			میانگین بارندگی	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	
		طول (شرقی)	عرض (شمالی)	ارتفاع (متر)	(میلی‌متر)	حداقل	حداکثر
بندرگز	دشت	٥٣° ٥٥′	٣٦° ٤٤′	١٢	٥٥١	١٤/٢	٢٣/٥
بندرگز	کوهپایه	٥٣° ٥٣′	٣٦° ٤١′	٢٤١	٥٥١	١٤/٢	٢٣/٥
مینودشت	دشت	٥٥° ٢٢′	٣٧° ١٣′	١٦٦	٧٧٠	١٤/٥	٢٤/٦
مینودشت	کوهپایه	٥٥° ٢٣′	٣٧° ١٠′	٢٦٠	٧٧٠	١٤/٥	٢٤/٦

اطلاعات هواشناسی از ایستگاه های هواشناسی بندرگز و مینودشت جمع‌آوری شده و لذا برای هر دو مکان دشت و کوهپایه یکسان در نظر گرفته شده است.

اندازه‌گیری صفات ریخت‌شناختی: طول و عرض (بزرگ‌ترین عرض) خوشه با خط کش و طول و قطر (بزرگ‌ترین قطر) میوه با کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر تعیین شدند. یک روش ساده برای تعیین شکل میوه اندازه‌گیری طول و قطر میوه و مشخص نمودن نسبت طول به قطر میوه است، بنابراین نسبت طول به قطر میوه نیز محاسبه گردید. وزن تر میوه‌ها، با استفاده از ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سپس برای محاسبه‌ی وزن خشک، میوه های مذکور به‌مدت ٤٨ ساعت درون آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار گرفته و دوباره توزین شدند.

اندازه‌گیری صفات فیزیکوشیمیایی: میزان اسیدیته قابل تیتراسیون از طریق تیتراسیون با سدیم هیدروکسید (۰/۱ نرمال) تا ظهور رنگ صورتی تعیین شد (Selcuk and Erkan, 2014). برای تعیین میزان مواد جامد محلول در آب میوه از دستگاه رفرکتومتر دیجیتال (ABBE، ساخت آلمان) استفاده گردید. بدین منظور، دستگاه در دمای اتاق و با آب مقطر کالیبره شد، چند قطره از آب میوه روی سطح حساس به نور دستگاه ریخته شد و اعداد حاصل یادداشت‌برداری گردید. برای اندازه‌گیری میزان اسید آسکوربیک (ویتامین ث)، از روش Kashyap و Gautam (۲۰۱۲) استفاده گردید. در این روش، تیتراسیون توسط واکنش اکسیداسیون و احیاء شامل ید و محلول یدیت به کار می‌رود. میزان pH آب میوه‌ی صاف شده با استفاده از دستگاه pH متر (pH-110 Labtron، ساخت انگلیس) اندازه‌گیری گردید.

اندازه‌گیری صفات فیتوشیمیایی: برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی، از روش معرف DPPH استفاده شد. دی‌پی‌پی‌اچ رادیکال پایداری است که در واکنش‌های اکسیداسیون و احیاء به عنوان یک ماده اکسیدکننده عمل می‌کند. رنگ این معرف در حالت اکسید شده بنفش و در حالت احیاء شده زرد می‌باشد. آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند آن را احیاء نموده و باعث تغییر رنگ آن از بنفش به زرد گردند (Sun and Ho, 2005). برای اندازه‌گیری آنتوسیانین کل از روش pH افتراقی (Giusti and Wrolstad, 2001) استفاده شد. بدین صورت که نمونه‌های آب میوه به‌وسیله‌ی بافر پتاسیم کلراید و بافر سدیم استات به کار رفت. مقدار جذب نمونه‌ها که با هر دو بافر رقیق شدند، در دو طول موج ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر ثبت شد. برای اندازه‌گیری فلاونوئید کل از روش Fawole و Opara (۲۰۱۳) و منحنی استاندارد کوئرستین استفاده شد. محتوای ترکیب فنل آب میوه طبق روش فولین سیکالتیو با استفاده از اسپکتروفتومتر (2800 UV/VIS) بر اساس منحنی استاندارد گالیک اسید اندازه‌گیری گردید (Slinkard and Singleton, 1997).

تجزیه و تحلیل آماری: در این آزمایش، از طرح آشیانه‌ای (Nested) (منطقه، فصل، مکان) در سه تکرار برای تجزیه آماری استفاده شد. در هر مکان، سه بوته با فواصل حداقل ۵۰ متر به‌عنوان سه تکرار در نظر گرفته شدند. صفات ریخت‌شناختی و فیزیکی خوشه و میوه های تمشک به ترتیب در چهار خوشه و ۱۰ میوه از هر تکرار اندازه گیری شدند و میانگین حاصل در تجزیه آماری به کار رفت. صفات فیزیکوشیمیایی در آب میوه های کاملا رسیده از نظر تجاری در سه تکرار اندازه گیری شدند. ضریب همبستگی پیرسون در صفات مورد مطالعه خوشه و میوه در تمشک‌های بومی استان گلستان انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Genestat (Version 12.1) تجزیه و میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) مقایسه شدند. برای داده‌هایی که بصورت تعداد بودند، تبدیل داده صورت گرفت.

نتایج

نتایج این پژوهش نشان داد که اثر منطقه بر طول خوشه (P<۰/۰۰۱) و عرض خوشه (P<۰/۰۰۱) معنی‌دار بود، ولی بر تعداد میوه در خوشه (P=۰/۵۲۳) معنی‌دار نبود (جدول ۲). همچنین از نظر طول و عرض خوشه بین فصول مختلف (به ترتیب P=۰/۰۹۵ و P=۰/٤۹۹) و مکان‌های مختلف (به ترتیب P=۰/۲۱۳ و P=۰/۹۵۸) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. به عبارت دیگر، وقتی اثر فصول مختلف (بهار و تابستان) و مکان‌های مختلف (دشت و کوهپایه) در نظر گرفته شد، اختلافی از نظر طول و عرض خوشه بین تیمارها وجود نداشت. در مقابل، از نظر تعداد میوه در خوشه، بین فصول مختلف مناطق اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۰۱) و خوشه‌های بهاره بندرگز و خوشه‌های تابستانه مینودشت دارای بیشترین تعداد میوه بودند. البته، مکان نمونه‌برداری اثری بر تعداد میوه در خوشه نداشت (P=۰/۲۱٤).

جدول ۲: اثر منطقه، فصل و مکان بر صفات ریخت‌شناختی خوشه در تمشک‌های بومی استان گلستان

	طول خوشه (سانتی‌متر)	عرض خوشه (سانتی‌متر)	تعداد میوه در خوشه
منطقه	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P=۰/۵۲۳
بندرگز	۲۱/٦۵	۱٤/٦۲	۱٦/۹۲
مینودشت	۱٤/۲۷	۷/۱٦	۱۸/۰۰
منطقه/فصل	P=۰/۰۹۵	P=۰/٤۹۹	P<۰/۰۰۱
بندرگز/بهار	۲۳/۹۷	۱۵/۲۸	۲۲/۱۷^{a}
بندرگز/تابستان	۱۹/۳۳	۱۳/۹۵	۱۱/٦۷^{b}
مینودشت/بهار	۱٤/۸۸	۸/۲۸	۱۰/۸۳^{b}
مینودشت/تابستان	۱۳/٦٦	٦/۰۵	۲۵/۱۷^{a}
منطقه/فصل/مکان	P=۰/۲۱۳	P=۰/۹۵۸	P=۰/۲۱٤
بندرگز/بهار/دشت	۲۰/٦۰	۱۵/٤۰	۲٤/٦۷
بندرگز/بهار/کوهپایه	۲۷/۳۳	۱۵/۱۷	۱۹/٦۷
بندرگز/تابستان/دشت	۲۰/۳۳	۱۳/۰۷	۱٤/۰۰
بندرگز/تابستان/کوهپایه	۱۸/۳۳	۱٤/۸۳	۹/۳۳
مینودشت/بهار/دشت	۱٤/٤۳	۸/۰۷	۱۰/٦۷
مینودشت/بهار/کوهپایه	۱۵/۳۳	۸/۵۰	۱۱/۰۰
مینودشت/ تابستان/دشت	۱۲/۵۷	۵/۲۷	۲۲/٦۷
مینودشت/ تابستان/کوهپایه	۱٤/۷۵	٦/۸۲	۲۷/٦۷

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که از نظر تعداد شفتچه در میوه بین مناطق بندرگز و مینودشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P=۰/۷۸٦) (جدول ۳). در مقابل، وقتی اثر فصول مختلف (بهار و تابستان) در نظر گرفته شد، از نظر این صفت بین تیمارها اختلاف معنی‌داری دیده شد (P<۰/۰۰۱). به طوری که، بیشترین تعداد شفتچه در میوه در نمونه‌های بهاره مینودشت و بندرگز مشاهده گردید. همچنین وقتی مکان‌های مختلف (دشت و کوهپایه) در نظر گرفته شد نیز اختلاف آماری وجود داشت

(P<۰/۰۰۱) و میوه‌های بهاره در کوهپایه‌های بندرگز بیشترین تعداد شفتچه در میوه (۷۰ عدد) را داشتند، که البته از این نظر اختلاف معنی‌داری با میوه‌های بهاره دشت مینودشت (٦٣ عدد) نداشتند. از نظر طول و قطر میوه و نسبت طول به قطر میوه بین تمام تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت (در همه موارد P<۰/۰۰۱). به طوری که، میوه‌های بندرگز نسبت به میوه‌های مینودشت طول کمتر و قطر بیشتری داشتند؛ به عبارت دیگر، میوه‌های تمشک منطقه بندرگز پهن و میوه‌های تمشک منطقه مینودشت کشیده بودند. چنانچه اثر فصل نیز در نظر گرفته شود، تمشک‌های بهاره مینودشت دارای بیشترین طول میوه و در مقابل کمترین قطر میوه بودند و در نتیجه بیشترین نسبت طول به قطر را داشتند.

جدول ۳: اثر منطقه، فصل و مکان بر صفات ریخت‌شناختی میوه در تمشک‌های بومی استان گلستان

	تعداد شفتچه در میوه	طول میوه (میلی‌متر)	قطر میوه (میلی‌متر)	نسبت طول به قطر میوه	وزن تر میوه (گرم)	وزن خشک میوه (گرم)
منطقه	P=۰/۷۸٦	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P=۰/۰۹۸
بندرگز	٤۳/۳۰	۱۱/۷۹	۱۲/۳٦	۰/۹۷	۱/۲۳	۰/۲۲۷
مینودشت	٤٤/۱۰	۱۲/٥٦	۱۰/٦٤	۱/۲۲	۱/۰٤	۰/۲٥۲
منطقه/فصل	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P=۰/۰۰۱	P=۰/۰۰۸
بندرگز/بهار	٤٦/۸۰^{ab}	۱۲/۱٤^{b}	۱۱/۸٦^{b}	۱/۰٥^{b}	۱/۲٤^{a}	۰/۲۰۱^{b}
بندرگز/تابستان	۳۹/۸۰^{bc}	۱۱/٤٤^{b}	۱۲/۸٥^{a}	۰/۸۹^{c}	۱/۲۱^{a}	۰/۲٥۳^{ab}
مینودشت/بهار	٥٦/۸۰^{a}	۱٤/٦^{a}	۹/٥۸^{c}	۱/٥٤^{a}	۱/۱۳^{a}	۰/۲۲٦^{ab}
مینودشت/تابستان	۳۱/۳۰^{c}	۱۰/٥۱^{c}	۱۱/۷۰^{b}	۰/۹۰^{c}	۰/۹٥^{b}	۰/۲۷۹^{a}
منطقه/فصل/مکان	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P=۰/۰٦٤
بندرگز/بهار/دشت	۲۳/۷۰^{d}	۱۱/٥۹^{bc}	۱۳/۲۹^{a}	۰/۸۷^{d}	۱/۱٦^{b}	۰/۱۷۲
بندرگز/بهار/کوهپایه	۷۰/۰۰^{a}	۱۲/٦۹^{b}	۱۰/٤۳^{c}	۱/۲۲^{c}	۱/۳۳^{b}	۰/۲۳۱
بندرگز/تابستان/دشت	۳۸/۳۰^{cd}	۱۱/۲۹^{c}	۱۲/٤۷^{ab}	۰/۹۱^{d}	۱/۱٤^{bc}	۰/۲٤۱
بندرگز/تابستان/کوهپایه	٤۱/۳۰^{c}	۱۱/٦^{bc}	۱۳/۲۳^{a}	۰/۸۸^{d}	۱/۲۸^{b}	۰/۲٦٥
مینودشت/بهار/دشت	٦۳/۰۰^{ab}	۱۱/٥٥^{bc}	۸/٦۳^{d}	۱/۳٥^{b}	۰/۷۲^{e}	۰/۲۳۸
مینودشت/بهار/کوهپایه	٥۰/۷۰^{bc}	۱۷/٦٥^{a}	۱۰/٥۲^{c}	۱/۷۳^{a}	۱/٥٤^{a}	۰/۲۱۳
مینودشت/ تابستان/دشت	۳۹/۷۰^{cd}	۱۱/۰۹^{c}	۱۱/٦٦^{b}	۰/۹٦^{d}	۰/۹٦^{cd}	۰/۳۱۳
مینودشت/ تابستان/کوهپایه	۲۳/۰۰^{d}	۹/۹۳^{d}	۱۱/۷٤^{b}	۰/۸٥^{d}	۰/۹٤^{d}	۰/۲٤٦

نتایج همچنین نشان داد که در تمشک‌های بهاره هر دو منطقه بین نمونه‌های حاصل از دشت و کوهپایه، میوه‌ها از نظر طول و قطر و نسبت طول به قطر اختلاف معنی‌دار داشتند؛ در حالی که، نمونه‌های دشت و کوهپایه برداشت شده در تابستان از این نظر اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. میوه‌های بندرگز وزن تر بیشتری نسبت به میوه‌های مینودشت داشتند (P<۰/۰۰۱)؛ در حالی که، از نظر وزن خشک میوه بین دو منطقه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P=۰/۰۹۸). با در نظر گرفتن فصل برداشت، بین تیمارها از نظر وزن خشک تفاوت آماری دیده شد (P=۰/۰۰۸). میوه‌های تابستانه مینودشت دارای وزن تر کمتر و در مقابل وزن خشک بیشتری بودند.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اثر منطقه بر اسیدیته کل (P<۰/۰۰۱)، اسید آسکوربیک (P=۰/۰۱۲) و pH (P=۰/۰۰۷) میوه‌های تمشک معنی‌دار بود، اما بر مواد جامد محلول (P=۰/۳۵٤) معنی‌دار نبود (جدول ٤). اثر فصل برداشت میوه (بهار و تابستان) و مکان رویش گیاه (دشت و کوهپایه) بر اسیدیته کل، مواد جامد محلول، اسید آسکوربیک و pH (در همه موارد P<۰/۰۱) معنی‌دار بود. میوه‌های برداشت شده در بهار از منطقه مینودشت دارای اسیدیته کل بیشتر و در نتیجه pH کمتر از میوه‌های برداشت شده در بهار از منطقه بندرگز بودند، اما از نظر مواد جامد محلول و اسید آسکوربیک تفاوتی بین آنها دیده نشد. در هر دو منطقه، میوه‌های بهاره مواد جامد محلول بیشتر و در مقابل اسید آسکوربیک و pH کمتری از میوه‌های تابستانه داشتند. میوه‌های بهاره بندرگز و تابستانه مینودشت کمترین اسیدیته کل را نشان دادند. وقتی اثر مکان نیز در نظر گرفته شد، میوه‌های بهاره در دشت و کوهپایه مینودشت بیشترین اسیدیته کل و در مقابل کمترین pH را داشتند. میوه‌های بهاره دشت بندرگز بیشترین مقدار مواد جامد محلول را نشان دادند و میوه‌های تابستانه کوهپایه بندرگز و مینودشت بالاترین مقادیر اسید آسکوربیک را تولید کردند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اثر منطقه، فصل و مکان نمونه‌برداری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، آنتوسیانین کل، فلاونوئید کل و فنول کل تمشک‌های بومی استان گلستان معنی‌دار بود (در همه موارد P<۰/۰۱) (جدول ۵). تمشک‌های منطقه بندرگز فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئید کل و فنول کل بیشتر و در مقابل آنتوسیانین کل کمتری نسبت به تمشک‌های منطقه مینودشت داشتند. در این تحقیق، فصل برداشت میوه نیز در همه صفات فوق‌الذکر اثر معنی‌داری نشان داد و برای مثال در هر دو منطقه میوه‌های بهاره آنتوسیانین کل و فلاونوئید کل بیشتر و در مقابل فنول کل کمتری نسبت به میوه‌های تابستانه داشتند. در تحقیق حاضر، با در نظر گرفتن مکان نمونه‌برداری (دشت و کوهپایه)، مشخص شد که در منطقه مینودشت میوه‌های کوهپایه آنتوسیانین کل بیشتری نسبت به میوه‌های دشت داشتند، اما در منطقه بندرگز، مکان نتوانست تاثیری بر میزان آنتوسیانین کل داشته باشد.

جدول ٤: اثر منطقه، فصل و مکان بر صفات فیزیکوشیمیایی میوه در تمشک‌های بومی استان گلستان

	اسیدیته کل (میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌گرم)	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	اسید آسکوربیک (میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر)	pH
منطقه	P<۰/۰۰۱	P=۰/۳۵٤	P=۰/۰۱۲	P=۰/۰۰۷
بندرگز	۱/۹۸	۱۰/۲۸	۳۰/٤	۳/۳۱
مینودشت	۳/٦۳	۹/٥٦	۳۳/٤	۳/۰۲
منطقه/فصل	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱
بندرگز/بهار	۱/٦۳^{c}	۱۱/۹۷^{a}	۲۲/۷^{b}	۳/۰٥^{b}
بندرگز/تابستان	۲/۳۳^{b}	۸/٥۸^{b}	۳۸/۲^{a}	۳/٥٦^{a}
مینودشت/بهار	٥/٥۲^{a}	۱۱/۲۳^{a}	۲۲/۳^{b}	۲/۲۸^{c}
مینودشت/تابستان	۱/۷٥^{c}	۷/۸۹^{b}	٤٤/٥^{a}	۳/۷۷^{a}
منطقه/فصل/مکان	P=۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P=۰/۰۰۸
بندرگز/بهار/دشت	۱/۳۳^{c}	۱٤/٥۷^{a}	۲۲/۱^{d}	۳/۳٤^{b}

	اسیدیته کل (میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌گرم)	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	اسید آسکوربیک (میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر)	pH
بندرگز/بهار/کوهپایه	۱/۹۳^{c}	۹/۳۷^{b}	۲۳/۲^{d}	۲/۷۶^{c}
بندرگز/تابستان/دشت	۲/۷۷^{b}	۸/۵۰^{c}	۲۶/۷^{c}	۳/۶۲^{ab}
بندرگز/تابستان/کوهپایه	۱/۹۰^{c}	۸/۶۷^{c}	۴۹/۷^{a}	۳/۵۰^{ab}
مینودشت/بهار/دشت	۵/۸۳^{a}	۱۱/۰۰^{b}	۲۰/۵^{d}	۲/۳۸^{cd}
مینودشت/بهار/کوهپایه	۵/۲۰^{a}	۱۱/۴۷^{b}	۲۴/۰^{d}	۲/۱۸^{d}
مینودشت/ تابستان/دشت	۱/۴۷^{c}	۷/۹۸^{c}	۳۷/۳^{b}	۴/۰۲^{a}
مینودشت/ تابستان/کوهپایه	۲/۰۳^{c}	۷/۸۰^{c}	۵۱/۶^{a}	۳/۵۱^{ab}

جدول ۵: اثر منطقه، فصل و مکان بر برخی صفات فیتوشیمیایی میوه در تمشک‌های بومی استان گلستان

	فعالیت آنتی اکسیدانی (٪)	آنتوسیانین کل (میلی‌گرم سیانیدین ۳-گلوکوزید بر ۱۰۰ میلی‌لیتر)	فلاونوئید کل (میلی‌گرم کوئرستین بر ۱۰۰ میلی‌لیتر)	فنول کل (میلی‌گرم اسید گالیک بر ۱۰۰ میلی‌لیتر)
منطقه	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P=۰/۰۰۲	P<۰/۰۰۱
بندرگز	۰/۳۸۶	۰/۹۷۱	۰/۶۴۵	۰/۶۸
مینودشت	۰/۲۴۶	۱/۲۴۵	۰/۴۷۱	۰/۳۶
منطقه/فصل	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱
بندرگز/بهار	۰/۵۰۷^{a}	۱/۱۸۶^{b}	۰/۸۲۹^{a}	۰/۵۱^{b}
بندرگز/تابستان	۰/۲۶۴^{c}	۰/۷۵۵^{c}	۰/۴۶۰^{b}	۰/۸۵^{a}
مینودشت/بهار	۰/۰۸۸^{d}	۱/۸۷۲^{a}	۰/۵۴۷^{b}	۰/۱۲^{c}
مینودشت/تابستان	۰/۴۰۵^{b}	۰/۶۱۹^{c}	۰/۳۹۴^{b}	۰/۶۰^{b}
منطقه/فصل/مکان	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	P=۰/۰۰۵	P=۰/۰۰۱
بندرگز/بهار/دشت	۰/۴۱۸^{b}	۱/۲۴۲^{bc}	۰/۹۵۹^{a}	۰/۶۱^{bc}
بندرگز/بهار/کوهپایه	۰/۵۹۶^{a}	۱/۱۳۱^{c}	۰/۷۰۰^{ab}	۰/۴۱^{d}
بندرگز/تابستان/دشت	۰/۳۴۱^{bc}	۰/۸۲۴^{d}	۰/۳۷۸^{cd}	۰/۷۴^{b}
بندرگز/تابستان/کوهپایه	۰/۱۸۷^{d}	۰/۶۸۷^{d}	۰/۵۴۲^{bcd}	۰/۹۵^{a}
مینودشت/بهار/دشت	۰/۰۹۲^{e}	۱/۴۹۱^{b}	۰/۶۵۳^{bc}	۰/۱۱^{e}
مینودشت/بهار/کوهپایه	۰/۰۸۴^{e}	۲/۲۵۳^{a}	۰/۴۴۱^{bcd}	۰/۱۳^{e}
مینودشت/ تابستان/دشت	۰/۵۲۵^{a}	۰/۳۶۳^{e}	۰/۲۶۵^{d}	۰/۵۰^{cd}
مینودشت/ تابستان/کوهپایه	۰/۲۸۵^{c}	۰/۸۷۵^{d}	۰/۵۲۴^{bcd}	۰/۷۰^{b}

این پژوهش نشان داد که بین اکثر صفات خوشه و میوه در تمشک‌های بومی استان گلستان همبستگی معنی‌دار وجود داشت (جدول ٦). برای مثال، تعداد شفتچه در میوه با نسبت طول به قطر میوه همبستگی مثبت (r=۰/٦۴۳) و معنی‌دار (P<۰/۰۰۱) داشت؛ لذا می‌توان نتیجه گرفت که هرچه تعداد شفتچه در میوه بیشتر باشد، میوه کشیده‌تر می‌گردد. گرده‌افشانی کافی توسط حشرات از عوامل تشکیل تعداد بیشتر شفتچه در هر میوه می‌باشد.

جدول ۶: ضریب همبستگی صفات خوشه و میوه در تشک‌های بومی استان گلستان

	طول خوشه	عرض خوشه	تعداد میوه در خوشه	تعداد شفیچه در میوه	طول میوه	قطر میوه	نسبت طول/قطر میوه	وزن تر میوه	وزن خشک میوه	اسیدیته کل	مواد جامد محلول	اسید آسکوربیک	pH	فعالیت آنتی اکسیدانی	آنتوسیانین کل	فلاونوئید کل
طول خوشه	۱															
عرض خوشه	۰/۷۴۴***	۱														
تعداد میوه در خوشه	۰/۱۰۶۲ ns	-۰/۰۹۴ ns	۱													
تعداد شفیچه در میوه	۰/۳۱۸ ns	۰/۱۳۸ ns	-۰/۳۹۸ ns	۱												
طول میوه	۰/۱۰۶ ns	۰/۱۰۵ ns	-۰/۳۳۹ ns	۰/۴۱۲*	۱											
قطر میوه	۰/۲۰۵ ns	۰/۳۹۱ ns	۰/۱۶۳ ns	-۰/۹۰۳**	-۰/۱۹۰ ns	۱										
نسبت طول/قطر میوه	-۰/۰۴۲ ns	-۰/۱۸۳ ns	-۰/۴۲۰*	۰/۶۴۳**	۰/۸۳۲***	-۰/۶۷۱***	۱									
وزن تر میوه	۰/۴۸۱*	۰/۴۰۱ ns	-۰/۰۸۸ ns	۰/۲۰۹ ns	۰/۳۲۹***	۰/۳۷۸ ns	۰/۳۳۰ ns	۱								
وزن خشک میوه	-۰/۲۰۶ ns	-۰/۱۴۴ ns	۰/۰۷۸ ns	۰/۱۰۳ ns	۰/۲۰۴ ns	-۰/۰۱۴ ns	-۰/۲۰۶ ns	۰/۱۳۶ ns	۱							
اسیدیته کل	-۰/۲۸۷ ns	-۰/۲۶۸ ns	-۰/۰۵۹ ns	۰/۴۸۸*	۰/۵۰۲*	-۰/۶۸۸***	-۰/۷۸۶***	-۰/۰۶۹ ns	-۰/۱۱۲ ns	۱						
مواد جامد محلول	۰/۲۰۰ ns	۰/۱۶۳ ns	-۰/۰۵۳ ns	۰/۲۷۱ ns	۰/۴۵۳**	-۰/۳۳۳ ns	۰/۵۱۵**	۰/۱۶۳ ns	۰/۶۷۲**	۰/۳۸۰ ns	۱					
اسید آسکوربیک	-۰/۳۴۵ ns	-۰/۲۳۵ ns	۰/۱۶۹ ns	-۰/۵۰۵*	-۰/۴۸۵*	۰/۴۳۸*	-۰/۶۱۷**	-۰/۱۹۱ ns	۰/۵۰۳*	-۰/۴۲۷*	-۰/۸۷۷***	۱				
pH	-۰/۰۵۹ ns	-۰/۰۱۴ ns	۰/۴۵۰*	-۰/۵۷۲**	-۰/۶۲۷**	-۰/۶۷۱***	-۰/۸۹۰***	-۰/۱۵۷ ns	۰/۴۳۱*	-۰/۸۸۲***	-۰/۶۷۸***	-۰/۶۸۲***	۱			
فعالیت آنتی اکسیدانی	۰/۴۳۹*	۰/۲۲۵ ns	۰/۵۵۱**	-۰/۰۲۳ ns	-۰/۳۵۹*	-۰/۲۴۳ ns	-۰/۴۳۹*	-۰/۰۰۵ ns	۰/۱۹۷ ns	-۰/۸۳۹***	-۰/۱۲۲ ns	-۰/۰۴۵ ns	۰/۴۷۸*	۱		
آنتوسیانین کل	۰/۰۱۸ ns	۰/۰۰۷ ns	-۰/۳۱۶ ns	۰/۳۱۸ ns	۰/۷۶۶***	-۰/۴۶۶*	۰/۸۵۰***	۰/۳۵۵ ns	-۰/۵۰۷*	۰/۷۲۳***	۰/۷۳۵***	-۰/۶۷۹***	-۰/۸۷۵***	۰/۵۵۱**	۱	
فلاونوئید کل	۰/۴۹۳*	۰/۲۹۵ ns	۰/۱۷۱ ns	-۰/۰۲۲ ns	-۰/۰۷۶ ns	۰/۰۴۱ ns	-۰/۰۵۷ ns	-۰/۰۱۷ ns	-۰/۵۲۹ ns	-۰/۰۹۵ ns	۰/۶۵۳***	-۰/۴۵۵*	-۰/۴۲۹ ns	-۰/۰۹۴ ns	۰/۲۳۹ ns	۱
فنول کل	۰/۱۳۸ ns	۰/۳۲۵ ns	-۰/۱۵۷ ns	-۰/۰۸۴**	-۰/۵۳۸**	-۰/۷۹۵***	-۰/۸۴۹***	-۰/۱۰۱ ns	۰/۱۲۴ ns	-۰/۷۲۴***	-۰/۹۳۷***	۰/۹۴۳***	۰/۷۳۱***	۰/۲۵۹ ns	-۰/۷۰۴***	-۰/۰۱۴ ns

ns و *، ** و *** به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱ درصد، ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌دار.

همچنین این نتیجه حاصل شد که طول و قطر میوه با اسیدیته کل، اسید آسکوربیک، pH، آنتوسیانین کل و فنول کل همبستگی معنی‌دار داشتند. برای مثال، با افزایش طول و قطر میوه، مقدار فنول کل به ترتیب کاهش (r=-۰/۵۳۸) و افزایش (r=۰/۷۹۵) یافت. همچنین، مواد جامد محلول با اکثر صفات فیزیکوشیمیایی و فنولی همبستگی قوی و معنی‌دار داشت؛ به طوری که، با افزایش مواد جامد محلول از مقدار اسید آسکوربیک، pH و فنول کل کاسته و بر مقدار آنتوسیانین کل و فلاونوئید کل افزوده شد.

بحث

طبق نتایج این پژوهش، تمشک‌های منطقه بندرگز طول و عرض خوشه بیشتری نسبت به تمشک‌های منطقه مینودشت داشتند، اما از نظر تعداد میوه در خوشه اختلافی بین دو منطقه مشاهده نشد. این نتایج نشان می‌دهد که خوشه‌های تمشک در منطقه مینودشت از نظر میوه متراکم‌تر از منطقه بندرگز بودند. همچنین، بین فصول مختلف و مکان‌های مختلف از نظر طول و عرض خوشه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مقابل، در منطقه بندرگز خوشه‌های بهاره تعداد بیشتری میوه نسبت به خوشه‌های تابستانه داشتند؛ در حالی که، عکس این موضوع در منطقه مینودشت صادق بود. این نتایج یا تحقیقات قبلی مبنی بر تاثیر آب‌وهوا بر خصوصیات خوشه تمشک سازگاری دارد.

Aerts و همکاران (۲۰۰٤) بیان داشتند که تعداد کل گل در بوته‌های تمشک (گونه *Rubus chamaemorus*) تحت تاثیر شرایط آب‌وهوایی بود و در سال گرم‌تر ۲۰۰۲ خیلی بیشتر از سال خنک‌تر ۲۰۰۱ بود. نتایج آنها همچنین نشان داد که تشکیل جوانه‌های گل در سال‌های با بهار گرم افزایش، اما در سال‌های با تابستان گرم کاهش یافت. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین تعداد شفتچه در میوه در تمشک‌های بهاره مشاهده گردید. فعالیت بیشتر حشرات در بهار و وجود تعداد بیشتر گرده زنده در دماهای مناسب این وقت از سال میتوانند از عوامل اصلی تعداد بیشتر شفتچه باشند. پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که میوه‌های تمشک شمال ایران تعداد شفتچه و طول بیشتری نسبت به میوه‌های تمشک جنوب ایران داشتند (Momeni, 2012). به نظر می‌رسد که در آب‌وهوای خنک‌تر بر تعداد شفتچه‌ها افزوده می‌گردد.

نتایج همچنین نشان داد که میوه‌های تمشک منطقه مینودشت کشیده‌تر بودند. نسبت طول به قطر میوه در بندرگز به یک نزدیک‌تر بود، یعنی میوه‌های این منطقه گردتر بودند. چنانچه اثر فصل نیز در نظر گرفته شود، تمشک‌های بهاره مینودشت کشیده ترین میوه‌ها را تولید کردند؛ در حالی که، تمشک‌های بهاره بندرگز گردترین میوه‌ها را داشتند. Hadadinejad و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تمشک‌های سیاه مازندران نشان داد که بیشترین طول میوه حدود۱/٤ سانتی متر بود، در حالی که طبق نتایج این پژوهش بیشترین طول میوه ۱/۸ سانتی‌متر در تمشک‌های بهاره در کوهپایه‌های مینودشت بود.

نتایج این تحقیق از نظر وزن، طول و قطر میوه کمتر از نتایج Milošević و همکاران (۲۰۱۲) است؛ چرا که آنها ارقام تجاری تمشک را مورد ارزیابی قرار دادند، اما نتایج این تحقیق در مورد ژنوتیپ‌های وحشی است. با این حال، نتایج آنها از نظر شاخص شکل میوه یعنی نسبت طول به قطر میوه با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. میوه‌های بندرگز وزن تر بیشتری نسبت به میوه‌های مینودشت داشتند؛ اما از نظر وزن خشک میوه برابر بودند. با در نظر گرفتن فصل برداشت، می‌توان بیان داشت که میوه‌های تابستانه مینودشت دارای کمترین وزن تر و در مقابل بیشترین

وزن خشک بودند. به نظر می‌رسد که تمشک‌های تابستانه مینودشت، به دلیل تعداد کمتر شفتچه (میوه حقیقی) در میوه، وزن تر کمتری داشتند؛ در حالی که، تعداد کمتر شفتچه باعث نمو و بلوغ بیشتر در آنها و در نتیجه افزایش وزن خشک آنها گردیده است. Milošević و همکاران (۲۰۱۲) همچنین نشان دادند که بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ از نظر وزن میوه و قطر میوه تفاوت وجود داشت، اما از نظر طول میوه و نسبت طول به قطر میوه تفاوت دیده نشد.

همچنین، نتایج Dujmović Purgar و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که در تمشک درصد ماده خشک تحت تاثیر اقلیم است و اثر منطقه رشد بر این صفت هم در تمشک بلک‌بری و هم در تمشک رسپ‌بری معنی‌دار بود.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تمشک های منطقه مینودشت اسیدیته کل بیشتری نسبت به تمشک‌های منطقه بندرگز داشتند، در نتیجه pH آنها پایین‌تر بود. تمشک‌های منطقه مینودشت همچنین اسید آسکوربیک (ویتامین ث) بیشتری نسبت به تمشک‌های منطقه بندرگز داشتند، اما میوه‌های دو منطقه از نظر مواد جامد محلول تفاوت آماری نشان ندادند. تاثیر اقلیم بر مقدار اسیدیته حاصل از این تحقیق با نتایج Dujmović Purgar و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد، اما در مورد pH و مواد جامد محلول در تضاد است. آنها نشان داد که مقدار اسیدیته کل و مواد جامد محلول در انواع تمشک تحت تأثیر منطقه رشد می‌باشد، اما منطقه تاثیری بر pH در تمشک بلک‌بری و تمشک رسپ‌بری نداشت. نتایج Reyes- Carmona و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که اسیدیته کل در میوه‌های تمشک وحشی در منطقه پاتزورو بسیار بیشتر از منطقه وودبرن بود. همچنین، مقدار اسید آسکوربیک (ویتامین ث) در محصول بهاره منطقه زیتاکورو بسیار بیشتر از محصول تابستانه منطقه زیراون بود.

بیشترین مقدار مواد جامد محلول در منطقه وودبرن و کمترین آن در منطقه زیراکوراتیرو مشاهده شد. به طور کلی، تمشک‌های مکزیک از این نظر مقادیر کمتری نسبت به تمشک‌های آمریکا داشتند. به نظر می‌رسد که این مسئله به‌دلیل روزهای تابستانه طولانی‌تر در آمریکا باشد؛ از طرف دیگر، اختلاف تمشک‌های مناطق مختلف مکزیک از نظر مواد جامد محلول به دلیل اختلاف دمایی تلقی شد. همچنین، نتایج Milošević و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که از نظر مواد جامد محلول و اسیدیته کل بین میوه‌های تولیدی سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ تفاوت معنی‌دار دیده شد، که نتایج تحقیق حاضر مبنی بر تاثیر اقلیم بر اسیدیته میوه را تایید می‌نماید.

میوه‌های بهاره مینودشت دارای اسیدیته کل بیشتر و در نتیجه pH کمتر از میوه‌های بهاره بندرگز بودند، اما از نظر مواد جامد محلول و اسید آسکوربیک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. میوه‌های بهاره در هر دو منطقه دارای مواد جامد محلول بیشتر و در مقابل اسید آسکوربیک و pH کمتری از میوه‌های تابستانه بودند. نتایج این پژوهش در مورد اسیدیته کل منطبق با نتایج Dujmović Purgar و همکاران (۲۰۱۲) است، اما از نظر مواد جامد محلول و pH تطابق ندارد. از طرف دیگر، در تحقیق فوق میزان اسید کل از ۱/۷۲ تا ۳/۹۳ درصد متغیر بود، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. به نظر می‌رسد که مقدار اسیدیته کل بیشتر تحت تاثیر تغییرات فصلی قرار می‌گیرد؛ اما مواد جامد محلول و pH بیشتر تحت تاثیر منطقه هستند. همچنین، نتایج Acosta-Montoya و همکاران (۲۰۱۰) از نظر مقدار اسیدیته کل و مواد جامد محلول با تحقیق حاضر تطابق دارد. به علاوه، نتایج Guedes

و همکاران (۲۰۱۳) از نظر مقدار pH با تحقیق حاضر مطابقت دارد، اما از نظر مواد جمله محلول میزان کمتری را نشان داد.

همچنین نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیق فوق در تمشک رسپ‌بری از نظر مقدار ویتامین ث مطابقت دارد، مبنی بر اینکه منطقه رشد بر مقدار ویتامین ث موثر است، اما با نتایج ایشان در تمشک بلک‌بری سازگاری ندارد؛ زیرا آنها نتیجه گرفتند که اثر منطقه بر مقدار ویتامین ث در تمشک بلک‌بری معنی‌دار نیست. البته مقدار ویتامین ث در تحقیق Dujmović Purgar و همکاران (۲۰۱۲) با تحقیق حاضر سازگار است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمشک‌های منطقه بندرگز فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئید کل و فنول کل بیشتری نسبت به تمشک‌های منطقه مینودشت داشتند؛ اما از نظر آنتوسیانین کل مقادیر کمتری نشان دادند. Momeni (۲۰۱۲) دریافت که میوه‌های تمشک جنوب ایران از آنتوسیانین و فنول بیشتری نسبت به میوه‌های تمشک شمال ایران برخوردار بودند. Esmaeili و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که تمشک‌های موجود در منطقه دشت و کوهپایه از نظر صفات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی، از جمله آنتوسیانین کل، تفاوت زیادی داشتند. رشدونمو گیاه در مناطق جغرافیایی مختلف و در نتیجه تفاوت شرایط محیطی، از جمله نور، می‌تواند موجب تخریب آنتوسیانین و کاهش احتمالی آن شود (Esmaeili et al., 2012). نتایج Aerts و همکاران (۲۰۰٤) نیز نشان دادند که منطقه رشد اثر معنی‌داری بر فنول کل و آنتوسیانین کل داشت، اما فصل برداشت تاثیر کمی بر این صفات نشان داد. به نظر می‌رسد که از منطقه‌ای به منطقه‌ای دیگر پیش‌نیازهای تولید فنول و آنتوسیانین تاثیرپذیری بیشتری دارند، اما زمان برداشت در یک منطقه خاص تاثیر چندانی ندارد. طبق نتایج Dujmović Purgar و همکاران (۲۰۱۲)، آنتوسیانین کل در تمشک رسپ‌بری تحت تاثیر منطقه رشد بود و در نتیجه با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. نتایج Acosta-Montoya و همکاران (۲۰۱۰) و Dujmović Purgar و همکاران (۲۰۱۲) از نظر فنول کل نیز با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

فصل برداشت نیز بر این صفات اثر معنی‌داری داشت و میوه‌های بهاره از میوه‌های تابستانه در هر دو منطقه آنتوسیانین کل و فلاونوئید کل بیشتر و در مقابل فنول کل کمتری داشتند. در پژوهش‌های قبلی این نتیجه حاصل شد که انجام برداشت در اواخر فصل رشد باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنول کل میوه شده است. به نظر می‌رسد که محصولات پاییزه تمشک‌ها می‌توانند از شرایط تغذیه‌ای و آبیاری در سرتاسر طول تابستان بهره بالاتری ببرند (Freeman et al., 2011). زمان میوه‌دهی تمشک ممکن است نقش مهمی در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنولی میوه‌ها داشته باشد، به‌طوری که محصول پاییزه از این نظر مقادیر بالاتری را نشان داد. نتایج همچنین نشان داد که تمشک‌های پاییزه پرورش یافته در اقلیم‌های گرم و خشک نسبت به مناطق دیگر از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنولی بالاتری برخوردار بودند. احتمالا، کاهش محتوای آب میوه در این مناطق و افزایش وزن خشک می‌تواند دلیل عمده آن باشد. نتایج Milošević و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که از نظر فنول کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بین میوه‌های حاصل از سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. در میوه انار نیز میزان فنول تحت تأثیر منطقه رشد بود (Feyzi et al., 2018). به طور کلی، مشخص شده است که محتوای فنول و فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه تحت تاثیر شرایط اگروکلیمایی هستند.

در این پژوهش، بین بیشتر صفات خوشه و میوه همبستگی معنی‌دار وجود داشت. به عنوان نمونه، تعداد شفتچه در میوه با نسبت طول به قطر میوه همبستگی مثبت معنی‌دار داشت؛ به عبارت دیگر هرچه تعداد شفتچه در میوه بیشتر بود، میوه کشیده‌تر بود. گرده‌افشانی کافی توسط حشرات از عوامل تشکیل تعداد بیشتر شفتچه در هر میوه می‌باشد. وجود همبستگی بین صفات میوه تمشک در گزارش‌های قبلی نیز بیان شده است. Jafari (۲۰۱۳) با بررسی ۳۸ ژنوتیپ تمشک دریافت که بین صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شده همبستگی معنی‌دار وجود دارد. برای مثال، بین فنول کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی مثبت معنی‌دار و بین مواد جامد محلول و ویتامین ث همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده شد. Hadadinejad و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که در تمشک‌های وحشی استان مازندران بین میزان مواد جامد محلول و عادت رشد بوته همبستگی منفی وجود دارد؛ در مقابل، بین قطر میوه و عادت رشد همبستگی مثبت دیده شد. همچنین، Hadadinejad و Moradi (۲۰۱۶) نشان دادند که بین تعداد خار با شکل میوه، وزن تر میوه و حجم آب میوه همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت. به علاوه، Abdi و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند که بین شاخص طعم میوه با آنتوسیانین و قند همبستگی مثبت معنی‌دار و با اسیدیته کل همبستگی منفی و بین اندازه میوه با قند و آنتوسیانین همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت.

نتیجه‌گیری نهایی

تمشک‌های بومی و وحشی استان گلستان از نظر مواد مغذی بسیار غنی و برای سلامتی انسان بسیار مفید هستند. میوه تمشک‌های وحشی نسبت به تمشک‌های اهلی از این نظر غنی‌تر می‌باشند. در این آزمایش، تمشک‌های وحشی شرق استان گلستان (منطقه مینودشت) و تمشک‌های وحشی غرب استان گلستان (منطقه بندرگز) از نظر صفات میوه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که منطقه و مکان رویش و فصل برداشت تاثیر زیادی بر صفات ریخت‌شناختی و فیتوشیمیایی میوه تمشک وحشی دارد. تمشک‌های منطقه بندرگز از نظر ابعاد خوشه بزرگ‌تر بودند، اما از نظر تعداد میوه در خوشه بین تمشک‌های دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت؛ در مقابل، اثر فصل برداشت بر تعداد میوه در خوشه معنی‌دار بود. مکان رویش (دشت و کوهپایه) در هیچ کدام از مناطق بر صفات خوشه تاثیری نداشت، اما بر بیشتر صفات میوه شامل تعداد شفتچه در میوه، طول و قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه و وزن تر میوه اثر معنی‌دار نشان داد. همچنین اثر فصل برداشت بر تمام صفات اندازه‌گیری شده میوه معنی‌دار بود. نتایج همچنین نشان داد که میوه‌های تمشک‌های منطقه مینودشت اسیدیته و اسید آسکوربیک بیشتری نسبت به تمشک‌های منطقه بندرگز داشتند، ولی از نظر میزان مواد جامد محلول بین دو منطقه اختلاف معنی‌دار دیده نشد. میوه‌های برداشت شده در فصل بهار در هر دو منطقه مواد جامد محلول بیشتری نسبت به میوه‌های تابستانه داشتند و در مقابل از نظر pH مقادیر پایین‌تری را نشان دادند. میوه‌های بهاره منطقه بندرگز دارای بیشترین مقدار فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بودند. با توجه به تاثیر چشمگیر شرایط اقلیمی بر صفات میوه‌شناختی و دارویی تمشک، انتخاب ژنوتیپ‌ها و ارقام بر اساس سازگاری با منطقه کشت از ارزش زیادی برخوردار است. تحقیقات بعدی می‌تواند اختلاف بین تمشک‌های وحشی و ارقام اهلی کشت شده در استان گلستان و کل کشور را از نظر صفات ریخت‌شناختی و فیتوشیمیایی میوه نشان دهد. به نظر می‌رسد که می‌توان نسبت به کشت ژنوتیپ‌های بومی منطقه و اهلی‌سازی تمشک‌های وحشی اقدام کرد و از صفات خوب تمشک‌های وحشی برای اصلاح تمشک‌های اهلی بهره برد.

References

Abdi, N., Moradi, H. and Haddadinejad, M. (2018). Evaluation of morphological diversity in thornless blackberry in Mazandaran. Iranian Journal of Horticultural Science. 49(1): 279-290.

Acosta-Montoya, Ó., Vaillant, F., Cozzano, S., Mertz, C., Pérez, A.M. and Castro, M.V. (2010). Phenolic content and antioxidant capacity of tropical highland blackberry (*Rubus adenotrichus* Schltdl.) during three edible maturity stages. Food Chemistry. 119(4): 1497-1501.

Aerts, R., Cornelissen, J.H.C., Dorrepaal, E., Van Logtestijn, R.S.P. and Callaghan, T.V. (2004). Effects of experimentally imposed climate scenarios on flowering phenology and flower production of subarctic bog species. Global Change Biology. 10(9): 1599-1609.

Amao, I. (2018). Health benefits of fruits and vegetables: Review from Sub-Saharan Africa. Vegetables: Importance of Quality Vegetables to Human Health, 33-53.

Aune, D., Giovannucci, E., Boffetta, P., Fadnes, L. T., Keum, N., Norat, T. Tonstad, S. (2017). Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality, a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. International Journal of Epidemiology, 46(3):1029-1056.

Cho, M.J., Howard, L.R., Prior, R.L. and Clark, J.R. (2005). Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatograph/mass spectrometry. Journal of the Science of Food and Agriculture. 84: 1771–1782.

Dujmović Purgar, D., Duralija, B., Voća, S., Vokurka, A. and Ercisli, S. (2012). A comparison of fruit chemical characteristics of two wild grown *Rubus* species from different locations of Croatia. Molecules. 17(9): 10390-10398.

Effati, A. and Hadadinejad, M. (2018). Effect of diameter and length of root cuttings on propagation of thorny and thornless blackberries cultivars. Journal of Crops Improvement, 20(1): 403-412.

Esmaeili, S.Z., Dianati, M., Cherati, A. and Moradi, H. (2012). Evaluation of some morphologic and biochemical characters of wild black berry in mountain foot and plain. In: Proceedings of National congress of medicinal plants, 20-21 Nov., Islamic Azad University, Amol, Iran, 1-5. (In Persian)

Fawole, O.A. and Opara, U.L. (2013). Changes in physical properties, chemical and elemental composition and antioxidant capacity of pomegranate (cv. Ruby) fruit at five maturity stages. Scientia Horticulturae. 150: 37-46.

Feyzi, F., Seifi, E., Varasteh, F., Hemmati, K. and Fereydooni, H. (2018). The study of climatic conditions effect on physicochemical properties of pomegranate fruits cultivars Malas-e-Saveh and Malas-e-Yousef-Khani. Iranian Journal of Horticultural Science, 48(4).

Finn, C.E. and Clark, J.R. (2012). Blackberries. In: M.L. Badenes and D.H. Byrne (Ed), Fruit breeding, Handbook of Plant Breeding. (151-190). Springer Science.

Freeman, B.L., Stocks, J.C., Eggett, D.L. and Parker, T.L. (2011). Antioxidant and phenolic changes across one harvest season and two storage conditions in primocane raspberries (*Rubus idaeus* L.) grown in a hot, dry climate. HortScience. 46(2): 236-239.

Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV- visible spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. 1: F1.2.1-F1.2.13.

Guedes, M.N.S., Abreu, C.M.P.D., Maro, L.A.C., Pio, R., Abreu, J.R.D. and Oliveira, J.O.D. (2013). Chemical characterization and mineral levels in the fruits of blackberry cultivars grown in a tropical climate at an elevation. Acta Scientiarum Agronomy. 35(2): 191-196.

Hadadinejad, M. and 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]

Hadadinejad, M., Qasemi, S. and Azimi, F. (2015). Morphological diversity of black berries in some regions in Mazandaran province. Iranian Journal of Horticultural Science. 46(2): 333-343. [In Persian]

Jafari, Z. (2012). Study of growth and yield of some blackberries species from throughout Iran in Bajgah. Msc. Thesis. Department of horticulture, University of Shiraz. [In Persian]

Kasalkheh, R., Jorjani, E., Sabouri, H., Habibi, M. and Sattarian, A. (2016). Anatomical Study of *Rubus* Subgenus *Rubus* in Iran. Taxonomy and Biosystematics. 27: 19-38

Kashyap, G. and Gautam, M. (2012). Analysis of vitamin C in commercial and naturals substances by iodometric titration found in Nimar and Malwa regeion. Journal of Scientific Research in Pharmacy. 1 (2): 77-78.

Meskin, M. S. (2004). Phytochemicals: Mechanisms of Action; CRC Press: Boca Raton.; p 203.

Milošević, T., Milošević, N., Glišić, I. and Mladenović, J. (2012). Fruit quality attributes of blackberry grown under limited environmental conditions. Plant, Soil and Environment. 58(7): 322-327.

Momeni, S.H.A. (2012). Study the growth characteristics and fruit quantitative and qualitative traits of some blackberries from north and south of Iran. M.Sc. thesis. Department of horticulture, University of Shiraz. [In Persian]

Nikdel, K., Seifi, E., Babaie, H., Sharifani, M. and Hemmati, K. (2016). Physicochemical properties and antioxidant activities of five Iranian pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) in maturation stage. Acta agriculturae Slovenica, 107(2):277-286.

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

Qin, L., Xie, H., Xiang, N., Wang, M., Han, S., Pan, M. and Zhang, W. (2022). Dynamic changes in anthocyanin accumulation and cellular antioxidant activities in two varieties of grape berries during fruit maturation under different climates. Molecules, 27(2):384.

Reverberi, M., Picardo, M., Ricelli, A., Camera, E., Fanelli, C. and Fabbri, A.A. (2001). Oxidative stress, growth factor production and budding in potato tubers during cold storage. Free Radical Research. 35(6): 833-841.

Reyes- Carmona, J., Yousef, G.G., Martínez-Peniche, R.A. and Lila, M.A. (2005). Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (*Rubus* sp.) produced in different climatic regions. Journal of food science. 70(7): s497-s503.

Selcuk, N. and Erkan, M. (2014). Changes in antioxidant activity and postharvest quality of sweet pomegranates cv. Hicrannar under modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology. 92: 29-36.

Siriwoharn, T. and Wrolstad, R.E. (2004). Polyphenolic composition of Marion and Evergreen blackberries. Journal of Food Science. 69: 233–240.

Slinkard, K. and Singleton, V.L. (1997). Total phenol analysis; automation and comparison with manual methods. American Society for Enology and Viticulture. 28: 49-55.

Sun, T. and Ho, C.T. (2005). Antioxidant activity of buck wheat extracts. Food Chemistry. 90: 743-749.

Wang, Y., Finn, C. and Qian, M.C. (2005). Impact of growing environment on Chickasaw blackberry (*Rubus* L.) aroma evaluated by gas chromatography olfactometry dilution analysis. Journal of agricultural and food Chemistry. 53(9): 3563-3571.

Zamora-Ros, R., Béraud, V., Franceschi, S., Cayssials, V., Tsilidis, K. K., Boutron- Ruault, M. C. Rinaldi, S. (2018). Consumption of fruits, vegetables and fruit juices and differentiated thyroid carcinoma risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. International Journal of Cancer, 142(3):449-459.