Eco–phytochemical
Journal of Medicinal Plants
Print ISSN: 2322-3235
Online ISSN: 2783-4697
Islamic Azad University
Gorgan Branch
Iranian Society
of Medical Plants

Morphological, physicochemical and antioxidant comparison of medicinal date-plum fruit (*Diospyros lotus* L.) in three regions of Hyrcanian forests

Mohammad Emadoddini[1], Esmaeil Seifi[1*]
[1]Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[*] Corresponding author: esmaeilseifi@gau.ac.ir

Article type:
Research article

Article history
Received: 22-08-2023
Revised: 07-10-2023
Accepted: 08-10-2023

Keywords
Anthocyanin
Antioxidant
Date-plum
Flavonoid
Hyrcanian forest
Phenol
Wild persimmon

Abstract

The Hyrcanian forests, located along the southern shores of the Caspian Sea, are a unique and ancient ecosystem. To preserve the genetic reserves of these forests, it is essential to examine the diversity of their medicinal plants , including the date-plum or wild persimmon (*Diospyros lotus* L.). The aim of this research was to evaluate the native date-plum fruit harvested from three regions of the Hyrcanian forests including Gorgan, Aliabad, and Behshahr in terms of morphological, physicochemical, and antioxidant traits. to do so, fruit samples were collected and evaluated in November 2021 during commercial-local harvest. The obtained results showed that the highest fruit weight, diameter, and volume were recorded in samples collected from Behshahr, while the lowest weight, length, diameter, and fruit volume were observed in fruits belonging to Gorgan. This research indicated that fruits collected from Behshahr were more elongated compared to those collected from Gorgan and Aliabad. The comparison of qualitative traits confirmed that the highest acidity and vitamin C content were observed in Behshahr and the highest pH and total soluble solids were recorded in the fruit samples of Gorgan. The maximum total phenol and flavonoid were related to Aliabad and Behshahr. Finally, the highest total anthocyanin and antioxidant capacity were observed in Gorgan. Furthermore, this study found that fruit weight had a significant positive correlation with acidity while it showed a significant negative correlation with pH and antioxidant capacity. Also, fruit acidity had a significant negative correlation with antioxidant capacity and total anthocyanin. In contrast, pH and total soluble solids showed a significant positive correlation with total anthocyanin. In general, a great diversity was observed among the medicinal fruit of the wild date-plum collected from the three investigated regions in Hyrcanian forests with regard to the morphological, physicochemical, and antioxidant activity.

Cite this article as: Emadoddini, M., Seifi, E. (2023). Morphological, physicochemical and antioxidant comparison of medicinal date-plum fruit (*Diospyros lotus* L.) in three regions of Hyrcanian forests. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants.,* 11(4): 92-105.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi:
Dor:

اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی
شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۳۲۳۵
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۶۹۷
دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان
انجمن گیاهان دارویی ایران ثبت ۱۸۹۶۳

مقایسه مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی میوه گیاه دارویی خرمندی (*Diospyros lotus* L.) در سه منطقه از جنگل‌های هیرکانی

محمد عمادالدینی[۱]، اسماعیل سیفی[*۱]

[۱] گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، رایانامه: esmaeilseifi@gau.ac.ir

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۳۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۶-۰۷-۱۴۰۲

واژه‌های کلیدی:
آنتوسیانین
آنتی‌اکسیدان
جنگل هیرکانی
خرمالوی وحشی
خرمندی
فلاونوئید
فنول

چکیده

جنگل‌های هیرکانی اکوسیستم منحصربه‌فرد و باستانی در امتداد سواحل جنوبی دریای خزر هستند. بررسی تنوع گیاهان دارویی موجود در این جنگل‌ها، ازجمله خرمندی یا خرمالوی وحشی (*Diospyros lotus* L.)، کمک زیادی به حفظ ذخایر ژنتیکی آنها می‌کند. هدف از این پژوهش ارزیابی میوه خرمندی بومی جنگل‌های هیرکانی از سه منطقه حومه گرگان و علی‌آباد در استان گلستان و حومه بهشهر در استان مازندران ازنظر صفات مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی بود. بدین منظور، نمونه‌های میوه در آذر ۱۴۰۰ در زمان برداشت تجاری-بومی جمع‌آوری و مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، بیشترین وزن، قطر و حجم میوه به منطقه بهشهر و کمترین وزن، طول، قطر و حجم میوه به منطقه گرگان اختصاص یافت. ازنظر شکل ظاهری میوه، نمونه‌های منطقه بهشهر نسبت به گرگان و علی‌آباد کشیده‌تر بودند. مقایسه صفات کیفی میوه‌ها نشان داد که بیشترین میزان ویتامین ث و اسیدیته میوه به منطقه بهشهر، بیشترین pH و مواد جامد محلول به منطقه گرگان، بیشترین میزان فنول و فلاونوئید کل به مناطق علی‌آباد و بهشهر و بیشترین میزان آنتوسیانین کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به منطقه گرگان اختصاص یافت. بررسی همبستگی بین صفات نشان داد که وزن میوه با اسیدیته همبستگی مثبت معنی‌دار داشت، ولی با pH و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی منفی معنی‌دار نشان داد. اسیدیته با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و آنتوسیانین کل همبستگی منفی معنی‌دار داشت. در مقابل، pH و مواد جامد محلول با آنتوسیانین کل همبستگی مثبت معنی‌دار نشان دادند. به‌طورکلی، تنوع زیادی بین میوه دارویی خرمندی وحشی در سه ناحیه از جنگل‌های هیرکانی ازنظر خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد.

استناد: عمادالدینی، محمد؛ سیفی، اسماعیل. (۱۴۰۲). مقایسه مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی میوه گیاه دارویی خرمندی (*Diospyros lotus* L.) در سه منطقه از جنگل‌های هیرکانی. *فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۱۱ (۴)، ۱۰۵-۹۲.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.
Doi:
Dor:

مقدمه

خرمندی (*Diospyros lotus* L.) (خرما هندی) یا خرمالوی وحشی درختی است خزان شونده که در جنگل‌های شمال ایران تا ارتفاع ١١٠٠ متر از سطح دریا از آستارا تا رامیان دیده می‌شود و بلندای آن به ارتفاع ١٩ متر و گستردگی آن تا ٦ متر می‌رسد (Kolbadinejad and Najafian, 2020). این گیاه از تیره Ebanaceae و بومی آسیای جنوب غربی و اروپای شرقی می‌باشد و میوه‌های رسیده آن جهت تولید شیره و مربا به کار می‌روند (Yang et al., 2015).

خرمندی دارای ویژگی‌های دارویی فراوانی است که به ترکیبات زیست فعال موجود در آن نسبت داده می‌شوند (Yue at al., 2020). میوه خرمالو وحشی حاوی ترکیبات فنولی و دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بوده و همچنین به‌عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی با ارزش تغذیه‌ای بالا مطرح می‌باشد (Azarhoosh et al., 2017). یکی از مهم‌ترین فواید خرمندی کمک به بهبود سلامت قلب است. محتوای بالای آنتی‌اکسیدان، فلاونوئیدها و پلی‌فنول‌ها در آن به کاهش التهاب و جلوگیری از تجمع پلاک در رگ‌ها کمک می‌کند. شش ترکیب اصلی فنولی، شامل اسیدهای گالیک، پروتوکاتچوئیک، کافئیک، p-کوماریک و فرولیک و همچنین کوئرستین و میریستین، در عصاره خرمندی شناسایی شده‌اند (Gao et al., 2014; Koekemoer at al., 2021). این میوه سرشار از فیبر است که به تنظیم حرکات روده و جلوگیری از یبوست کمک می‌کند. همچنین حاوی تانن است که تأثیر مثبتی بر سیستم گوارشی دارد (Uddin et al., 2011; Rauf et al., 2022). دانهال‌های خرمندی به‌عنوان پایه برای ازدیاد خرمالوی اهلی به‌کار می‌روند (Rezaei Aderyani et al., 2017).

تعیین خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیکوشیمیایی میوه‌ها به‌عنوان مبنایی برای شناخت خواص غذایی، دارویی، درجه‌بندی، فرآوری و انبارداری آنها در نظر گرفته می‌شود. تحقیقات زیادی در دنیا در زمینه تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات مختلف کشاورزی صورت گرفته است. Sadeghi Nik و Nejad Ebrahimi (٢٠٢٢) با بررسی صفات فیزیکوشیمیایی بذور نارنج نشان دادند که بیشتری بازده روغن استخراج‌شده با دستگاه پراب مافوق صوت به میزان ٢٥ درصد بود. مهم‌ترین اسیدهای چرب موجود عبارت بودند از: اولئیک، لینولئیک، پالمیتیک و استئاریک. در یک مطالعه دیگر، Ajami و همکاران (٢٠٢٣) رقم قدیمی انار با نام توسفید گرگان را با رقم محلی کلباد و رقم ملی ملس ساوه از نظر خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی، فیتوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی میوه مقایسه کردند و نشان دادند که بیشترین میزان وزن، طول، قطر و حجم میوه، طول و قطر آریل و ضخامت پوست و همچنین بیشترین میزان مواد جامد محلول، گلوکز، فروکتوز، فنول کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در رقم توسفید گرگان مشاهده شد. همچنین، Moradkhani (٢٠٢٢) با بررسی چهار ژنوتیپ توت سیاه از استان‌های آذربایجان غربی و شرقی نشان داد که تنوع زیادی بین آنها از نظر صفات فیتوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی وجود دارد و ژنوتیپ خوی را با داشتن بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فروکتوز، فنول کل، کافئیک اسید، کلروژنیک اسید، کوئرستین و آپیژنین به‌عنوان نژاد برتر معرفی کرد. در بررسی ژنوتیپ‌های خرمندی جنگل‌های داغستان در روسیه، Anatov و Mallaliev (٢٠٢٢) تنوع زیادی را ازنظر صفات کاسبرگ، میوه و بذر نشان دادند. آنها تفاوت

معنی‌داری بین گروه‌ها ازنظر عرض دانه، وزن صد دانه، طول دانه، طول میوه، عرض میوه و ضخامت میوه یافتند. در یک مطالعه دیگر، Kolbadinejad و Najafian (٢٠٢٠) نشان دادند که در عصاره خرمالوی وحشی محتوای بالایی از قند، فنول و ترکیبات فلاونوئیدی وجود دارد. بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره خرمالوی وحشی نیز نشان‌دهنده ویژگی بالای آنتی‌اکسیدانی آن بوده است.

جنگل‌های هیرکانی که به آنها جنگل‌های خزری نیز گفته می‌شود، اکوسیستم جنگلی منحصربه‌فرد و باستانی می‌باشد که در امتداد سواحل جنوبی دریای خزر در ایران کشیده شده است. این جنگل‌ها محل زندگی طیف وسیعی از گونه‌های گیاهی از جمله بیش از ١٥٠ گونه درخت و درختچه هستند. با این حال، این جنگل‌ها در معرض تهدید جنگل‌زدایی، چرای بی‌رویه و سایر فعالیت‌های انسانی هستند که منجر به تخریب رویشگاه‌ها شده است. بررسی تنوع گیاهان دارویی موجود در این جنگل‌ها به حفظ ذخایر ژنتیکی آنها کمک زیادی می‌کند (Akhani et al., 2010; Heidari Masteali, 2021). خرمندی از گونه‌های غالب در این جنگل‌ها می‌باشد و قادر است بعد از تخریب شرایط را برای زادآوری طبیعی جنگل فراهم نماید (Amanzadeh et al., 2015). هدف از این تحقیق بررسی و مقایسه برخی از ژنوتیپ‌های خرمندی در سه منطقه جنگل‌های هیرکانی در استان‌های گلستان و مازندران ازنظر صفات مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه بود.

مواد و روش‌ها

معرفی پروژه: این پژوهش در آزمایشگاه گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. میوه خرمندی بومی جنگل شصت‌کلا در حومه گرگان و جنگل کبودوال در حومه علی‌آباد کتول از استان گلستان و جنگل هزارجریب در حومه بهشهر از استان مازندران در آذر ١٤٠٠ در زمان برداشت تجاری-بومی به‌طور تصادفی جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس برخی از صفات مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی اندازه‌گیری شدند. جدول ١ اطلاعات جغرافیایی و هواشناسی مناطق رویش را نشان می‌دهد.

اندازه‌گیری صفات: طول و قطر (بزرگ‌ترین قطر) میوه با کولیس دیجیتال با دقت ٠/٠١ میلی‌متر تعیین شدند. برای تعیین شکل میوه نسبت طول به قطر میوه محاسبه شد. هر چه این نسبت به عدد ١ نزدیک‌تر باشد، میوه گردتر است. وزن میوه‌ها، با استفاده از ترازوی دقیق با دقت ٠/٠١ گرم اندازه‌گیری شد. حجم میوه‌ها با استفاده از اختلاف حجم آب در استوانه مدرج اندازه‌گیری شد. تعداد دانه‌ها نیز شمارش و میانگین آنها برای یک میوه گزارش گردید.

جدول ١: اطلاعات جغرافیایی و هواشناسی مناطق رویش

منطقه رویش (جنگل)	شهرستان	طول جغرافیایی (شرقی)	عرض‌جغرافیایی (شمالی)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	میزان بارندگی (میلی‌متر)	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (٪)
شصت‌کلا	گرگان	٥٤° ٢٣′ ٠٣″	٣٦° ٤٨′ ٠٩″	٢٣٥	٥٢١	١٨,٠	٧٠,٥
کبودوال	علی‌آباد	٥٤° ٥٣′ ١٧″	٣٦° ٥٢′ ٢٩″	٣٧٠	٦٨٨	١٨,٠	٦٩,٨
هزارجریب	بهشهر	٥٣° ٣٢′ ٣٦″	٣٦° ٣٢′ ٤٦″	٧٠١	٦٢٢	١٧,٧	٧٩,٠

میزان اسید قابل تیتر از طریق تیتراسیون با سدیم هیدروکسید (۰/۱ نرمال) تعیین شد (Selcuk and Erkan, 2014). میزان pH آب‌میوه صاف‌شده با استفاده از دستگاه pH متر (pH-110 Labtron) اندازه‌گیری شد. میزان مواد جامد محلول در آب‌میوه بر اساس درجه بریکس اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان آسکوربیک اسید (ویتامین ث)، از روش Kashyap و Gautam (۲۰۱۲) استفاده شد. محتوای ترکیب فنول آب‌میوه مطابق روش فولین سیکالتیو با استفاده از اسپکتروفتومتر (2800 UV/VIS) اندازه‌گیری شد (Singleton and Rossi, 1965). برای اندازه‌گیری فلاونوئید کل از روش آلومینیوم کلراید استفاده شد (Fawole and Opara, 2013). به‌منظور اندازه‌گیری آنتوسیانین کل روش pH افتراقی (Giusti and Wrolstad, 2001) مورد استفاده قرار گرفت. همچنین برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه، از روش DPPH استفاده شد (Sun and Ho, 2005).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های آزمایش به‌صورت تجزیه واریانس یک‌طرفه در سه تکرار (هر تکرار پنج میوه) با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ یا ۵ درصد انجام شد.

نتایج

صفات مورفولوژیکی: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر منطقه رویش بر وزن میوه، طول میوه، قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه و همچنین حجم میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود، اما اثر معنی‌داری بر تعداد دانه نداشت.

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی میوه خرمندی در سه رویشگاه در جنگل‌های هیرکانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	طول به قطر میوه	حجم میوه	تعداد دانه
تیمار (منطقه رویش)	۲	۵,۳٤**	۵,۰۲**	۳۳,۲**	۰,۰٤۵**	۵,٤۳**	۱,٤٤٤^{ns}
خطا	٦	۰,۱۲	۰,۲٦	۰,٤۵	۰,۰۰۰٤	۰,۱۸	۱,۰۰۰
ضریب تغییرات (٪)	–	۸,۲٤	۳,۰۸	۳,۵٦	۲,۳٤	۱۰,۵۸	۳۱,۰٤

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ns عدم اختلاف معنی‌دار.

طبق نتایج، بیشترین وزن میوه در درختان منطقه بهشهر (۵,٦۳ گرم) و کمترین وزن میوه در درختان منطقه گرگان (۲,۹٦ گرم) دیده شد (جدول ۳). کمترین طول (۱۵,۱٦ میلی‌متر) و قطر میوه (۱٦,۰٦ میلی‌متر) به منطقه گرگان مربوط بود، درحالی‌که بیشترین طول میوه (۱۷/٦۹ میلی‌متر) به منطقه علی‌آباد اختصاص یافت، هرچند از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با میوه‌های منطقه بهشهر نشان نداد. همچنین بیشترین قطر میوه (۲۲,۵۷ میلی‌متر) در نمونه‌های برداشت شده از منطقه بهشهر مشاهده شد. کمترین نسبت طول به قطر میوه به میوه‌های منطقه بهشهر (۰,۷۵) اختصاص داشت. در مقابل، میوه‌های مناطق گرگان (۰,۹٤) و علی‌آباد (۰,۹۷) از این نظر تفاوت معنی‌داری نداشتند. براساس نتایج تجزیه واریانس بین صفت حجم میوه در مناطق مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت و بر این اساس بیشترین حجم میوه به منطقه بهشهر (۵,۵ سانتی‌متر مکعب) و کمترین حجم میوه به منطقه گرگان (۲,۸۲ سانتی‌مترمکعب) اختصاص یافت. ازنظر تعداد دانه، بین سه منطقه اختلاف معنی‌دار دیده نشد و میوه‌های بهشهر، گرگان و علی‌آباد به ترتیب دارای ۵,۷، ٤,۳ و ٤,۷ بذر بودند.

جدول ٣: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی میوه خرمندی در سه رویشگاه در جنگل‌های هیرکانی

منطقه رویش	وزن میوه (گرم)	طول میوه (میلی‌متر)	قطر میوه (میلی‌متر)	طول به قطر میوه	حجم میوه (سانتی‌مترمکعب)	تعداد دانه
بهشهر	٥,٦٣^{a}	١٦,٩١^{a}	٢٢,٥٧^{a}	٠,٧٥^{b}	٥,٥^{a}	٥,٧^{a}
گرگان	٢,٩٦^{c}	١٥,١٦^{b}	١٦,٠٦^{c}	٠,٩٤^{a}	٢,٨٢^{c}	٤,٣^{a}
علی‌آباد	٤,٣٨^{b}	١٧,٦٩^{a}	١٨,١٢^{b}	٠,٩٧^{a}	٣,٩٤^{b}	٤,٧^{a}

در هر ستون، حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار هستند.

صفات فیزیکوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: نتایج تجزیه واریانس همچنین نشان داد که در صفات کیفی و فیتوشیمیایی میوه شامل ویتامین ث، اسیدیته، pH و آنتوسیانین کل در سطح احتمال ١ درصد و در صفات مواد جامد محلول، فنول کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال ٥ درصد تفاوت آماری معنی‌دار مشاهده شد (جدول ٤).

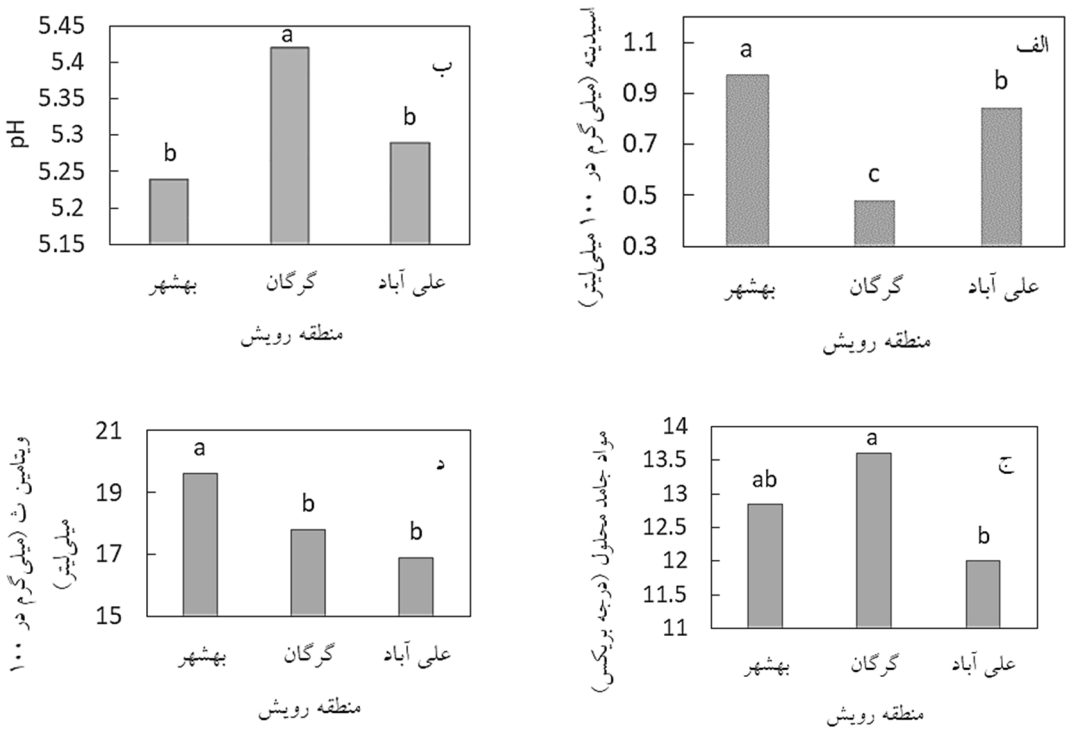
جدول ٤: نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیکوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه خرمندی در سه رویشگاه در جنگل‌های هیرکانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ویتامین ث	اسیدیته	pH	مواد جامد محلول	فنول کل	فلاونوئید کل	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	آنتوسیانین کل
تیمار	٢	٥,٧٥**	٠,١٩٤**	٠,٠٢٦**	٠,٠٣٠*	٨٦٨٢,٣٢*	٠,٠١٠٣*	١٠٠٥,٩١*	٠,٠٠٢**
خطا	٦	٠,٢٧٦	٠,٠٠٢	٠,٠٠١	٠,٠٠٣	١٠٨١,٤٣	٠,٠٠٠٧٢٦	١٦٨,٨١	٠,٠٠٠١
ضریب‌تغییرات(٪)	-	٢,٩٠	٧,٠٩	٠,٧٦٤	٢,٦٦٤	٢١,٧٣	٢٣,١٩	٣١,٦٨	١١,٥٣

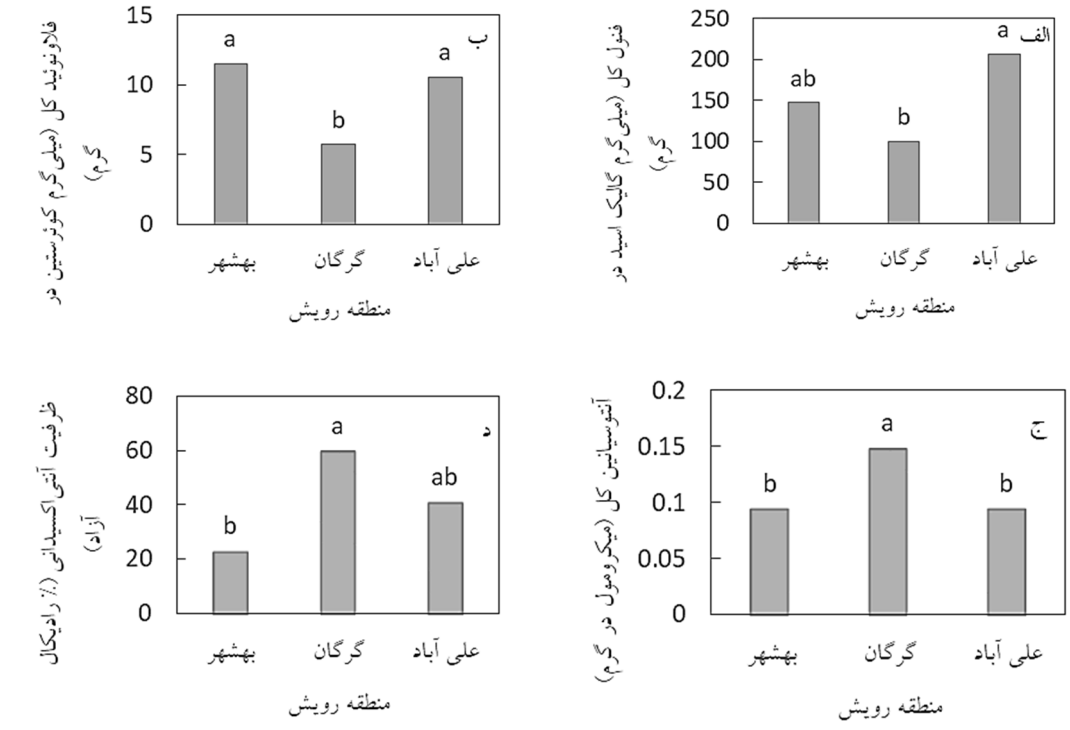
** اختلاف معنی‌دار در سطح ١ درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح ٥ درصد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین مقدار اسیدیته (٠,٩٧ میلی‌گرم در ١٠٠ میلی‌لیتر) و کمترین مقدار اسیدیته (٠,٤٨ میلی‌گرم در ١٠٠ میلی‌لیتر) به‌ترتیب به میوه‌های مناطق بهشهر و گرگان اختصاص یافت (شکل ١-الف). همچنین بیشترین میزان pH (٥,٤٢) و مواد جامد محلول (١٣,٦١ درجه بریکس) به میوه‌های منطقه گرگان اختصاص یافت، درحالی‌که کمترین میزان pH (٥,٢٤) به منطقه بهشهر و کمترین میزان مواد جامد محلول (١٢,٠١ درجه بریکس) به منطقه علی‌آباد مربوط بود (شکل ١-ب و ج). بیشترین مقدار ویتامین ث (١٩,٦١ میلی‌گرم در ١٠٠ میلی‌لیتر) در میوه‌های بهشهر و کمترین مقدار آن (١٦,٨٩ میلی‌گرم در ١٠٠ میلی‌لیتر) در میوه‌های علی‌آباد مشاهده شد (شکل ١-د).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین مقدار فنول کل (٢٠٧,٠٨ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم) به میوه‌های علی‌آباد و کمترین مقدار آن (٩٩,٧٣ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم) به میوه‌های گرگان اختصاص یافت (شکل ٢-الف). همچنین بیشترین میزان فلاونوئید کل (١١,٥٥ میلی‌گرم کوئرستین در گرم) در میوه‌های بهشهر و کمترین میزان آن (٥,٧٢ میلی‌گرم کوئرستین در گرم) در میوه‌های گرگان مشاهده شد (شکل ٢-ب). همچنین، بیشترین آنتوسیانین کل (٠,١٤٧ میکرومول در گرم) و بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (٥٩,٤٤ درصد) به میوه‌های منطقه گرگان مربوط بودند (شکل ٢-ج و د). در مقابل، کمترین آنتوسیانین کل (٠,٠٩٢ میکرومول در گرم) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (٢٢,٨٢ درصد) به ترتیب در میوه‌های علی‌آباد و بهشهر اندازه‌گیری شدند.



شکل ۱: اسیدیته (الف)، pH (ب)، مواد جامد محلول (ج) و ویتامین ث (د) در میوه خرمندی در سه رویشگاه در جنگل‌های هیرکانی



شکل ۲: فنول کل (الف)، فلاونوئید کل (ب) و آنتوسیانین کل (ج) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (د) در میوه خرمندی در سه رویشگاه در جنگل‌های هیرکانی

جدول ۵: ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه خرمندی

	طول میوه	قطر میوه	طول به قطر میوه	حجم میوه	ویتامین ث	اسیدیته	pH	تعداد دانه	مواد جامد محلول	فنول کل	فلاونوئید کل	ظرفیت آنتی اکسیدانی	آنتوسیانین کل
وزن میوه	۰,۷*	۰,۹۶**	-۰,۷۵**	۰,۹۸**	۰,۳*	۰,۹۵**	-۰,۸۶**	۰,۴۴ns	-۰,۵۸ns	۰,۴۵ns	-۰,۶۱ns	-۰,۸**	-۰,۷۲**
طول میوه	۱	۰,۵ns	-۰,۰۷ns	۰,۶ns	-۰,۲۸ns	۰,۷۹**	-۰,۶۳ns	-۰,۱ns	-۰,۶۶*	۰,۷۹**	-۰,۶۸*	-۰,۶۲ns	-۰,۷۵**
قطر میوه		۱	-۰,۸۹**	۰,۹۸**	۰,۴۸ns	۰,۸۸**	-۰,۸۴**	۰,۵۷ns	-۰,۴۸ns	۰,۲۴ns	-۰,۵۳ns	-۰,۷۷**	-۰,۶۳ns
طول به قطر میوه			۱	-۰,۸۲**	-۰,۷۱*	-۰,۶۱ns	-۰,۶۴ns	-۰,۷۱*	۰,۱۹ns	۰,۱۱ns	۰,۲۶ns	۰,۵۷ns	۰,۳۲ns
حجم میوه				۱	۰,۴۲ns	۰,۹۲**	-۰,۸۳**	۰,۵۲ns	-۰,۴۸ns	۰,۳۵ns	-۰,۵۹۹ns	-۰,۷۹**	-۰,۶۳ns
ویتامین ث					۱	۰,۱ns	-۰,۱۸ns	۰,۷۲*	۰,۲۱ns	-۰,۶۲ns	۰,۰۷ns	-۰,۴۸ns	۰,۱۲ns
اسیدیته						۱	-۰,۹۲**	۰,۲۸ns	-۰,۶۹*	۰,۵۵ns	۰,۷*	-۰,۸۲**	-۰,۸۵**
pH							۱	-۰,۳۵ns	۰,۷۹*	-۰,۴۳ns	۰,۷۱*	۰,۶۳ns	۰,۸۵**
تعداد دانه								۱	-۰,۱۹ns	-۰,۵ns	-۰,۰۸ns	-۰,۲۲ns	-۰,۰۷۷ns
مواد جامد محلول									۱	-۰,۵ns	۰,۴ns	۰,۲۶ns	۰,۸**
فنول کل										۱	-۰,۵۸ns	-۰,۲۲ns	-۰,۵۹ns
فلاونوئید کل											۱	۰,۵۴ns	۰,۵۶ns
ظرفیت آنتی اکسیدانی												۱	۰,۵۹ns
آنتوسیانین کل													۱

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ns عدم معنی‌داری.

همبستگی صفات: بررسی همبستگی بین صفات نشان داد که وزن میوه با اسیدیته همبستگی مثبت معنی‌دار داشت، به عبارتی با افزایش وزن میوه، مقدار اسیدیته نیز افزایش نشان داد (جدول ٥). در مقابل، وزن میوه با pH و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی منفی معنی‌دار داشت و با افزایش وزن میوه مقدار pH و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کاسته شد. قطر میوه با حجم میوه همبستگی مثبت معنی‌دار داشت؛ درحالی‌که، طول میوه چنین همبستگی نشان نداد؛ به‌عبارت‌دیگر، با افزایش طول میوه تأثیر چندانی بر حجم میوه دیده نشد، اما هرچه قطر میوه افزایش یافت حجم میوه نیز افزایش پیدا کرد. همچنین قطر میوه و حجم آن با اسیدیته همبستگی مثبت معنی‌دار و در مقابل با pH همبستگی منفی معنی‌دار داشتند. اسیدیته با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و آنتوسیانین کل همبستگی منفی معنی‌دار نشان داد، در مقابل pH و مواد جامد محلول با آنتوسیانین کل همبستگی مثبت معنی‌دار نشان دادند. تمام همبستگی‌های فوق‌الذکر در سطح احتمال ١ درصد معنی‌دار بودند.

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که در بین توده‌های خرمندی رویش یافته در سه منطقه از جنگل‌های هیرکانی شمال ایران تنوع زیادی ازنظر صفات مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی وجود داشت. Samakoush و همکاران (2017) نیز سه جمعیت خرمندی از رویشگاه‌های مازندران را ازنظر صفات برگ بررسی نمودند و بین آنها تنوع قابل‌ملاحظه‌ای یافتند. Yildirim و همکاران (٢٠١٠) تنوع توده‌های خرمندی ترکیه را با ١٢ نشانگر RAPD بررسی و آنها را به دو گروه اصلی تقسیم کردند. Yang و همکاران (٢٠١٥) نیز ٢٦ توده خرمندی از جنگل‌های چین را با نشانگر SCoT بررسی و آنها را در پنج گروه جای دادند. Anatov و Mallaliev (٢٠٢٢) تنوع زیادی را در ژنوتیپ‌های خرمندی جنگل‌های داغستان در روسیه یافتند. همچنین، Karimian و همکاران (٢٠١٥) بین شاه‌بلوط‌های جنگل‌های هیرکانی شمال ایران ازنظر صفات برگ و میوه تنوع چشمگیری گزارش کردند.

نتایج این تحقیق نشان داد که بزرگ‌ترین و کشیده‌ترین میوه‌ها مربوط به منطقه بهشهر بودند. از طرفی، بیشترین تعداد دانه در میوه نیز به بهشهر اختصاص یافت. به‌طورکلی، میوه‌هایی که دانه‌های بیشتری دارند بزرگ‌تر و نامنظم‌تر هستند، درحالی‌که میوه‌هایی که دانه‌های کمتری دارند کوچک‌تر و یکنواخت‌تر هستند. دلیل این امر این است که رشد میوه تحت تأثیر دانه‌های در حال رشد است که می‌تواند باعث تغییر شکل بافت میوه شود. محدوده وزن میوه در این مطالعه ٥,٦٣-٢,٩٦ گرم بود که در راستای نتایج Khademi و همکاران (٢٠٢٢) و Yang و همکاران (٢٠١٥) بود که میانگین وزن میوه را به ترتیب ٤,٤٥ و ٤,١٢ گرم گزارش کردند. همچنین، Hassan و همکاران (٢٠٢٢) میانگین وزن میوه خرمندی رویش یافته در ترکیه را ٤,٥٥ گرم ارزیابی نمودند که با تحقیق حاضر در یک راستا است، اما Anatov و Mallaliev (٢٠٢٢) وزن میوه در ژنوتیپ‌های خرمندی جنگل‌های داغستان در روسیه را ٢,٥ گرم یعنی اندکی کمتر از نتایج این تحقیق گزارش کردند. بیشترین طول و قطر میوه در خرمندی‌های موردمطالعه در این گزارش به ترتیب ١٧,٦٩ و ٢٢,٥٧ بود. در خرمندی‌های جنگل‌های ترکیه طول و قطر میوه به ترتیب ١٨,٠٦ و ١٩,٩٠ میلی‌متر بود که با تحقیق حاضر در یک حدود بودند (Hassan و همکاران، ٢٠٢٢). Khademi و همکاران (٢٠٢٢) نیز طول میوه‌های خرمندی را ١٥ میلی‌متر و شکل آنها را گرد ارزیابی نمودند.

تعداد و اندازه سلول‌ها اندازه نهایی میوه را تعیین می‌کنند؛ بااین‌حال، ممکن است سهم هر یک، بسته به بعضی از عوامل داخلی و خارجی متفاوت باشد. شکل میوه معمولاً خاص گونه و ژنوتیپ است؛ یعنی، به‌وسیله ژنتیک گیاه تعیین می‌شود؛ بااین‌حال، عوامل محیطی نیز نقش مهمی در آن بازی می‌کنند. مشخص شده است که تعداد بذر کمتر به تولید میوه‌های کشیده‌تر می‌انجامد. نقش بذور در تعیین شکل میوه به وجود جیبرالین‌ها که به‌وسیله بذور تولید می‌شوند و رشد بافت کورتکس را کنترل می‌کنند، نسبت داده می‌شود. کاربرد جیبرالین‌ها، به‌ویژه وقتی با سیتوکینین‌ها همراه باشند، تأثیر زیادی بر کشیده شدن میوه سیب دارد. بین شکل میوه و دمای هوا یک رابطه دوپهلو وجود دارد. مقایسه شکل میوه‌های سیب، که در مناطق مختلف نیوزلند تولید شده بودند، نشان داد که نسبت طول به قطر میوه در شرایط معتدل و مرطوب مناطق شمالی کمتر از شرایط خنک‌تر و خشک‌تر مناطق جنوبی است. گزارش شده است که اگر تا حدود یک ماه بعد از شکوفایی دمای شب زیاد باشد سیب‌های پهن تولید می‌شوند. این مسئله که شکل میوه به‌وسیله دمای هوا در بهار، به‌ویژه در طول شکوفایی و کمی بعد از آن، تعیین می‌شود وجود رابطه با تعداد بذر، که آن نیز در این دوره زمانی تعیین می‌گردد، را مشخص می‌کند. چنانچه این مسئله درست باشد، شکل میوه به‌صورت غیرمستقیم توسط عوامل محیطی تعیین می‌شود (Tromp and Wertheim, 2005).

میوه‌های سه منطقه رویش از نظر صفات فیزیکوشیمیایی دارای تنوع زیادی بودند. این تنوع می‌تواند ناشی از شرایط اقلیمی متفاوت در مناطق رویشی باشد. بیشترین اسیدیته در بهشهر (ارتفاع از سطح دریا ۷۰۱ متر) و کمترین آن در گرگان (ارتفاع از سطح دریا ۲۳۵ متر) یافت شد. به عبارت دیگر هرچه ارتفاع محل رویش بیشتر بود بر میزان اسیدیته اضافه شد که می‌تواند ناشی از کاهش دما و سایر عوامل باشد. تاثیر افزایش ارتفاع بر افزایش محتوای اسیدیته در توت‌فرنگی نیز گزارش شده است (Guevara-Tera´n et al., 2022a). به همین ترتیب، بیشترین pH میوه به منطقه گرگان و کمترین میزان آن به منطقه بهشهر اختصاص یافت. در میوه‌های خرمندی جنگل‌های ترکیه، pH برابر با ٦/٨٢ بود که اندکی از pH میوه‌های این تحقیق بالاتر بود (Hassan و همکاران، ۲۰۲۲). بیشترین مواد جامد محلول میوه به منطقه گرگان مربوط بود که می‌تواند ناشی از دمای بیشتر منطقه باشد. میوه‌های خرمندی جنگل‌های ترکیه نیز مواد جامد محلول برابر با ١٣/٦٦ درجه بریکس داشتند که با تحقیق حاضر در یک راستا بود (Hassan و همکاران، ۲۰۲۲). اسیدیته و مواد جامد محلول دو عامل مهمی هستند که می‌توانند بر طعم میوه تأثیر بگذارند. اسیدیته به میوه‌ها طعم ترش و مواد جامد محلول طعم شیرین می‌دهد. تعادل بین اسیدیته و مواد جامد محلول به میوه طعم منحصربه‌فرد آن را می‌دهد. شرایط آب و هوایی می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر اسیدیته و محتوای جامدات محلول میوه داشته باشد. به‌طورکلی، دمای گرم‌تر و شرایط خشک‌تر منجر به میوه‌هایی با مواد جامد محلول بالاتر و سطح اسیدیته کمتر می‌شود، درحالی‌که دمای سردتر و شرایط مرطوب‌تر می‌تواند منجر به میوه‌هایی با سطح اسیدیته بالاتر و مواد جامد محلول کمتر شود. علاوه بر این، عواملی مانند نوع خاک، ارتفاع و قرار گرفتن در معرض نور خورشید نیز می‌توانند بر طعم میوه تأثیر بگذارند (Dujmović Purgar et al., 2012). در مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف تمشک سیاه در فصول و مناطق مختلف مکزیک و آمریکا، مشخص شد 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 (Reyes- Carmona et al., 2005).

بین میوه‌های سه منطقه رویش ازنظر فنول، فلاونوئید و آنتوسیانین کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نیز تنوع زیادی دیده شد. میوه‌های خرمندی گرگان کمترین فنول و فلاونوئید کل را تولید کردند. در مقابل، میوه‌های علی‌آباد بیشترین فنول و میوه‌های بهشهر بیشترین فلاونوئید کل را تولید نمودند. در یک تحقیق دیگر، Kolbadinejad و Najafian (٢٠٢٠) محتوای فنول و فلاونوئید کل شیره خرمندی را بسیار بالا (١٩٩,٧٣ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم) ارزیابی نمودند که با یافته‌های این پژوهش همخوانی دارد. در گزارش‌های قبلی، مقدار فلاونوئید کل خرمندی ١٤,١ میلی‌گرم کوئرستین در گرم و اندکی بیشتر از نتایج تحقیق حاضر بود (Kolbadinejad and Najafian, 2020). تفاوت در میزان متابولیت‌های ثانویه، ازجمله فنول کل، فلاونوئید کل و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی، می‌تواند به دلیل شرایط محیطی، شرایط نوری و همچنین شرایط خاکی متفاوت باشد (Baiano et al., 2009; Qin et al., 2022). چندین ویژگی آب‌وهوایی، مانند افزایش تشعشع، کاهش دما، کاهش فشار اتمسفر و افزایش اشعه ماورا بنفش، با ارتفاع مرتبط هستند. اثر ترکیبی این متغیرها می تواند در تعیین مشخصات فنولی نهایی گیاهان نقش داشته باشد (Guevara-Tera´n et al., 2022b). Esmaeili و همکاران (٢٠١٢) نشان دادند که تمشک‌های موجود در منطقه دشت و کوهپایه ازنظر صفات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی، ازجمله آنتوسیانین کل، تفاوت زیادی داشتند. رشدونمو گیاه در مناطق جغرافیایی مختلف و درنتیجه تفاوت شرایط محیطی، ازجمله نور، می‌تواند موجب تولید یا تخریب آنتوسیانین و افزایش و کاهش احتمالی آن شود.

میوه‌های خرمندی گرگان بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به‌روش DPPH (٥٩,٤٤ درصد) را داشتند. نتایج Kolbadinejad و Najafian (٢٠٢٠) همچنین نشان‌دهنده ویژگی بالای آنتی‌اکسیدانی میوه خرمندی بود. میزان مهار تشکیل رادیکال DPPH توسط شیره خرمالوی وحشی در غلظت‌های ٨٠٠، ٤٠٠، ٢٠٠، ١٠٠ و ٥٠ میلی‌گرم در میلی‌لیتر به ترتیب برابر با ٨٢، ٦١,٥٣، ٥٣,٥١، ٣٢,٥٢ و ١٨,٣١ درصد بود که با نتایج این تحقیق هم‌راستا می‌باشد. فنول‌ها، آنتوسیانین‌ها و سایر فلاونوئیدها از مهم‌ترین ترکیباتی هستند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها را به عهده دارند. این ترکیبات می‌توانند به محافظت از سلول‌های بدن در برابر آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد کمک کنند و درنتیجه برای درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها مفید باشند. بااین‌حال، رابطه بین این ترکیبات و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پیچیده است و بسته به عوامل مختلفی ازجمله نوع ترکیب، نوع میوه و شرایط محیطی متفاوت می‌باشد (Cho et al., 2005).

همبستگی بین دو صفت به میزان ارتباط آنها اشاره دارد. اگرچه همبستگی ضرورتاً علت و معلول را نشان نمی‌دهد، اما به پژوهشگران اجازه می‌دهد تا زمانی که سنجش مستقیم امکان‌پذیر نیست، یک ویژگی خاص هزینه‌بر، زمان‌بر و دشوار را به‌صورت غیرمستقیم اندازه‌گیری کنند (Rahimkhani et al., 2016). طبق نتایج این تحقیق، وزن میوه با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی مثبت معنی‌دار داشت؛ به‌عبارت‌دیگر، با افزایش وزن میوه از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کاسته شد که احتمالاً به دلیل افزایش میزان آب‌میوه است. همچنین اسیدیته با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و آنتوسیانین کل همبستگی منفی معنی‌دار داشت. Khademi و همکاران (٢٠٢٢) نیز همبستگی صفات مهم فیزیکوشیمیایی خرمندی را ارزیابی نمودند. آنها بین

صفات موردمطالعه همبستگی معنی‌دار زیادی مشاهده کردند و بیان داشتند که بین وزن میوه با وزن بذر همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت، ولی بین قطر میوه و ابعاد بذر همبستگی معنی‌داری دیده نشد.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی نتایج نشان داد که محل رویش درختان خرمندی تأثیر زیادی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه آنها دارد. بیشترین وزن میوه در درختان بهشهر و کمترین وزن میوه در درختان گرگان دیده شد. میوه‌های بهشهر کشیده و میوه‌های گرگان و علی‌آباد گردتر بودند. ازنظر محتوای غذایی، میوه‌های بهشهر دارای بیشترین محتوای ویتامین C بودند، درحالی‌که میوه‌های علی‌آباد دارای بالاترین محتوای فنول کل بودند. میوه‌های گرگان دارای بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای آنتوسیانین و در مقابل کمترین میزان فنول و فلاونوئید بودند؛ به‌عبارت‌دیگر، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه خرمندی عمدتاً تحت تأثیر محتوای آنتوسیانین کل قرار دارد. این یافته‌ها تأیید می‌کنند که مناطق مختلف می‌توانند بر ویژگی‌های فیزیکی و تغذیه‌ای خرمندی تأثیر قابل‌توجهی داشته باشند. ازجمله اهداف تحقیقاتی آینده می‌توان به بررسی تنوع ژنتیکی درختان میوه وحشی در مناطق مختلف جنگل‌های هیرکانی به‌منظور شناسایی گونه‌های دارویی و تغذیه‌ای اشاره کرد. بسیاری از این گونه‌های وحشی توسط مردم محلی مصرف می‌شوند و در طبخ غذاهای سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی ازنظر علمی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند و ترکیبات مفید آنها شناسایی نشده‌اند. با توجه به نتایج این تحقیق، ژنوتیپ بهشهر به دلیل وزن و ابعاد بیشتر میوه و محتوای بالاتر بسیاری از ترکیبات فیتوشیمیایی مورد مطالعه برای تکثیر، پژوهش‌های بیشتر و هر گونه کار بهنژادی پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

این تحقیق مستخرج از طرح تحقیقاتی بوده و با حمایت مالی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شده است.

References

Ajami, M., Seifi, E., Varasteh, F., and Atashi, S. 2023. Evaluation of the morphological, phytochemical and antioxidant capacity of (*Punica granatum* L.) Toosefid cultivar from Gorgan in comparison with two commercial cultivars. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants. 10(4): 14-26.

Akhani, H., Djamali, M., Ghorbanalizadeh, A., and Ramezani, E. 2010. Plant biodiversity of Hyrcanian relict forests, Iran: an overview of the flora, vegetation, palaeoecology and conservation. Pakistan Journal of Botany, 42(1), 231-258.

Amanzadeh, B., Pourmajidian, M. R., Sagheb-Talebi, K., and Hojjati, S. M. 2015. Impact of canopy gap size on plant species diversity and composition in mixed stands, case study: Reserve area, District No. 3 Asalem Forests. Forest and Wood Products, 68(2), 287-301.

Anatov, D., and Mallaliev, M. 2022. Intrapopulation variability of fruit quantitative traits *Diospyros lotus* L. in the Inner Mountain Dagestan. In BIO Web of Conferences (Vol. 43, p. 01013). EDP Sciences.

Azarhoosh, K.H., Sharifi, A. and Estiri, S.H. 2017. Effect of sugar replacement with date plum (*Diospyros lotus*) syrup on antioxidant activity, phenolic compounds and sensory properties of functional cookies. Journal of Food Science and Technology, 1(31): 115-123.

Baiano, A., Gambacorta, G., Terracone, C., Previtali, M. A., Lamacchia, C., and La Notte, E. 2009. Changes in phenolic content and antioxidant activity of Italian extra□virgin olive oils during storage. Journal of food science, 74(2), C177-C183.

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.

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.

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.

Gao, H., Cheng, N., Zhou, J., Wang, B., Deng, J., and Cao, W. 2014. Antioxidant activities and phenolic compounds of date plum persimmon (*Diospyros lotus* L.) fruits. Journal of food science and technology, 51, 950-956.

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.

Guevara-Terán, M., Gonzalez-Paramás, A. M., Beltrán-Noboa, A., Giampieri, F., Battino, M., Tejera, E., and Alvarez-Suarez, J. M. 2022a. Influence of altitude on the physicochemical composition and antioxidant capacity of strawberry: A preliminary systematic review and meta-analysis. Phytochemistry Reviews, 1-18.

Guevara-Terán, M., Padilla-Arias, K., Beltrán-Novoa, A., González-Paramás, A. M., Giampieri, F., Battino, M., ... and Alvarez-Suarez, J. M. 2022b. Influence of altitudes and development stages on the chemical composition, antioxidant, and antimicrobial capacity of the wild andean blueberry (*Vaccinium floribundum* Kunth). Molecules, 27(21), 7525.

Hassan, A. M., Zannou, O., Pashazadeh, H., Ali Redha, A., and Koca, I. 2022. Drying date plum (*Diospyros lotus* L.) fruit: Assessing rehydration properties, antioxidant activity, and phenolic compounds. Journal of Food Science, 87(10), 4394-4415.

Heidari Masteali, S. 2021. Evaluation and comparison of biodiversity indexes of tree species in hyrcanian forests (Case study: Kheyroud, Ramsar and Neka Forests). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 34(2), 315-326.

Karimian, A., Taheri Abkenar, K. and Torkaman, J. 2015. Variations in leaf and fruit morphological traits of sweet chestnut (*Castanea sativa*) in Hyrcanian Forests, Iran. International Journal of Plant Science and Ecology, 1(4): 155-161.

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

Khademi, O., Erfani-Moghadam, J., and Rasouli, M. 2022. Variation of some *Diospyros* genotypes in Iran based on pomological characteristics. Journal of Horticulture and Postharvest Research, 5(4), 323-336.

Koekemoer, T. C., Swanepoel, B., Rashed, K., and Van De Venter, M. 2021. *Diospyros lotus* L. fruit: A potential antidiabetic functional food targeting intestinal starch hydrolysis. Egyptian Journal of Chemistry, 64(5), 2445-2451.

Kolbadinejad, M., and Najafian, L. 2020. Identification of chemical compounds and evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of date plum (*Diospyros Lotus*) syrup. Journal of food science and technology (Iran), 17(100), 151-163.

Moradkhani, S. 2022. Phytochemical and antioxidant activity of some of *Morus alba* L. Var. *Nigra* genotypes in West and East Azerbaijan province. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 10(3): 56-68.

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.

Rahimkhani, R., Varasteh, F. and Seifi, E. 2016. Evaluation of genetic diversity in some loquat genotypes based on pomological characteristics in Golestan province. Plant Production, 23(1), 157-177.

Rauf, A., Abu-Izneid, T., Rashid, U., Alhumaydhi, F.A., Bawazeer, S., Khalil, A.A., and Ntsefong, G.N. 2020. Anti-inflammatory, antibacterial, toxicological profile, and in silico studies of dimeric naphthoquinones from *Diospyros lotus*. BioMed Research International, Article ID 7942549, 1-10.

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.

Rezaei Aderyani, F., Rezaei, A., and Sharafi, Y. 2017. Investigation of improving salinity stress damages in *Diospyros lotus* seedlings by putrescine and chitosan. Journal of Crops Improvement, 19(3), 671-686.

Sadeghinik, M., and Nejad Ebrahimi, S. 2022. Comparison of physicochemical properties and fatty acid profile of seed oil from *Citrus aurantium* L. extraction in different extraction methods. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 10(2), 1-16.

Samakoush, G.T., Tabande, S.A., and Hakimi, M.M.H. 2017. Investigation of between and within population variation in *Diospyros Lotus* L. using leaf characteristics analysis (case study: eastern Bandpey of Babol). Journal of Plant Ecosystem Conservation, 4(9):165-180.

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: 29-3.

Singleton, V. and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3): 144-158.

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

Tromp, J., and Wertheim, S.J. 2005. Fruit growth and development. Fundamentals of temperate zone tree fruit production, 240-266.

Uddin, G., Rauf, A., Siddiqui, B.S., and Shah, S.Q. 2011. Preliminary comparative phytochemical screening of *Diospyros lotus* Stewart. Middle-East Journal of Scientific Research, 10(1), 78-81.

Yang, Y., Yang, T., and Jing, Z. 2015. Genetic diversity and taxonomic studies of date plum (*Diospyros lotus* L.) using morphological traits and SCoT markers. Biochemical Systematics and Ecology, 61, 253-259.

Yildirim, N., Ercişli, S., Ağar, G., Orhan, E., and Hizarci, Y. 2010. Genetic variation among date plum (*Diospyros lotus*) genotypes in Turkey. Genetics and Molecular Research 9 (2): 981-986.

Yue, X., Yang, H., Wang, T., Dong, S., Sun, Z., Wang, Y., ... and Peng, W. 2020. Molecules and medical function of *Diospyros lotus* L. Thermal science, 24(3 Part A), 1705-1712.