بررسی روند تغییرات محتوای بیوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی شاه‌توت طی مراحل مختلف رشد و نمو میوه

رسول ابتهاج [۱]، حمید حسن‌پور [۲*]
[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی دانشگاه ارومیه
[۲*] دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه
نویسنده مسئول: phhassanpour@gmail.com

چکیده

میوه‌های توت محتوای مواد مختلفی هستند که اثرات فیزیولوژیکی شناخته شده‌ای در سلامت انسان دارند. هدف از این مطالعه بررسی تغییرات بیوشیمیایی در طی ۴ مرحله مختلف رشد و نمو میوه شاه‌توت است. این آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار و ۴ تیمار (شامل زمان‌های مختلف برداشت) انجام شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد زمانی که میوه‌ها مراحل مختلف رسیدن را طی می‌کنند، محتوای بیوشیمیایی میوه به طور ویژه‌ای از مراحل میانی تا مراحل آخر افزایش می‌یابد. همچنین محتوای فنل کل عصاره میوه سریعا افزایش پیدا می‌کند. بیشترین مقدار فنل کل در مرحله آخر (۶۰۱/۸۸ میلی‌گرم بر صد گرم) مشاهده شد. همچین بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه (۴۶/۶۷ درصد) نیز در مرحله آخر برداشت میوه مشاهده گردید. بطور کلی نتایج حاکی از این است که میوه‌های رسیده شاه‌توت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری در مقایسه با میوه‌های نابالغ نشان می‌دهند، در حالی که در بسیاری از گزارش‌ها میوه‌های نابالغ مزایای سودمندی را از لحاظ ارزش تغذیه‌ای دارا می‌باشند.

کلمات کلیدی: دی‌پی‌پی‌اچ، رشد و نمو میوه، فلاونوئیدکل، فنل‌کل

مقدمه

درخت توت متعلق به جنس *Morus* از خانواده توت‌سانان (Moraceae) است. در جنس *Moros*، ۲۴ گونه و یک زیرگونه وجود دارد، که حداقل ۱۰۰ واریته از آن شناخته شده است. به طور کلی ۳ گونه اصلی از توت‌ها، شامل توت سفید (*Moros alba*)، توت قرمز (*Morus rubra*)، و شاه‌توت (*Morus nigra*) برای مصارف خوراکی پرورش می‌یابند. درختان توت در طیف وسیعی از مناطق گرمسیری، نیمه‌گرمسیری، و معتدله گسترش یافته‌اند که سازگاری بالای این درختان را به شرایط آب و هوایی مختلف نشان می‌دهد. شاه‌توت با نام علمی *Morus nigra* L. که منشا آن ایران است، یکی از گونه‌های مهم مورد کشت در کشورهای مدیترانه است (Kamiloglu *et al*., 2012). میوه شاه‌توت از نوع میوه‌های مرکب می‌باشد. میوه‌های مرکب از گل‌های متعددی که روی یک گل‌آذین قرار گرفته و دارای مادگی ساده می‌باشند، حاصل می‌شوند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶). میوه‌های شاه‌توت طیف وسیعی از متابولیت‌های زیستی از جمله اسیدهای فنولیک به عنوان مشتقات اسیدبنزوییک و سینامید، فلاونوئیدها مانند گلوکوزیدهای کوئرستین، آنتوسیانین‌ها مانند سیانیدین و گلیکوزیدهای پلارگونیدین که خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضدمیکروبی، و ضد التهابی دارند را شامل می‌شوند (Koyu *et al*., 2017).

ترکیبات فنلی با مهار رادیکال‌های آزاد به واسطه فعالیت آنتی‌اکسیدانی خود خاصیت ضد پیری خود را نشان می‌دهند. علاوه بر این بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که فنل‌ها خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی و برخی از انواع سرطان‌ها را کاهش می‌دهد. میوه شاه‌توت به دلیل محتوای بالای آنتوسیانین منبع غنی از فنل‌ها است (Eyduran *et al*., 2015). فعالیت آنتی‌اکسیدانی توت‌ها به طور کلی به ترکیبات فنلی آن‌ها به خصوص آنتوسیانین‌ها نسبت داده می شود (Kutlu *et al*., 2009). در مطالعه Chen و همکاران (۲۰۱۶) مشخص شد که ارقام مختلف توت در صفاتی مانند مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتر (TA)، فنل‌ها، آنتوسیانین‌ها، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و ظرفیت آنتی-اکسیدانی با هم تفاوت دارند. پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند هنگامی که میوه‌های توت سفید به مرحله بلوغ کامل

IrHC2019

می‌رسند، استحکام میوه سریعا کاهش پیدا کرده و مواد جامد محلول و pH میوه افزایش می‌یابد، در حالی که اسیدیته، پروتئین، مواد معدنی و اسیدهای آمینه در طول دوره رسیدن کاهش پیدا می‌کنند. همچنین قندهای آزاد در مرحله بلوغ کامل میوه نسبت به میوه‌هایی که نابالغ هستند بیشتر است. علاوه بر این مشخص شد که مقدار گاما آمینوبوتریک اسید از ۱۱۳/۲ به ۱۷/۱ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم در طول دوره رسیدن کاهش می‌یابد. اسیدهای آمینه آزاد، کوئرستین-۳-روتینوزید و ۱-دئوکسینوژیریمایسین در طول دوره رسیدن کاهش پیدا می‌کند. همچنین محتوای فنل کل میوه، آنتوسیانین‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد (Lee and Hwang, 2017). نظر به اینکه امروزه اکثر مردم جهان ترجیح می‌دهند در رژیم غذایی خود از مواد غذایی طبیعی به جای مواد مصنوعی استفاده کنند، بنابراین بررسی خصوصیات بیوشیمیایی توت در مراحل مختلف رشد و نمو میوه ضروری به نظر می‌رسد. همچنین بررسی خصوصیات عملکردی مواد موجود طبیعی، به ویژه آن‌هایی که به طور طبیعی در رژیم غذایی انسان وجود دارد، در سال‌های اخیر مورد توجه بوده است. اکثر محققان میوه‌هایی که در مرحله بلوغ کامل هستند را مورد مطالعه و بررسی قرار داده‌اند، در حالی که مطالعات کمی در مورد میوه‌های نابالغ یا تغییرات فیزیکوشیمیایی طی مراحل مختلف رشد و نمو میوه شاه‌توت گزارش شده است. بنابراین مطالعه محتوای بیوشیمیایی میوه شاه‌توت طی مراحل مختلف رشد و نمو میوه به منظور افزایش بکارگیری ذخایر آن ضروری می‌باشد. در این پژوهش روند تغییرات محتوای بیوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی طی مراحل مختلف رشد و نمو میوه شاه‌توت مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش نمونه‌های میوه از درختان بدون نشانه‌های بیماری و وجود آفت از یک باغی در ارومیه جمع‌آوری شدند. میوه‌ها در زمان‌های مختلف بین ماه‌های خرداد و تیر از نظر رنگ و مرحله رشدی مطابق شکل ۱ از جهات مختلف درخت جمع‌آوری و در داخل یخ خشک قرار داده شده و به آزمایشگاه دانشگاه ارومیه انتقال داده شدند. سپس میوه‌ها در ازت مایع فریز و بعد در دمای منفی ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. میوه‌های مرحله ۱ چهار هفته پس از گلدهی از درخت چیده شد و دیگر مراحل هم با رنگ گرفتن میوه به رنگ قرمز تا سیاه از درخت چیده شد. میوه‌ها در ۴ گروه نارس، نیمه رسیده، رسیده و رسیده کامل دسته‌بندی شدند. آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. در این پژوهش پارامترهای از قبیل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل عصاره میوه، محتوای فنل کل و فلاونوئید کل ارزیابی شدند.

اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، فنل کل و فلاونویئد کل

برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل عصاره میوه از روش DPPH، با استفاده از اسپکتروفتومتر، برای ارزیابی فنل کل از روش Du و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از اسپکتروفتومتر و برای ارزیابی فلاونوئید کل از روش Shin و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از اسپکتروفتومتر استفاده شد.

شکل «۱» تصاویر مربوط به میوه شاه‌توت در طی ۴ مرحله مختلف رشد و نمو میوه، مرحله اول سبز نارس، مرحله دو و سه فاز نابالغ میوه و مرحله چهار بلوغ کامل میوه

نتایج و بحث

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) تمامی صفات بررسی شده در سطح اختمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد زمانی که میوه‌ها به مرحله بلوغ می‌رسند، فنل کل میوه سریعا افزایش پیدا می‌کند و مقدارآن از ۶۵/۵۹ تا ۶۰۱/۸۸ میلی‌گرم بر صد گرم وزن تر میوه در طول مراحل مختلف تغییر می‌یابد (شکل ۲). مقدار فلاونوئید کل در مراحل میانی کاهش و بعد در مراحل آخر افزایش می‌یابد و مقدار آن از ۵۳/۶۲ تا ۲۱۵/۴۲ میلی‌گرم بر

IrHC2019

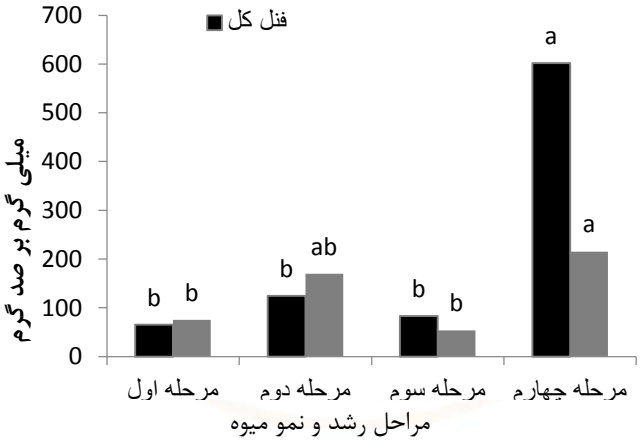
صد گرم متغیر است (شکل ۲).

جدول «۱» نتایج تجزیه واریانس صفات میزان فنل کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه شاه‌توت در طی مراحل مختلف رشد و نمو میوه

	میانگین مربعات صفات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	فنل کل	فلاونوئید کل
تیمار	۳	۶۹۸/۵۶۴ **	۱۹۷۴۹۶/۵۴۱۷ **	۱۷۶۷۵/۹۹۶۸۸*
خطای آزمایشی	۸	۲۱/۶۴۵	۱۳۸۶۸/۵۶۸۶	۴۷۷۹/۱۰۳۸۱

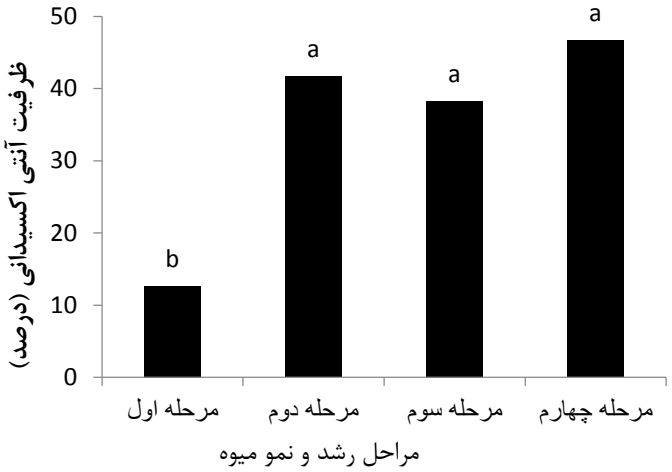
**,* به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد

در این مطالعه فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه شاه‌توت به وسیله ظرفیت مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH) تعیین شد. نتایج نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه در طول مراحل مختلف رسیدن افزایش پیدا می‌کند و مقدارآن از ۱۲/۴۶۷ تا ۴۶/۶۷ درصد متغیر است (شکل ۳). نتایج مطالعات قبلی نشان داده است که فنل کل و میزان آنتوسیانین میوه در طول فرایند رسیدن میوه افزایش می‌یابد (Lou *et al.*, 2012). در مطالعه‌ای دیگر مقدار فنل کل در میوه شاه‌توت بین ۱۹۴۳ و ۲۲۳۷ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم معادل اسیدگالیک وزن تر مشاهده شد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ژنوتیپ‌های مختلف شاه‌توت بین ۶۳-۷۶ درصد بود (Ercisli and Orhan, 2007). تنوع در مقدار فنل در بری‌ها به فاکتورهای مختلفی از جمله مرحله بلوغ، تنوع ژنتیکی و شرایط آب و هوایی بستگی دارد (Pawlowska *et al.*, 2008).



شکل «۲» روند تغییرات محتوای فنل کل و فلاونوئید کل در طی مراحل مختلف رشد و نمو میوه. میانگین‌های دارای حرف مشترک فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد هستند.

IrHC2019



شکل «۳» روند تغییرات میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در مراحل مختلف رشد و نمو میوه. میانگین‌های دارای حرف مشترک فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد هستند.

منابع

جلیلی مرندی، ر. ۱۳۸۶. پرورش میوه‌های مناطق معتدله، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۳۶۳ ص.

Chen, H., Chen, J., Yang, H., Chen, W., Gao, H. and Lu, W. 2016. Variation in total anthocyanin, phenolic contents, antioxidant enzyme and antioxidant capacity among different mulberry (*Morus* sp.) cultivars in China. Scientia Horticulturae, 213: 186-192.

Du, G., Li, M., Ma, F. and Liang, D. 2009. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in *Actinidia* fruits. Food Chemistry, 113(2): 557-562.

Ercisli, S., and Orhan, E. 2008. Some physico-chemical characteristics of black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes from Northeast Anatolia region of Turkey. Scientia Horticulturae, 116(1): 41-46.

Eyduran, S.P., Ercisli, S., Akin, M., Beyhan, O., Gecer, M.K., Eyduran, E. and Erturk, Y.E. 2015. Organic acids, sugars, vitamin C, antioxidant capacity, and phenolic compounds in fruits of white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry genotypes. Journal of Applied Botany and Food Quality, 88: 134-138.

Kamiloglu, S., Unal, N., Serali, O. and Capanoglu, E. 2012. Antioxidant activity and polyphenol composition of black mulberry (*Morus nigra* L.) products. Journal of Berry Research, 3: 41-51.

Koyu, H., Kazan, A., Ozturk, T.K., Yesil-Celiktas, O. and Haznedaroglu, M.Z. 2017. Optimizing subcritical water extraction of *Morus nigra* L. fruits for maximization of tyrosinase inhibitory activity. The Journal of Supercritical Fluids, 127: 15-22.

Kutlu, T., Durmaz, G., Ates, B., Yilmaz, I. and Cetin, M.S. 2009. Antioxidant properties of different extracts of black mulberry (*Morus nigra* L.). Turkish Journal of Biology, 35: 103-110.

Lee, Y. and Hwang, K.T. 2017. Changes in physicochemical properties of mulberry fruits (*Morus alba* L.) during ripening. Scientia Horticulturae, 217: 189- 196.

Lou, H., Hu, Y., Zhang, L., Sun, P. and Lu, H. 2012. Nondestructive evaluation of the changes of total flavonoid, total phenols, ABTS and DPPH radical scavenging activities:and sugars during mulberry (*Morus alba* L.) fruit development by chlorophyll fluorescence and RGB intensity values. Food Science and Technology. 47: 19–24.

Pawlowska, A.M., Oleszek, W., Braca, A. 2008. Quali-quantitative analyses of flavonoids of *Morus nigra* L. and *Morus alba* L. (*Moraceae*) fruits. J. Agric. Food Chemistry. 56: 3377–3380.

Shin, S.W., Ghimeray, A.K. and Park, C.H. 2014. Investigation of total phenolic, total flavonoid, antioxidantand allyl isothiocyanate content in the different organs of *wasabi Japonica* grown in an organic system. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines, 3(11): 38-45.

IrHC2019

Study of changes in biochemical and antioxidant properties of mulberry (*Morus nigra* L.) during fruit growth and development stages

Rasoul Ebtehaj[1], Hamid Hassanpour[2*]
[1] MSc. student, Department of Horticulture, Urmia University, Urmia
[2] Associate Professor, Department of Horticulture, Urmia University
[*] *Corresponding author: phhassanpour@gmail.com*

Abstract

Mulberry fruits contain different materials that have physiological effects on human health. The aim of this study is to evaluate the biochemical changes of black mulberry fruits during four different stages of growth and development. This experiment was conducted as a completely randomized design with 3 replications and 4 treatments (including different harvesting times). The results of this study showed that the biochemical content of the fruit increases with progress of ripening, dramatically from the middle to the last stages. The total phenol content of fruit extract is rapidly increased with progress of ripening. The highest total phenol was observed in the last stage (601.88 mg/100 g). The highest antioxidant capacity of fruit (46.67%) was also observed in the last stage. In general, the results indicate that ripe black mulberry fruits contain more antioxidant capacity compared to immature fruits, meanwhile in most reports; immature mulberry fruits had beneficial advantages in terms of nutritional compounds.

***Keywords*:** DPPH, Fruit growth and development, Total phenol, Total flavnoid

11th IrHC 2019
IrHC2019