بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی شاه توت (*Morus nigra* و *Morus alba*) طی چهار مرحله رشدی میوه

سارا بخشی[۱]، یحیی سلاح ورزی*[۲]، بهرام عابدی[۳]

[۱]دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۲،۳]استادیار علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

*نویسنده مسئول: selahvarzi@um.ac.ir

چکیده

میوه‌های توت حاوی مواد مختلفی هستند که اثرات فیزیولوژیکی شناخته شده‌ای در سلامت انسان دارند. هدف از این مطالعه بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکو شیمیایی میوه شاه توت با دو پایه (*Morus nigra* و *Morus alba*) در طی چهار مرحله بلوغ (سبز، صورتی، قرمز و سیاه) می‌باشد. این تحقیق به‌صورت کرت‌های خرد شده در زمان و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. مراحل مختلف بلوغ میوه به‌عنوان کرت‌های اصلی و کرت‌های فرعی پایه‌های مورد آزمایش بودند. نتایج نشان داد که هردو پایه از ارزش غذایی بالایی برخودار بود. پایه *M.alba* نسبت به پایه *M.nigra* از میزان طول، قطر، حجم، اسیدیته و اسید آسکوربیک بیشتری برخوردار بود و پایه *M.nigra* از میزان مواد جامد محلول، شاخص طعم و فلاونوئید کل بیشتری نسبت به پایه *M.alba* برخوردار بود. دامنه تغییرات مواد جامد محلول در طی مراحل رسیدگی حدودا بین (۸/۲۵ تا ۱۸/۲۵ گرم) بود. پایه *M.nigra* نسبت به پایه *M.alba* در تمامی مراحل بلوغ غیر از مرحله (Ms_3) از میزان فلاونوئید بیشتری برخوردار بود و دامنه تغییرات فلاونویید کل در طی مراحل بلوغ حدودا بین (۱۴۷/۴۲ تا ۸۱۸/۰۴ میلی گرم کاتچین/۱۰۰ گرم وزن‌تر) متغیر بود. نتایج در پژوهش اخیر نشان داد که با پیشرفت بلوغ اکثر صفات فیزیکوشیمیایی میوه شاه توت از مرحله نابالغ به مرحله بالغ افزایش یافت و در اکثر صفات در مرحله آخر رسیدگی(Ms_4) بیشترین خواص فیزیکوشیمیایی یافت شد، لذا بهترین زمان برداشت در مرحله آخر رسیدگی و بلوغ کامل می باشد.

واژه های کلیدی: اسید آسکوربیک، توت سیاه، صفات بیوشیمیایی، فلاونوئید کل، مراحل بلوغ.

مقدمه

شاه توت درختی خزان دار است که به خانواده توت سانان و به جنس موروس تعلق دارد و نام علمی آن *Morus nigra* *L* می‌باشد (خوشخوی و همکاران، ۱۳۸۱). منشا شاه توت جنوب غرب آسیا بوده و جمعیت‌های وحشی آن در یونان، ترکیه، کشورهای بالکان و نواحی جنگلی اروپا تا چین وجود دارد. شاه توت می‌تواند در آب و هوای گرم معتدل نیمه گرمسیری و ارتفاعات بالای گرمسیری رشد کند (رادنیا، ۱۳۹۱). میوه‌های شاه توت بزرگ، آبدار و به رنگ بنفش سیاه رنگ می‌باشد و طعم آن ترش و شیرین و از خوشمزه‌ترین گونه‌های این جنس می‌باشد. میوه‌های شاه توت به‌دلیل کیفیت مواد غذایی، خوشمزگی و خواص دارویی شان ارزشمند می‌باشند. شاه توت یکی از مهمترین گونه‌های جنس موروس است که میوه‌های آن دارای سطح قابل توجهی از فنل کل، فلاونوئید کل و اسید آسکوربیک است. این گونه‌ها نه‌تنها به‌دلیل کیفیت مواد غذایی، عطر و طعم شناخته شده‌اند بلکه منبع خوبی برای چندین ماده مغذی زیست فعال می‌باشند (حجت پناه و همکاران، ۲۰۱۱). توت‌ها منبع غنی از فلاونوئیدهایی مانند کوئرستین، روتین، ایزوکوئرستین و ... می‌باشند (عرفان و همکاران، ۲۰۱۲). توت‌ها منبع خوبی از ویتامین ث می‌باشند که یک آنتی‌اکسیدان طبیعی قدرتمند است. مصرف غذاهای سرشار از ویتامین ث به بدن کمک می‌کند تا در برابر عوامل عفونی، التهاب و رادیکال‌های آزاد مضر مقاومت ایجاد کند (احلاوات و همکاران، ۲۰۱۶). اجزای شیمیایی موجود در میوه‌های توت، از جمله فنل‌ها، اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، قندها و مواد معدنی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است (نیکخواه وهمکاران، ۱۳۹۱). تاکنون تحقیقات بیشتر درباره میوه‌های توت بالغ صورت گرفته است. در مورد میوه‌های توت نابالغ نیز، بررسی در مورد تغییرات فیزیکوشیمیایی میوه‌ها در هنگام رسیدن، بسیار محدود می‌باشد (لی و هوانگ، ۲۰۱۷). با توجه به تحقیقات کمی که صورت گرفته، میوه شاه توت نابالغ نیز دارای خواص دارویی و ارزشمندی است (لی و هوانگ ، ۲۰۱۷). با توجه به اینکه خاستگاه شاه توت در

ایران گزارش شده و این میوه ارزشمند و مغذی از زمان‌های قدیم تاکنون به شیوه کاملا سنتی در ایران پرورش یافته اما متاسفانه هیچ پژوهش و مطالعه‌ای درباره خصوصیات فیزیکوشیمیایی این محصول ارزشمند انجام نگرفته است. این که پایه از چه رقمی باشد مسلما روی کیفیت و خصوصیات فیزیکو شیمیایی میوه تاثیر خواهد داشت. لذا بررسی اثر پایه‌های مختلف بر خصوصیات کیفی محصول بسیار ضروری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش میوه‌ها از درختان شاه توت با پایه توت سفید نقلی *M. alba* و شاه توت *M. nigra* به‌طور تصادفی برای هریک از پایه‌ها در مراحل مختلف بلوغ برداشت شدند (شکل۱). میوه‌ها در ۴ مرحله مختلف رسیدن از نظر رنگ (سبز، صورتی، قرمز و سیاه) جداسازی شده و به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل گردیدند. پس از بررسی خصوصیات فیزیکی مانند: اندازه‌گیری طول، عرض، حجم بقیه میوه‌ها جهت انجام آزمایشات بیوشیمیایی به سرعت در فریزر تحت دمای ۲۱- درجه سانتی گراد منجمد شدند. جهت انجام آزمایشات بیوشیمیایی نمونه‌ها از فریزر خارج گردیده و پس از خروج از حالت انجماد، توسط آبمیوه‌گیری عصاره‌گیری شده و پس از صاف کردن توسط دستگاه سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ و به‌مدت ۱۵ دقیقه عصاره شفاف جهت انجام آزمایشات حاصل گردید.

شکل ۱: تصاویر میوه های شاه توت (ردیف اول پایه *M. nigra* و ردیف دوم پایه *M. alba*) در چهار مرحله مختلف بلوغ و رسیدگی (Ms) مرحله Ms_1 (سبز و نارس)، مرحله Ms_2 (صورتی و نارس)، مرحله Ms_3 (قرمز و نیمه رسیده) و مرحله Ms_4 (سیاه و کاملا رسیده).

اندازه‌گیری طول، قطر، حجم، اسیدیته و مواد جامد محلول، اسید آسکوربیک و فلاونوئید کل میوه

جهت محاسبه طول و قطر میوه‌های شاه توت از دستگاه کولیس دیجیتالی مارک (GUANGLU) برحسب میلی‌متر (۰-۲۰۰) تا دورقم اعشار استفاده گردید. حجم میوه با کمک استوانه مدرج ۵۰ سی‌سی براساس روش جابجایی آب محاسبه گردید. به منظور اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفرکتومتر دستی مدل (MG-55320) در دمای اتاق استفاده شد (خان و همکاران، ۲۰۱۱). برای محاسبه اسیدیته به روش تیتراسیون، عصاره با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تارسیدن به pH ۸/۱ تا ۸/۳ تیتر شد و حجم سود مصرفی ثبت گردید و میزان اسیدیته میوه برحسب اسید سیتریک که اسید غالب میوه است، محاسبه شد (راک، ۱۹۶۹). اسید آسکوربیک به‌روش جاکوبس و به‌صورت تیتراسیون با استفاده از ید، پتاسیم یدات و در حضور معرف نشاسته انداز گیری شد و به‌صورت میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیان شد (AOAC, 2005). اندازه‌گیری فلاونوئید کل مطابق روش پارک و همکاران و با کمک اسپکتروفوتومتر صورت گرفت. تیمارهای آزمایش شامل دو پایه شاه توت و توت نقلی می‌باشند. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در زمان و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. مراحل مختلف رسیدن میوه کرت‌های اصلی و پایه‌های مورد آزمایش کرت‌های فرعی محسوب می‌شوند.تجزیه و آنالیز داده‌ها با نرم افزار (JMP.8.0) انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین اثر پایه بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه شاه توت (جدول ۱) نشان داد که دامنه تغییرات طول در طی مراحل رسیدگی حدودا بین (۱۹/۸۷ تا ۲۹/۳۸ میلی‌متر) و برای قطر حدودا بین (۹/۹۴ تا ۱۷/۳۲ میلی‌متر) بود. طول و قطر میوه از مرحله میانی تا مرحله آخر رسیدگی افزایش بیشتری یافت و در نهایت پایه *M. alba* نسبت به پایه *M. nigra* غیر از مرحله (MS_3) در تمامی

مراحل رسیدگی طول و قطر بیشتری داشت. زارعی و همکاران (۲۰۰۹) افزایش معنی‌داری را در طول و قطر میوه در طی رسیدن مشاهده نمودند که بیشترین طول و قطر میوه در آخرین مرحله رسیدگی مشاهده شد. به‌نظر می رسد علت افزایش طول و قطر میوه شاه توت بر اثر تقسیمات سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها در طی مراحل رسیدگی و بلوغ باشد.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر پایه بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه شاه توت طی مراحل رسیدگی.

پایه‌ها	مراحل رسیدگی	میانگین						
		طول	قطر	حجم	اسیدیته تیتراسیون	مواد جامد محلول	اسید آسکوربیک	فلاونوئید کل
پایه شاه توت (*M. nigra*)	MS_1	۱۹/۸۷^{d}	۹/۹۴^{c}	۱/۵۵^{f}	۱/۰۱^{f}	۸/۲۵^{g}	۱۹/۳۶^{e}	۲۸۷/۶۳^{f}
	MS_2	۲۱/۱۹^{d}	۱۱/۱۷^{c}	۲/۲۵^{e}	۱/۶۹^{d}	۹/۲۰^{f}	۳۶/۹۶^{d}	۳۳۰/۳۳^{e}
	MS_3	۲۵/۶۷^{b}	۱۶/۶۱^{a}	۴/۱۲^{bc}	۱/۴۷^{e}	۱۴/۲۵ ^{c}	۷۱/۲۸^{c}	۴۳۹/۰۸^{d}
	MS_4	۲۶/۹۵^{ab}	۱۶/۹۱^{a}	۴/۷۰^{ab}	۱/۹۵^{b}	۱۸/۲۵^{a}	۱۰۳/۸۴^{a}	۸۱۸/۰۴^{a}
پایه توت نقلی (*M. alba*)	MS_1	۲۰/۸۱^{d}	۱۱/۶۵^{c}	۲/۲۷^{e}	۱/۸۰^{c}	۸/۲۵^{g}	۱۹/۳۶^{e}	۱۴۷/۴۲^{h}
	MS_2	۲۲/۱۸^{cd}	۱۳/ ۸۵^{b}	۳/۲۲^{d}	۲/۲۸^{a}	۹/ ۶۵^{e}	۳۷/۴۰^{d}	۱۹۷/۶۲^{g}
	MS_3	۲۴/۵۷^{bc}	۱۶/۰۵^{a}	۳/۹۵^{c}	۱/۹۲^{b}	۱۳/۰۰^{d}	۶۵/۵۶^{c}	۴۹۷/۴۲^{c}
	MS_4	۲۹/۳۸^{a}	۱۷/۳۲^{a}	۵/۱۵^{a}	۱/۶۵^{d}	۱۸/۰۰^{b}	۸۶/۲۴^{b}	۷۵۳/۶۶^{b}

MS1: مرحله سبز و نارس MS2: مرحله صورتی و نارس MS3: مرحله قرمز و نیمه رسیده MS4: مرحله سیاه و کاملا رسیده

دامنه تغییرات حجم در طی مراحل رسیدگی حدودا بین (۱/۵۵ تا ۵/۱۵ سانتی متر مکعب) بود. پایه *M. alba* نسبت به پایه *M. nigra* غیر از مرحله MS_3 در تمامی مراحل رسیدگی حجم بیشتری داشت. دلستان و همکاران (۱۳۹۳) دریافتند که حجم میوه در مراحل مختلف برداشت در طی رسیدن دارای روند افزایشی بود. به‌نظر می‌رسد در طی مراحل رسیدگی بر اثر تقسیمات سلولی، بزرگ شدن سلول‌ها و تشکیل فضاهای بین سلولی حجم میوه ناشی از فرایند رشد افزایش می‌یابد و هر چه میوه بالغ‌تر می‌شود حجم میوه نیز افزایش می‌یابد. دامنه تغییرات اسیدیته در طی مراحل رسیدگی حدودا بین (۱/۰۱ تا ۲/۲۸) بود. اسیدیته میوه در پایه *M. alba* در مرحله MS_2 به بالاترین مقدار رسیده و تا آخرین مرحله رسیدگی روند نزولی داشت و پایه *M. nigra* نیز روند مشابهی داشت اما در مرحله آخر رسیدگی افزایش یافت. در نهایت پایه *M. alba* نسبت به پایه *M. nigra* غیر از مرحله MS_4 در تمامی مراحل رسیدگی اسیدیته بیشتری داشت. لی و هوانگ (۲۰۱۷) از بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی توت *M. alba* در طی مراحل رسیدگی در کره دریافتند که میزان اسیدیته در مرحله دوم رسیدگی ابتدا افزایش یافت و سپس در طی بلوغ کاهش یافت. در پژوهش اخیر روند تغییرات اسیدیته در طی مراحل بلوغ در پایه *M. alba* کاملا با یافته لی و هوانگ مطابقت داشت. محمود و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند که میزان اسیدیته در تمام میوه‌ها در طی بلوغ افزایش یافت. در پژوهش اخیر روند تغییرات اسیدیته در طی مراحل بلوغ در پایه *M. nigra* کاملا با یافته‌های فوق مطابقت داشت. در پژوهش اخیر با پیشرفت بلوغ شاخص طعم افزایش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد چون پایه *M. alba* در مرحله آخر رسیدگی شاخص طعم بیشتر و اسیدیته کمتری نسبت به پایه *M. nigra* دارد لذا از عطر و طعم و مقبولیت مصرف کننده بهتری برخوردار است. دامنه تغییرات مواد جامد محلول در طی مراحل رسیدگی حدودا بین (۸/۲۵ تا ۱۸/۲۵ گرم) بود. مواد جامد محلول میوه در هر دو پایه از اواسط تا اواخر مراحل رسیدگی افزایش چشمگیری داشتند. پایه *M. nigra* از مرحله میانی تا مرحله آخر رسیدگی نسبت به پایه *M. alba* افزایش بیشتری یافت. لی و هوانگ (۲۰۱۷) دریافتند که میزان مواد جامد محلول از (۵/۶ تا ۱۳/۷) افزایش یافت. بیاله (۱۹۶۰) گزارش کرد که افزایش مواد جامد محلول و قند کل در طی رسیدن میوه به‌دلیل هیدرولیز شدن نشاسته به قندها و همچنین کاهش میزان تجزیه قند به وسیله تنفس بوده است. دامنه تغییرات اسید آسکوربیک در طی مراحل رسیدگی حدودا بین (۱۹/۳۶ تا ۱۰۳/۸۴ میلی گرم / ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه) بود. اسید آسکوربیک در هر دو پایه از اواسط مراحل رسیدگی تا آخرین مرحله رسیدگی افزایش چشم

گیری داشت و پایه *M. nigra* نسبت به پایه *M. alba* غیر از مرحله MS_2 و MS_1 در تمامی مراحل رسیدگی از اسید آسکوربیک بیشتری برخوردار بود و در مرحله MS_4 افزایش بیشتری یافت. محمود و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند که با افزایش بلوغ محتوای اسید آسکوربیک در تمامی میوه‌های بررسی شده افزایش یافت.. لی و هوانگ (۲۰۱۷) دریافتند که اسید آسکوربیک میوه توت تا اواسط مراحل رسیدگی افزایش یافت و در مرحله آخر رسیدگی کاهش یافت که روند تغییرات آن با یافته پژوهش اخیر مطابقت نداشت. به‌نظر می‌رسد تفاوت در مقدار اسید آسکوربیک به‌دلیل تفاوت ژنتیکی، شرایط محیطی، درجه بلوغ، روش‌های اندازه گیری و ... باشد. از آن جا که پایه *M. nigra* بیشترین مقدار اسید آسکوربیک را نسبت به پایه *M. alba* دارد لذا منبع خوبی برای تأمین ویتامین ث روزانه محسوب می‌شود. دامنه تغییرات فلاونوئید کل در طی مراحل رسیدگی حدودا بین (۱۴۷/۴۲ تا ۸۱۸/۰۴ میلی گرم کاتچین/۱۰۰ گرم وزن‌تر) بود. فلاونوئید کل در هر دو پایه از اواسط مراحل رسیدگی تا آخرین مرحله رسیدگی افزایش چشم‌گیری داشت و پایه *M. nigra* نسبت به پایه *M. alba* غیر از مرحله MS_3 در تمامی مراحل رسیدگی از فلاونوئید کل بیشتری برخوردار بود. محمود و همکاران (۲۰۱۲) از بررسی محتوای فلاونوئید کل دریافتند که با افزایش بلوغ محتوای فلاونوئید کل در تمامی میوه‌های بررسی شده افزایش یافت. لی و هوانگ (۲۰۱۷) از بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی توت *M. alba* در طی مراحل رسیدگی دریافتند که فلاونوئید کل در فاز میانی کاهش یافته و در مرحله آخر رسیدگی افزایش یافت که روند تغییرات آن با یافته پژوهش اخیر مطابقت نداشت. به‌نظر می‌رسد تفاوت در مقدار فلاونوئید کل به‌دلیل تفاوت ژنتیکی، شرایط محیطی، درجه بلوغ، سن گیاه، روش‌های آزمایش و ... باشد. سولیز و همکاران (۱۹۹۷) دریافتند که تغییرات ترکیبی فلاونوئید ها در طی رسیدگی به‌دلیل عوامل متعدد زنده و غیر زنده است که به‌طور معنی‌داری بر غلظت آن در توت‌ها و انگورها تأثیر می‌گذارد. در نتیجه زمان برداشت میوه تأثیر زیادی روی محتوای فلاونوئید دارد.

منابع

خوشخوی، م، شیبانی، ب، روحانی، ا، و تفضلی، ع. ۱۳۸۱. اصول باغبانی. چاپ یازدهم انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز.

رادنیا، ح. (ترجمه). ۱۳۹۲. تولید میوه‌های معتدله و نیمه گرمسیری. تهران.

مناف دلستان، ف.، اسمعیلی، م.، و تیموری بک، م. ۱۳۹۴. ارزیابی خواص بافتی و رنگ میوه گیلاس واریته سیاه مشهد در طی رسیدن. نشریه پژوهشهای صنایع غذایی. ۲۵(۳).

نیکخواه، ا.، خیامی، م. وحیدری،ر. ۱۳۹۱. بررسی اثر برخی عوامل شیمیایی بر پایداری آنتوسیانین‌های استخراج شده از میوه شاه توت (*Morus nigra*). مجله زیست شناسی ایران ، ۲۵(۱).

Ahlawat, T,R., Patel, N,L., Agnihotri, R., Patel, C,R., Tandel, Y.N. 2016. Blackmul berry (Morus nigra). Underutilized Fruit Crops.194-212.

Arfan, M., Khan, R., Rybarczyk, A., Amarowicz, R. Antioxidant activity of mulberry fruit extracts. Int. J. Mol. Sci. 13: 2472-2480.

Fattahi, J., Fotouhi, R., Bakhshi, D., Hamidoghli, Y., Fotouhi, R., Ghasemnejad, m., Bakhshi, D. 2011. South western journal of horticulture, biology and environment, 2:113-128.

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

Mahmood, T., F., Anvar, M., Abbas, M., Boyce, N., Sarri. 2012. Compositional variation in sugars and organic acids at different maturity stages in selected small fruits from pakistan. Int. J. Mol. Sci, 13(2): 1380-1392.

Zarei, M., Azizi, M., Bashir-sadr, Z. 2009. Evaluation of physicochemical characteristics of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit during ripening. Fruits -journal, 2011, vol. 66, p. 121–129.

Physicochemical properties of blackberry (*Morus nigra* and *Morus alba*) during four stages of fruit development

Sara Bakhshi*[1], Yahya Salahvarzi[2], Bahram Abedi[3]
[1]Graduate Student, Department of Horticulture, Ferdowsi University of Mashhad
[2,3]Assistant Professor, Department of Horticulture, Ferdowsi University of Mashhad
[*]*Corresponding Author: selahvarzi@um.ac.ir*

Abstract

mulberries contain various substances that have known physiological effects on human health. The aim of this study was to investigate the changes in physicochemical properties of blackmulberry fruit with two rootstock *(Morus nigra* and *Morus alba*) during four stages of maturity (green, pink, red and black). The base of the randomized complete block design was implemented with 4 replications.The different stages of fruit maturity were the main plots and sub-plots of the tested rootstocks.The results showed that both rootstock had a high nutritional value. *M.nigra* rootstock had more length, diameter, volume, acidity and ascorbic acid and *M.nigra* rootstock had more soluble solids, flavor index and total flavonoids than *M.alba* rootstock. During maturation stages it was approximately between (8.25 to 18.25g). *M.nigra* rootstock had more flavonoid content than *M.alba* rootstock in all stages of maturity except (Ms_3) stage and the range of total flavonoid changes in During maturity, it varied between (147.42 to 818.04mg catechin / 100g fresh weight). The results of the recent study showed that with the development of maturity, most of the physicochemical traits of blackmulberry fruit increased from immature to mature stage to adult and increased and in most traits in the last stage of ripening (Ms_4) the most physicochemical properties were found. The final stage of maturity and maturity is complete.

Keywords: Ascorbic acid, Blackberry, Biochemical traits, Maturity stages, Total flavonoids.