

مطالعه الگوی رشد و نمو میوه و زمان بروز عارضه سفیدشدگی آریل دانه انار "ملس ترش ساوه"

محمد کاوند^۱، کاظم ارزانی^{۲*}، محسن برزگر^۳، مجید میرلطیفی^۴

^{۱، ۲، ۳، ۴} به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد گروه علوم باغبانی، دانشیار گروه صنایع غذایی و دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده

کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران

*نویسنده مسئول: arzani.kazem@gmail.com

چکیده

ایران از مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده و صادرکننده انار در دنیا است، که موفقیت در صادرات انار و حفظ بازارهای مصرف به کیفیت میوه تولیدی بستگی دارد. در سال‌های اخیر عارضه سفیدشدگی آریل به شدت کیفیت میوه انار را تحت تأثیر قرار داده است، به گونه‌ای که میوه‌های دارای عارضه علی‌رغم ظاهری سالم، بافت آریل‌ها به هم ریخته و رنگ آن‌ها از قرمز تیره به سفید کرمی تغییر یافته، و میوه‌ها از طعم نامطلوبی برخوردار می‌شوند. به منظور مشخص نمودن زمان دقیق بروز عارضه سفیدشدگی آریل و مطالعه الگوی رشد و نمو میوه انار "ملس ترش ساوه" هر دو هفته تعداد ۱۰ میوه در طول فصل رشد میوه در طی سال‌های (۱۳۹۳-۹۴) از درختان مبتلا به عارضه برداشت شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه شامل (ابعاد میوه، حجم میوه، وزن میوه، وزن آریل و پوست میوه، شدت و زمان بروز عارضه، محتوای آنتوسیانین کل، شدت جذب رنگ، pH، EC و TSS) عصاره میوه بررسی شد. نتایج نشان داد که رشد میوه انار از الگوی سیگموئیدی تبعیت می‌کند و دارای سه مرحله متمایز از روند رشدی است، که این مراحل تفاوت معنی داری از نظر ابعاد میوه، حجم میوه، وزن میوه، وزن آریل و پوست میوه، محتوای آنتوسیانین و مقدار مواد جامد محلول نسبت به هم داشتند. در مرحله اول (۶۰ روز بعد از تمام گل) روند رشد میوه‌ها سریع و بیشتر ناشی از رشد پوست میوه است. در مرحله دوم (۶۰-۱۲۰ روز بعد از تمام گل) روند رشد میوه‌ها نسبت به مرحله قبل ملایم‌تر و رشد آریل‌ها غالب می‌شود، در مرحله سوم (۱۸۰-۱۲۰ روز بعد از تمام گل) روند رشد میوه‌ها خصوصاً در اواخر دوره با شیب تندی ادامه داشت، که ناشی از افزایش در محتوای آب میوه‌ها است. بررسی صفات فیزیکی و شیمیایی میوه انار در طول فصل رشد نشان داد، که علائم عارضه سفیدشدگی در ابتدای مرحله سوم از رشد میوه و همزمان با رنگ‌گیری آریل‌ها از ۱۳۰ روز بعد از اوج مرحله اول گلدهی در میوه‌های مورد مطالعه بروز داشت. همچنین بروز علائم عارضه در میوه‌های بزرگ‌تر حاصل از گل‌های مرحله اول به مراتب شدیدتر از میوه‌های با اندازه کوچک‌تر مشاهده شد.

کلمات کلیدی: حجم میوه، وزن میوه، آنتوسیانین، نابسامانی فیزیولوژیکی، سفیدشدگی آریل دانه انار

مقدمه

امروزه مصرف میوه انار (*Punica granatum L.*) در دنیا به دلیل افزایش آگاهی عمومی در رابطه با ارزش دارویی آن از روند رو به رشدی برخوردار است. تحقیقات بسیاری نشان داده‌اند که میوه انار سرشار از مواد پلی‌فنلی‌هایی همچون آنتوسیانین، الژیک اسید، پونیکالائین، عناصر معدنی، ویتامین‌ها و اسیدهای آلی است، که از فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردارند؛ از این رو مصرف میوه انار را در پیشگیری و درمان بیماری‌های قلبی، دیابت، فشار خون، آلزایمر و جلوگیری از رشد سلول‌های سرطانی مؤثر دانسته‌اند (Viuda-Martos, et al., 2010). مصرف‌کنندگان جهانی انار نه تنها کیفیت میوه را با معیارهایی همچون حجم و اندازه، طعم و رنگ میوه می‌سنجند، بلکه محتوای مواد فعال

بیولوژیکی و قدرت آنتی‌اکسیدانی میوه را نیز مدنظر قرار می‌دهند (Mena et. al. 2011). ایران از مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده و صادرکننده انار در دنیا می‌باشد. که موفقیت در صادرات و حفظ بازارهای مصرف انار به کیفیت میوه تولیدی بستگی دارد. عوامل متعددی همانند شرایط اقلیمی، تغذیه‌ای، آبیاری، هرس، تنک میوه و مدیریت آفات و بیماری‌ها کیفیت میوه را تحت شعاع قرار می‌دهد. بالطبع مطالعه الگوی رشد و نمو میوه انار به درک بهتر تغییرات فیزیکی، شیمیایی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی میوه در طول فصل رشد و مدیریت فنی‌تر باغ‌های انار کمک قابل توجهی می‌نماید. روند رشد میوه انار در طول دوره رشد و نمو میوه از منحنی سیگموئیدی تبعیت می‌نماید، که بسته به رقم، شرایط اقلیمی از سرعت رشد و مدت زمان متفاوتی پیروی می‌نماید. در بررسی الگوی رشد میوه ارقام انار "Ruby" و "Bhagwa" در آفریقای جنوبی، ۵ مرحله متمایز از رشد را گزارش نمود، که بیشترین تغییرات فیزیکی و شیمیایی میوه در مرحله بلوغ میوه شکل می‌گیرد (Fawole and Opara, 2013). در مطالعه (Mirdehghan and Rahemi, 2007) از روند رشد میوه انار "ملس یزدی" گزارش شد که میوه‌ها در ۶۰ روز بعد از گلدهی از بیشترین سرعت رشد برخوردار هستند، که به تبع آن بیشترین نیاز را به آب، عناصر معدنی و مواد فتوسنتزی دارند. در سال‌های اخیر بروز پدیده تغییر اقلیم سبب افزایش دمای هوا خصوصاً در ماه‌های تابستان شده است، که این شرایط (افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی) منجر به بروز عارضه سفیدشدگی آریل دانه انار در برخی از استان‌های انار خیز کشور شده است (Mohseni, 2011). در میوه‌های مبتلا به عارضه، رنگ آریل‌ها از قرمز تیره به سفید کرمی تا قهوه‌ای سوخته تغییر یافته، شکاف و حفره‌هایی در غشاء آریل ایجاد شده، و بافت آریل نرم و دفرمه شده و میوه‌ها از طعم نامطلوبی برخوردار می‌گردند، درحالی‌که در ظاهر میوه‌های مبتلا به عارضه هیچ‌گونه علائم مشخصی وجود ندارد (Jalilop, et al., 2010). با توجه به بروز عارضه سفیدشدگی آریل در برخی از مناطق انارکاری شهرستان ساوه و کاهش کیفیت و بازارپسندی میوه توجه به مدیریت باغ‌های انار ضروری است. آگاهی از زمان دقیق بروز عارضه و چگونگی وقوع عارضه در میوه به حل مسئله و مدیریت باغ کمک می‌نماید.

مواد و روش‌ها

آزمایش روی درختان بارده انار رقم "ملس ترش ساوه" واقع ایستگاه تحقیقات ملی انار ساوه اجرا شد. هر دو هفته یک‌بار ۱۰ میوه انار به روش تخریبی از میوه‌های حاصل از گل‌های اول و دوم در طول فصل رشد از درختان مبتلا به عارضه در طی سال‌های (۱۳۹۳-۹۴) برداشت شد. در آزمایشگاه ابعاد میوه با کولیس دیجیتالی و وزن میوه، آریل و پوست میوه با ترازوی آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. حجم میوه از رابطه $V = (4/3)\pi r^3$ محاسبه شد (Wetzstein, et al. 2011). میوه‌ها از وسط نصف شد و از نظر کیفیت رنگ آریل‌ها، تراکم بافت آریل‌ها و بروز عارضه سفیدشدگی بررسی شدند. مقدار pH، و EC با دستگاه pH متر و هدایت سنج (Sensodirect con 200. loviband co.) و TSS با رفرکتورمتر دیجیتالی (G-won Korea) برحسب بریکس اندازه‌گیری شد. مقدار اسیدیته (TA) به روش (Sarkhosh, et al., 2007) اندازه‌گیری شد. محتوای آنتوسیانین‌های عصاره انار با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) شرکت واترز (Wassachusetts, USA) مجهز به آشکارساز (Waters Model UV-Vis ۲۴۸۷) به روش (Varasteh, 2011) تعیین مقدار شدند. شدت جذب رنگ عصاره میوه بر اساس مقدار جذب عصاره میوه رقیق شده (با یک قسمت عصاره و سه قسمت آب مقطر) در سه تکرار با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۰ متر قرائت شد، از آب مقطر به‌منظور صفر دستگاه استفاده شد (Sarkhosh, et al., 2007).

نتایج و بحث

الگوی رشد فیزیکی و شیمیایی میوه انار "ملس ترش ساوه"

تاریخ شروع گلدهی و مرحله تمام گل برای گل‌های مرحله اول انار همزمان در دهه اول و دوم اردیبهشت‌ماه در طی سال‌های مورد مطالعه انجام گرفت، که تا رسیدن و بالغ شدن میوه‌ها در حدود ۱۸۰ روز طول کشید. بررسی روند رشد و نمو میوه‌ها نشان داد، که رشد میوه‌ها از الگوی سیگموئیدی تبعیت می‌نماید، و دارای سه مرحله متمایز از روند

رشدی هستند، که این مراحل تفاوت معنی‌داری از نظر ابعاد میوه، حجم میوه، وزن میوه، وزن آریل، وزن پوست میوه، محتوای آنتوسیانین و مقدار مواد جامد محلول نسبت به هم داشتند جدول (۱).

جدول ۱. میانگین تغییرات صفات فیزیکی و شیمیایی میوه انار ملس ترش ساوه در طول فصل رشد (۱۳۹۳-۹۴) در شهرستان ساوه.

مراحل رشد میوه (روز بعد از گلدهی)			واحد	صفات
دهه دوم شهریورماه تا دهه اول	دهه دوم تیرماه تا دهه اول	دهه دوم خردادماه تا دهه اول		
اول آبان 120-180 DAFB	شهریورماه 60-120 DAFB	تیرماه 60 DAFB		
۷۹/۷۹ ^c	۷۰/۵۸ ^b	۵۹/۴۳ ^a	mm	طول
۶۷/۱۰ ^c	۵۹/۱۶ ^b	۴۷/۶ ^a	mm	عرض
۱۶/۳۵ ^c	۱۴/۸۵ ^b	۱۴/۳۹ ^a	mm	طول گلوگاه
۱۷۰۷/۵۹ ^c	۱۳۰۱/۲۸ ^b	۷۵۹/۹۹ ^a	Cm ³	حجم میوه
۲۶۵/۶۲ ^c	۱۰۷/۳۶ ^b	۶۱/۸۵ ^a	gr	وزن میوه
۱۶۱/۵۲ ^c	۶۵/۵۲ ^b	۳۲/۰۸ ^a	gr	وزن آریل
۹۵/۳۵ ^c	۴۰/۴۲ ^b	۲۶/۶۵ ^a	gr	وزن پوست
۰/۷۱ ^b	۰/۶۸ ^b	۰/۱۷ ^a	510 nm	شدت جذب عصاره
۹۰/۸۹ ^b	۳۴/۶۱ ^a	--	ppm	آنتوسیانین کل
۵/۱۲ ^b	۶/۳۳ ^{ab}	۷/۰۸ ^a	SCM ²	Ec
۱۲/۴۱ ^b	۹/۶۵ ^a	۹/۱۵ ^a	brix	TSS
۳/۳۱ ^{ns}	۳/۱۳ ^{ns}	۳/۱۷ ^{ns}		pH
۱/۴۰ ^{ns}	۲/۱۲ ^{ns}	--	%	TA

میانگین‌هایی که حروف متفاوت دارند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری دارند. ns از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نیست.

در مرحله اول (۶۰ روز بعد از تمام گل) از الگوی رشد میوه، بررسی روند رشد بر اساس ابعاد، حجم و وزن میوه نشان داد که میوه‌ها از سرعت رشد سریعی برخوردارند. در این مرحله رشد طولی میوه بیشتر از رشد قطری و رشد وزنی پوست میوه بیشتر از رشد وزنی آریل‌ها است، به‌طور متوسط وزن میوه‌ها در حدود ۶۱/۸۵ گرم و معادل ۲۳٪ از وزن نهایی میوه را دارا هستند. در این مرحله محتوای آنتوسیانین و مواد جامد محلول عصاره میوه کم و میوه‌ها از مقدار Ec و pH پایین و اسیدیته بالا برخوردار هستند.

در مرحله دوم (۶۰-۱۲۰ روز بعد از تمام گل) از الگوی رشد میوه انار روند رشد فیزیکی میوه با سرعت ملایم تری نسبت به مرحله قبل ادامه داشت. در این مرحله رشد وزنی آریل میوه بیشتر از رشد وزنی پوست میوه است، به‌طور متوسط وزن میوه‌ها معادل ۱۰۷/۳۶ گرم شد. در این مرحله رنگ‌پذیری پوست و آریل‌ها شروع شد. شدت جذب رنگ عصاره میوه و محتوای آنتوسیانین افزایش داشت و مقدار آنتوسیانین در حدود ۳۴/۶۱ ppm رسید.

در مرحله سوم (۱۲۰-۱۸۰ روز بعد از تمام گل) از الگوی رشد میوه، روند رشد فیزیکی خصوصاً در اواخر دوره با شیب تندتر و با شتاب بیشتری نسبت به مراحل قبل انجام گرفت. در این مرحله رشد وزنی آریل‌ها میوه به دلیل افزایش در درصد آب و توسعه حجم سلولی بیشتر از رشد وزنی پوست میوه است، به‌طور متوسط وزن میوه‌ها معادل ۲۶۵/۶۲ گرم است. در این مرحله به محتوای آنتوسیانین و مواد جامد محلول به‌طور معنی‌داری افزوده شد، و از مقدار Ec، TA کاسته شد.

زمان بروز عارضه سفیدشدگی آریل

بررسی صفات فیزیکی و شیمیایی میوه انار در طول فصل رشد نشان داد (جدول ۱)، که علائم عارضه سفیدشدگی در ابتدای مرحله سوم از رشد میوه و همزمان با رنگ‌گیری آریل‌ها از ۱۳۰ روز بعد از اوج مرحله اول گلدهی در میوه‌های مورد مطالعه بروز داشت. آریل‌های با سطح کدر، بافت فروریخته و با رنگ سفید کرمی تا قهوه‌ای که از ۳۰ روز قبل از برداشت در میوه‌های انار دارای عارضه بروز داشتند، که همزمان با بلوغ میوه بر شدت علائم عارضه افزوده شد؛ زیرا در زمان رسیدن میوه از میزان اسیدیته میوه، ترکیبات فنلی، تاننی و قدرت آنتی‌اکسیدانی میوه انار به‌طور قابل توجهی کاسته شده و بر مقدار مواد جامد محلول، قندها و ترکیبات آنتوسیانین افزوده می‌شود (Fawole and Opara, 2013). در انار رقم "ملس ترش ساوه" نیز همان‌گونه که در (جدول ۱) نشان داده شده است، همزمان با بلوغ میوه از میزان اسیدیته میوه کاسته شد، و بر مقدار مواد جامد محلول (TSS) در طول فصل رشد افزوده شد. گزارش شده که اسیدیته بالای میوه از فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز می‌کاهد، ولی در ۱۰۰ روز بعد از گلدهی همزمان با کاهش میزان اسیدیته میوه، بروز فرایند قهوه‌ای شدن درونی بافت میوه، کاهش مقدار آنتوسیانین و افزایش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز صورت می‌گیرد (Kulkarni and Aradhya, 2005). که شرایط را برای فعالیت آنزیم‌های اکسید کننده ترکیبات فنلی و تغییر رنگ بافت آریل‌ها از قرمز تیره به سفید کرمی تا قهوه‌ای مساعد نموده است. همچنین در میوه‌های کلیه تیمارها بروز علائم عارضه سفیدشدگی در میوه‌های بزرگ‌تر حاصل از گل‌های مرحله اول به‌مراتب شدیدتر از میوه‌های با اندازه کوچک‌تر مشاهده شد. زمان بروز عارضه در این تحقیق با نتایج (Mahmoodi Tabar et al., 2009) که شروع عارضه سفیدشدگی آریل را در انار ارقام "شیشه‌کپ" و "بجستانی" همزمان با کاهش معنی‌دار میزان آنتوسیانین در ۱۳۱ روز بعد از گلدهی گزارش نمود، همانند است.

منابع

- Fawole, O.A., Opara, U.L. 2013. Fruit growth dynamics, respiration rate and physico-textural properties during pomegranate development and ripening. *Scientia Horticulturae*. 157, 90-98.
- Jalikor, S., Venugopalan, R., Kumar, R. 2010. Association of fruit traits and aril browning in pomegranate (*Punica granatum* L.). *Euphytica*, 174 (1): 137-141.
- Kulkarni, A. P., and Aradhya, S. M. 2005. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. *Food chemistry*, 93(2), 319-324.
- Mahmoodi Tabar, S., Thehranifar, A., Davarynejad, G. H., Nemati, S. H., Zabihi, H. R. 2009. Aril paleness, new physiological disorder in pomegranate (*punica granatum* L.) physical and chemical change during exposure of fruit disorder. *Hort. Environ. Biotecnol.* 50 (4): 300-307.
- Mena, P., García-Viguera, C., Navarro-Rico, J., Moreno, D.A., Bartual, J., Saura, D., Martí, N., 2011. Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain, *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 91(10). 1893-1906.
- Mirdehghan, S. H., Rahemi, M., 2007. Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. 111, 120-127.
- Mohseni, A. 2011. Pomegranate production guide. Nasher Akhar (publication. Tehran, Iran). 216 pp. (In Persian).
- Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi Moghaddam, M. R., Ebadi, A., Saie, A., Tabatabaie, s. z. 2007. Study on relationships among fruit quantitative and qualitative characteristics of some Pomegranate genotypes. *JWSS Isfahan University of Technology* 10 (4):147-160.
- Varasteh Akbarpour, F., Arzani, K., Barzegar, M., Zamani, Z. 2011. Effect of storage temperature and chitosan postharvest treatment on pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit quality and storability. Thesis of Tarbiat Modares University. Tehran. Iran. (In Persian).
- Viuda-Martos, M., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A., Viuda-Martos, M., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A. 2010. Pomegranate and its many functional components as related to human health: a review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 9, 635-654.
- Wetzstein, H.Y., Zhang, Z., Ravid, N., Wetzstein, M.E., 2011. Characterization of attributes related to fruit size in pomegranate. *HortScience* 46, 908-912.

Study the Fruit Growth Pattern and the Outbreak of the Aril Browning Disorder in Pomegranate Cv. "Malas E Torsh E Saveh"

Kavand Mohammad¹, Arzani Kazem^{2*}, Barzegar Mohsen³ and Mirlatifi Majed⁴

^{1,2} Department of Horticultural Science,

³ Department of Food Science,

⁴ Department of Water Science Tarbiat Modares University (TMU), Tehran, Iran.

*Corresponding Authors: arzani_k@modares.ac.ir

Abstract

Iran is the main producing and exporting of the pomegranate (*Punica granatum* L) fruit in the world. The high fruit quality is the most important factors in pomegranate trade. In recent years, the aril browning in pomegranate fruit is a kind of physiological disorder that critically decreased fruit quality and market acceptability. The affected fruits characterized by the aril softening, degradable in anthocyanin that caused light creamy color, unfavorable taste for consumption. In order to find out the time of outbreak of the aril browning disorder, pomegranate cv. 'Malase Torshe Saveh' fruit growth pattern was studied. The physicochemical properties of 10 fruits sample including fruit weight, dimension and volume, aril and peel weight, aril browning symptoms, (pH), electrical conductivity (Ec), total soluble solid (TSS), titrable acidity (TA), juice color absorbance value, and total anthocyanin of the fruit juice in two weeks interval during the growth seasons over the two years (2014-2015) were measured. Results showed that the pomegranate fruit based on the fruit weight, dimension and volume exhibited sigmoid growth pattern with three distinctive of the growth stages. The significant difference was detected for fruit weight, volume, and dimension, aril and peel weight, total anthocyanin, and TSS contents for three stages during the fruit growth and development. In the first stage of fruit growth at 60 days after full bloom (60 DAFB), the fruit weight, volume, and dimension increased rapidly, where the peel growth was dominant. In the second stages (60-120 DAFB), the trend of fruits growth showed slower trends where the aril growth was dominant. In the third stage (120-180 DAFB) the trend of fruit growth increased due to fruit maturation and increased in the amount of water content. The physicochemical properties indicated that the aril browning symptoms appeared in the three stages of (130 DAFB) fruit growth. In also the larger pomegranate fruit is more sensitive to the aril browning than the smaller fruits.

Keywords: Fruit volume, Fruit weight, Anthocyanin, Physiological disorder, aril browning

IrHC 2017
Tehran - Iran