



تأثیر مرحله بلوغ میوه بر درصد، عملکرد و فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس میوه اترج صغیر

نحله تقوایی فرد^{۱*}، عسکر غنی^۲، مهدی حسین فرهی^۳

^{۱*} گروه علوم باغبانی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج

^۲ گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه جهرم، جهرم

^۳ گروه علوم باغبانی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج

* نویسنده مسئول: n.taghvaeefard@gmail.com

چکیده

اترج با نام علمی *Citrus medica var medica Proper*. درختی است متعلق به خانواده مرکبات که در جنوب ایران مورد کشت و کار قرار می گیرد. در این تحقیق به منظور بررسی تأثیر مرحله رسیدن میوه بر میزان، عملکرد و فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس میوه اترج صغیر، آزمایشی بر پایه بلوک های کامل تصادفی شامل ۴ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل مراحل بلوغ میوه در ۴ مرحله شامل رسیده-سبز، مرحله تغییر رنگ (سبز-زرد)، مرحله رسیده-زرد و مرحله خیلی رسیده (زرد پر رنگ) بود. مهمترین صفات اندازه گیری شده شامل درصد، عملکرد و فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس بود. نتایج نشان دهنده تأثیر معنی دار مرحله رسیدن میوه بر صفات اندازه گیری بود. بیشترین میزان اسانس (۲/۳۷ درصد) مربوط به مرحله تغییر رنگ بود و با پیشرفت بلوغ میزان اسانس آن کاهش یافت، گرچه بین سایر تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود نداشت. کمترین عملکرد اسانس (۰/۱۵) در مرحله سوم رسیدن (زرد رسیده) اندازه گیری شد و سایر تیمارها از نظر آماری در یک گروه قرار داشتند. بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس در مرحله خیلی رسیده (۶۵/۹۱ درصد) اندازه گیری شد و میزان فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس میوه اترج صغیر بین مراحل اول تا سوم بلوغ اختلاف معنی داری وجود نداشت. به طور کلی بهترین زمان برای دستیابی به حداکثر میزان اسانس مرحله تغییر رنگ و بهترین مرحله از نظر فعالیت آنتی اکسیدانی مرحله خیلی رسیده شناسایی گردید. که این مهم از لحاظ دسترسی به حداکثر اسانس و کیفیت آن حائز اهمیت می باشد.

کلمات کلیدی: *Citrus medica L.*، رسیدن، متابولیت های ثانویه، فنولوژی، مرکبات.

مقدمه

نوعی از بالنگ را به فارسی بادرنگ می نامند و در کتب طب سنتی با نام های بادرنج و اترج صغیر آمده است. نام علمی آن *Citrus medica L.* و مترادف آن را *Citrus medica var medica Proper* نیز می نامند (Mirheydar, 2012). مرکبات از مهمترین میوه های گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان و از خانواده Rutaceae و زیر خانواده Aurantoidea بوده که شامل ۱۵۰ جنس و تقریباً ۲۰۰۰ گونه می باشند (Campelo et al., 2011). در اکثر گیاهان دارویی مراحل رسیدگی میوه بر مواد موثره آنها تأثیر زیادی داشته است. در جریان رسیدن میوه بالنگ انگشتی، میزان تجمع اسانس در آن افزایش یافته است (Wu et al., 2013). در تحقیقی مشخص شد قدرت آنتی اکسیدانی میوه بالنگ در مرحله نارس بیش از سایر مراحل است و مراحل نیمه رسیده و رسیده در رتبه بعدی قرار دارد و افزایش بلوغ باعث کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی می شود. قدرت آنتی اکسیدانی یک اسانس به ترکیبات اصلی آن و همچنین اثرات سینرژیستی و آنتاگونیستی ترکیبات موجود در آن بستگی دارد (Wu et al., 2013). نتایج تحقیق دیگری نشان داد که فعالیت آنتی اکسیدانی در همه ارقام یوزو مورد بررسی، در پوست بیشتر از گوشت بوده است و با رسیدن فعالیت آنتی اکسیدان کل در پوست و گوشت یوزو افزایش یافت (Yoo et al., 2004). در تحقیق دیگری مشخص شد بالاترین مقدار اسانس



پوست نارنگی خاسی در مرحله تغییر رنگ و پائین ترین مقدار آن در مرحله رسیدن کامل میوه می باشد (Bhuyan et al., 2015) با توجه به کاربرد زیاد اسانس این گیاه در صنایع مختلف و تاثیر مرحله بلوغ میوه بر تغییرات میزان اسانس، این تحقیق با هدف تاثیر مرحله بلوغ بر میزان، عملکرد اسانس و فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس پوست میوه اترج صغیر انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد آزمایشی و تیمارها

در این تحقیق به منظور بررسی تأثیر مرحله رسیدن میوه بر میزان، عملکرد و فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس میوه اترج صغیر، آزمایشی بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۴ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل مراحل تغییر رنگ میوه در ۴ مرحله شامل رسیده-سبز، مرحله تغییر رنگ (سبز-زرد)، مرحله رسیده-زرد و مرحله خیلی رسیده (زرد پر رنگ) بود. مهمترین صفات اندازه گیری شده شامل درصد اسانس، عملکرد اسانس و فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس بود.

مواد گیاهی

میوه‌های مورد نظر در مراحل مختلف تغییر رنگ از باغ تجاری واقع در شهرستان جهرم (جنوب فارس، ایران) برداشت شدند. باغ مورد نظر در منطقه حسین آباد قبله (مختصات جغرافیایی $31^{\circ}36'30''$ - $46^{\circ}26'28''$ و ارتفاع از سطح دریا $1172/9$ متر)، عمر درختان ۵ ساله، آبیاری در ماه‌های شهریور و مهر ماه یک روز در میان به مدت ۲ ساعت و از آبان تا اسفند به مدت ۱,۵ ساعت یک روز در میان انجام شد. زمان برداشت در رابطه با مراحل مختلف مصادف با ۷ مهر (مرحله سبز رنگ)، ۲۸ آبان (مرحله تغییر رنگ)، ۱ دی (رسیده-زرد) و ۲۹ بهمن (رسیده بیش از حد) بود.

برداشت میوه‌ها و خشک کردن

برداشت میوه در زمان‌های مختلف در چهار جهت درخت (شمال، جنوب، شرق و غرب) در سه ارتفاع مختلف ($70-0$ ، $70-140$ و $140-210$ سانتی متر) انجام شد و نمونه‌ها کاملاً با هم مخلوط شدند. بعد از انتقال به آزمایشگاه، میوه‌ها به صورت کامل با آب شسته شده و پوست نازک رویی (فلاویدو) میوه به روش دستی جدا شد. پوست به قطعات کوچک (۲-۳ سانتی متر) تقسیم شدند و به مدت ۷ روز در سایه، در دمای اتاق (30 ± 2 درجه سانتی گراد) خشک شدند. پس از خشک کردن پوست بیرونی هر کدام جداگانه بسته بندی و جهت پیشگیری از تغییرات تحت تأثیر محیط، در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند.

استخراج اسانس

در هر تکرار میزان ۱۰۰ گرم پوست خشک شده (فلاویدو)، توسط دستگاه کلونجر و با روش تقطیر با آب به مدت دو ساعت پس از جوش آمدن نمونه‌ها و در شرایط کاملاً یکسان اسانس گیری انجام شد. بازده اسانس بر اساس وزن خشک نمونه‌ها به صورت حجمی-وزنی (v/w) محاسبه شد.

تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس با استفاده از آزمون DPPH (Oke et al, 2009)

برای محاسبه درصد فعالیت آنتی اکسیدانی (AOA) از فرمول زیر استفاده شد:



۱۰۰ × عدد جذب شاهد / (عدد جذب نمونه - عدد جذب شاهد) = (AOA %) درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج و بحث

درصد اسانس و عملکرد اسانس

تأثیر مرحله رسیدن بر عملکرد اسانس معنی دار شد. بیشترین میزان اسانس (۲/۳۷ درصد) مربوط به مرحله تغییر رنگ بود و با پیشرفت بلوغ میزان اسانس آن کاهش یافت (با پیشرفت بلوغ از مرحله دوم به چهارم کاهش ۳۰/۸۰ درصدی اتفاق افتاد)، گرچه بین سایر تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱). کمترین عملکرد اسانس در مرحله سوم رسیدن (زرد رسیده) اندازه گیری شد و سایر تیمارها از نظر آماری در یک گروه قرار داشتند (شکل شماره ۲). در تحقیقی مربوط به کشور چین در رابطه با تغییرات کمی و کیفی اسانس واریته ای از اترج (واریته *Sarcodactylis*)، تغییرات میزان اسانس در سه مرحله بلوغ (سبز نابالغ، سبز متمایل به زرد نیمه بالغ و زرد بالغ) بررسی شد و نتایج نشان داد که طی رسیدن میزان اسانس افزایش می یابد (Wu *et al.*, 2013). در تحقیق دیگری در کشور تونس در رابطه با تغییرات اسانس ۴ گونه مرکبات در ۳ مرحله بلوغ (نابالغ، نیمه رسیده و رسیده) مشخص گردید که در میوه نارنج طی فرایند بلوغ میزان اسانس ابتدا کاهش و سپس افزایش چشمگیری داشت بطوریکه بیشترین میزان اسانس مربوط به مرحله رسیده و کمترین میزان مربوط به مرحله نیمه رسیده بود. ولی در رابطه با لیمو، بیشترین میزان اسانس در مرحله نارس اندازه گیری شد و با پیشرفت بلوغ میزان اسانس کاهش یافت. در حالیکه در دو گونه دیگر مرکبات، پرتقال مالٹایز (Maltaise orange) و نارنگی، بیشترین میزان اسانس در مرحله نیمه رسیده اندازه گیری شد (Borgou *et al.*, 2012).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس

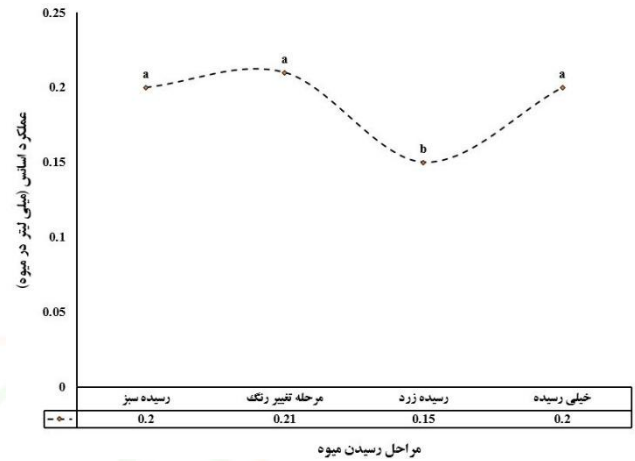
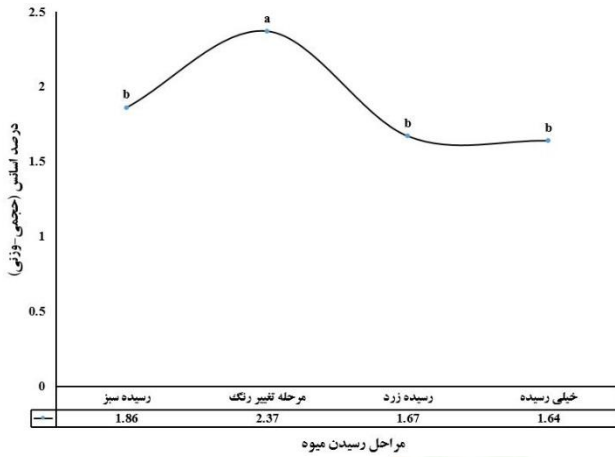
بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس در مرحله خیلی رسیده (۶۵/۹۱ درصد) اندازه گیری شد و میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس میوه اترج صغیر بین مراحل اول تا سوم بلوغ اختلاف معنی داری وجود نداشت و کمترین میزان (۲/۳۷) مربوط به مرحله تغییر رنگ بود (شکل شماره ۳). در واریته ای از اترج (Finger citron) فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس میوه طی سه مرحله بلوغ (سبز نابالغ، سبز متمایل به زرد نیمه بالغ و زرد بالغ) با دوروش (DPPH و H_2O_2) اندازه گیری شده است و گزارش شده که در هر دو روش بالاترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به میوه نابالغ بوده است و طی بلوغ فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس کاهش یافته است (Wu *et al.*, 2013). که با نتایج تحقیق ما در تضاد می باشد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس تا حد زیادی بستگی به ترکیبات غالب موجود در اسانس دارد. گرچه در برخی موارد ممکن است ویژگی سینرژیستی یا آنتی‌گونیستی برخی از ترکیبات جزئی تر نیز روی این ویژگی اثرگذار باشد (Wu *et al.*, 2013, Nejad Ebrahimi *et al.*, 2008).

نتیجه گیری کلی

برای رسیدن به حداکثر اسانس، بهترین زمان برداشت میوه اترج صغیر، مرحله تغییر رنگ می‌باشد. باتوجه به اینکه از اسانس این ارقام در صنایع جهت معطر کردن مواد غذایی و دارویی استفاده می‌شود، جهت صرفه جویی در هزینه‌های استحصال اسانس در نظر گرفتن مرحله مناسب برداشت بسیار مهم می‌باشد. بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس در مرحله خیلی رسیده اندازه گیری شد که به احتمال زیاد مربوط به ترکیبات موجود در اسانس و اثرات سینرژیستی آنها می‌باشد. نتایج بدست آمده در تحقیق فوق مربوط به شهرستان جهرم (فارس، ایران) با شرایط جغرافیایی و اکولوژیکی ذکر شده می‌باشد و ممکن است واکنش سایر ارقام در شرایط آب و هوایی در منطقه یا کشور

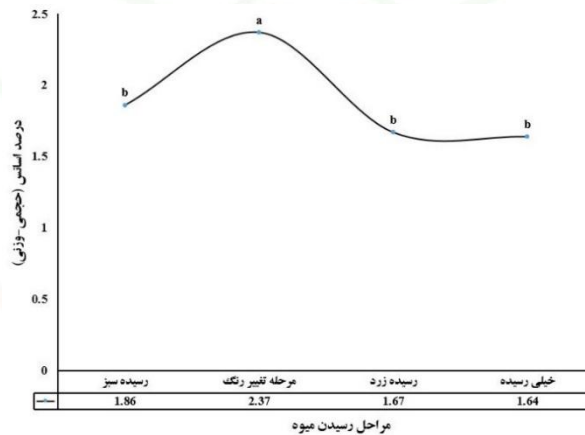


دیگر متفاوت می‌باشد. نتیجه اینکه بهتر است جهت رسیدن به نتیجه دقیق در رابطه با هر رقم در منطقه مورد نظر این تحقیق تکرار گردد.



شکل شماره «۱» تاثیر مرحله رسیدن بر میزان اسانس پوست میوه اترج صغیر

شکل شماره «۲» تغییر در عملکرد اسانس پوست میوه اترج صغیر در مراحل مختلف



شکل شماره «۳» تاثیر مرحله رسیدن بر فعالیت آنژی اکسیدانی پوست میوه اترج صغیر

منابع

- Bhuyan, N., Barua, P. C., Kalita, P. and Saikia, A. 2015. Physico-chemical variation in peel oils of Khasi mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) during ripening. *Indian Journal of Plant Physiology*. 20(3): 227-231.
- Bourgou, S., Rahali, F Z., Ourghemmi, I. and Saidani Tounsi, M. 2012. Changes of peel essential oil composition of four Tunisian Citrus during fruit maturation. *Scientific World Journal of Plastic Surgery*. 2012: 1-10.
- Campelo, L. M. L., De Almeida, A. A. C., De Freitas, R. L. M., Cerqueira, G. S., De Sousa, G. F., Saldanha, G. B., Feitosa, C. M. and De Freitas, R. M. 2011. Antioxidant and antinociceptive effects of Citrus limon essential oil in Mice. *Journal of Biomed and Biotechnology*. 2011: 1-8.
- Mirheydar, H. 2012. *Fruits. Herbal education 2, Ninth ed, Islamic culture publishing office, Tehran, Iran, pp. 535.*



- Nejad Ebrahimi, S., Hadian, J., Mirjalili, M. H., Sonboli, A. and Yousefzadi, M. 2008. Essential oil composition and antibacterial activity of *Thymus caramanicus* at different phenological stages. *Food Chemistry*. 110: 927 – 931.
- Oke, F., Aslim, B., Ozturk, S. and Altundag, S. 2009. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Satureja cuneifolia* Ten. *Food Chemistry*. 112: 874-879.
- Wu, Zh., Li, H., Yang, Y., Zhan, Y. and Tu, D. 2013. Variation in the components and antioxidant activity of *Citrus medica* L. var. *sarcodactylis* essential oils at different stages of maturity. *Industrial Crops and Product*. 46: 311-316.
- Yoo, K M., Lee, K W., Park, J B., Lee, H J. and Hwang, I K. 2004. Variation in major antioxidants and total antioxidant activity of Yuzu (*Citrus junos* ex Tanala) during maturation and between cultivars. *Agricultural and Food Chemistry*, 52: 5907-5913.

The effect of fruit maturity stage on the percentage, yield and antioxidant activity of Citron essential oil

Nehleh Taghvaeefard^{1*}, Askar Ghani², Mehdi Hosseini Farahi³

^{1*} Department of Horticultural Science, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran

² Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran

³ Department of Horticultural Science, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran

*Corresponding Author: n.taghvaeefard@gmail.com

Abstract

Citron (*Citrus medica* var. *medica Proper.*) is a tree species in the Citrus family which is usually cultivated in the south of Iran. This research is designed to determine the effect of fruit ripening stage on the amount, yield and antioxidant activity of essential oil (EO) of the fruits of Small citron for this purpose, a randomized complete block design was considered with four treatments and three replications. The treatments comprised four stages of fruit maturity, i.e. the green-ripe, the color-changing (green-yellow), the yellow-ripe and the over ripe stage (dark yellow). The prominent features being measured were the percentage, yield and antioxidant activity of the EO. The results indicated that the fruit maturity stage has a significant effect on the measured traits. The highest amount of EO (2.37%) was obtained in the color-changing stage and, as the maturity progressed, the EO decreased. Nonetheless, no significant difference was observed between other treatments in this regard. The EO showed a minimum yield (0.15) in the third stage of ripening, i.e. the yellow-ripe, and other treatments were grouped as statistically similar. The antioxidant activity of the EO reached its highest level (65.91%) in the over ripe stage. From the first to the third stages of maturity, samples of Small citron did not differ significantly in terms of the antioxidant activity of their EO. Generally, the maximum amount of EO can be obtained in the color-changing stage of ripening, whereas the highest level of antioxidant activity can be obtained in the over ripe stage. These parameters are important for achieving maximum EO and quality.

Keywords: *Citrus medica* L., ripening, secondary metabolites, phenology, citrus.