

## بررسی تأثیر اتفان و دمای نگهداری بر سبزدایی و خصوصیات فیزیوشیمیایی میوه نارنگی "کینو"

صدیقه علمی (۱)، صفورا سعادت (۱) و محمد حسن مرتضوی (۲)

(۱) دانشجویان کارشناسی ارشد گروه باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز ۲- استادیار گروه باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز

یکی از شاخص‌های رسیدن میوه مرکبات، تغییر رنگ پوست آنها از سبز به زرد یا نارنجی است. در برخی ارقام مرکبات که در مناطق گرمسیری تولید می‌شوند رنگ سبز پوست میوه، طی مراحل تکامل به طور کامل از بین نمی‌رود در حالیکه بخش خوراکی و گوشت میوه از کیفیت مطلوبی برخوردار است. سبزدایی یکی از تکنیک‌های مورد استفاده به منظور بهبود کیفیت ظاهری میوه‌های مرکبات می‌باشد. در این پژوهش به منظور مقایسه شرایط مختلف سبزدایی، میوه‌های نارنگی رقم "کینو" در مرحله سبز بالغ برداشت و پس از آماده‌سازی با محلول اتفان در غلظت‌های صفر (شاهد)، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار گردید. میوه‌های تیمار شده در دو دمای ۱۵ و ۳۰°C نگهداری شده و در فواصل زمانی ۳، ۶ و ۹ روز پس از تیمار از نظر تغییرات رنگ پوست و دیگر خصوصیات کیفی مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار اتفان بر ویژگی‌های کیفی گوشت شامل پ‌هاس، عصاره، اسیدیته، درجه بریکس و مقدار ویتامین سی تأثیری نداشت ولی باعث افزایش قابل توجه رنگ‌گیری، غلظت کارتنوئید کل، درجه کروما و درخشندگی پوست گردید. همچنین در میوه‌هایی که با اتفان تیمار شده بودند غلظت کلروفیل پوست و زاویه هیو در طول مدت سبزدایی به تدریج و به طور چشمگیری کاهش یافت. از میان تیمارهای مختلف اعمال شده، غوطه‌وری میوه‌های نارنگی در محلول اتفان با غلظت ۶۰۰ پی‌پی‌ام و نگهداری آنها در دمای ۳۰°C بهترین نتایج را از نظر بهبود رنگ ظاهری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: سبزدایی، دما، اتفان، نارنگی، کینو، کیفیت

### مقدمه

از مهم‌ترین عملیات‌های پس از برداشت میوه مرکبات که در کشورهای توسعه‌یافته متداول می‌باشد می‌توان به شستشو، سبزدایی، واکسن‌زنی و درجه‌بندی میوه اشاره کرد. منظور از سبزدایی استفاده از ترکیبات شیمیایی و شرایط نگهداری مختلف جهت زدودن رنگ سبز میوه و بهبود کیفیت ظاهری آن می‌باشد. یکی از متداول‌ترین روش‌های سبزدایی انتقال میوه‌ها پس از برداشت به اتاق‌های تجهیز شده بدین منظور است که برای سبزدایی میوه می‌توان از اتیلن به فرم گازی و یا ترکیبات آزادکننده اتیلن استفاده نمود که انتخاب روش مورد نظر به عواملی مانند هزینه، دسترسی به مواد مورد نیاز و ایمنی کار بستگی دارد. در این پژوهش تلاش گردید تا با بررسی تیمار میوه‌های نارنگی "کینو" با غلظت‌های مختلف اتفان، تغییرات ظاهری و کیفیت درونی میوه طی دوره سبزدایی میوه در دو دمای ۱۵ و ۳۰°C مقایسه گردد.

### مواد و روش‌ها

پن پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار طراحی و انجام گردید و فاکتورهای مورد نظر عبارت بودند از غوطه‌وری در محلول اتفان در ۳ سطح (غلظت‌های ۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام)، دمای نگهداری در دو سطح (۱۵ و ۳۰°C) و زمان سبزدایی در ۳ سطح (۳، ۶ و ۹ روز). پس از اعمال تیمار با اتفان، میوه‌ها در دماهای ۱۵ و ۳۰°C قرار گرفته و طی مدت زمان سبزدایی از نظر خصوصیات مختلف کیفی شامل تغییرات ظاهری رنگ پوست، غلظت کلروفیل و کارتنوئید پوست میوه، pH و اسیدیته عصاره، ویتامین ث، مواد جامد محلول (TSS) و درصد رنگ‌گیری میوه مقایسه شدند.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، تیمار اتفان بر اغلب ویژگی‌های کیفی گوشت میوه شامل اسیدیت، درجه بریکس و مقدار ویتامین سی تأثیری نداشت ولی باعث افزایش قابل توجه درصد رنگ‌گیری پوست، غلظت کارتنوئید کل، درجه کروما و درخشندگی پوست میوه گردید. همچنین در میوه‌هایی که با اتفان تیمار شده بودند غلظت کلروفیل پوست و زاویه هیو در طول دوره سبزدایی به تدریج و به طور چشمگیری کاهش یافت. با توجه به اعمال دو دمای مختلف، تأثیر آنها بر کاهش وزن میوه‌ها، از اهمیت بسزایی برخوردار بود. هر چند کاهش وزن میوه‌ها تحت تأثیر تیمار اتفان قرار نگرفت، ولی دمای سبزدایی تأثیر بسزایی بر این صفت داشت به گونه‌ای که میزان کاهش وزن میوه‌ها در دمای  $30^{\circ}\text{C}$ ،  $8/6\%$  بیشتر از میوه‌هایی بود که در دمای  $15^{\circ}\text{C}$  قرار گرفته بودند. همچنین و همانگونه که انتظار می‌رفت با گذشت زمان، میزان کاهش وزن در هر دو دمای سبزدایی روندی افزایشی داشت و پس از گذشت ۹ روز برای میوه‌های قرار گرفته در دو دمای  $15^{\circ}\text{C}$  و  $30^{\circ}\text{C}$  به ترتیب به  $7/45\%$  و  $15/77\%$  درصد رسید.

غلظت مواد جامد محلول از جمله صفات کیفی است که در تناسب با اسیدیت در تعیین مزه نقش ایفا می‌کند. از نتایج بدست آمده چنین برمی‌آید که تیمار اتفان تأثیری بر غلظت مواد جامد محلول نداشت ولی مقدار TSS در میوه‌هایی که در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  قرار داشتند افزایش یافت و به  $10/14$  رسید. همچنین در طول دوره سبزدایی غلظت مواد جامد محلول از  $9/60$  به  $10/28$  درصد رسید که این افزایش تا روز ششم اختلافی آماری نشان نداد ولی در روز نهم از نظر آماری معنی‌دار بود.

ویتامین ث از جمله صفات کیفی است که در ارزش غذایی محصولات باغی مورد توجه زیادی قرار می‌گیرد. نتایج این آزمایش نشان داد به جز دما، دیگر فاکتورهای مورد بررسی و اثرات متقابل آنها اثری بر غلظت ویتامین ث میوه نارنگی رقم "کینو" نداشت. مقدار ویتامین ث در میوه‌هایی که جهت سبزدایی در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد قرار گرفته بودند به  $3/01$  میلی‌گرم در میلی‌لیتر رسید که نسبت به نمونه‌های شاهد در روز اول  $0/33$  میلی‌گرم در میلی‌لیتر بیشتر بود.

همانگونه که انتظار می‌رفت نتایج این آزمایش نشان داد که دمای سبزدایی و اثرات متقابل آن با زمان و غلظت اتفان بر درصد آب پوست میوه به طور معنی‌داری اثر گذاشت. کاهش آب پوست در میوه‌هایی که در دمای  $15^{\circ}\text{C}$  قرار داشتند جزئی بود و پس از گذشت ۹ روز نسبت به شروع آزمایش به  $0/71$  درصد رسید ولی این مقدار برای میوه‌های قرار گرفته در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد حدود  $10$  درصد بود.

بررسی تغییرات رنگ پوست از جمله مهم‌ترین اهداف این آزمایش بود و نتایج حاصله نیز نشان داد که این ویژگی متأثر از هر سه عامل مورد بررسی (غلظت اتفان، دمای سبزدایی و زمان سبزدایی) و اثرات متقابل آنها می‌باشد. همانگونه که در جدول ۱ مشخص است، با طولانی‌تر شدن دوره سبزدایی، درصد رنگ‌گیری در همه تیمارها افزایش یافت. در تیمارهای شاهد و  $300$  پی‌پی‌ام اتفان، میوه‌هایی که در دمای  $15^{\circ}\text{C}$  قرار داشتند، شدت رنگ‌گیری بیشتر بود ولی در پایان آزمایش بیشترین درصد رنگ‌گیری در میوه‌هایی مشاهده شد که علاوه بر تیمار با  $600$  پی‌پی‌ام اتفان در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  قرار داشتند.

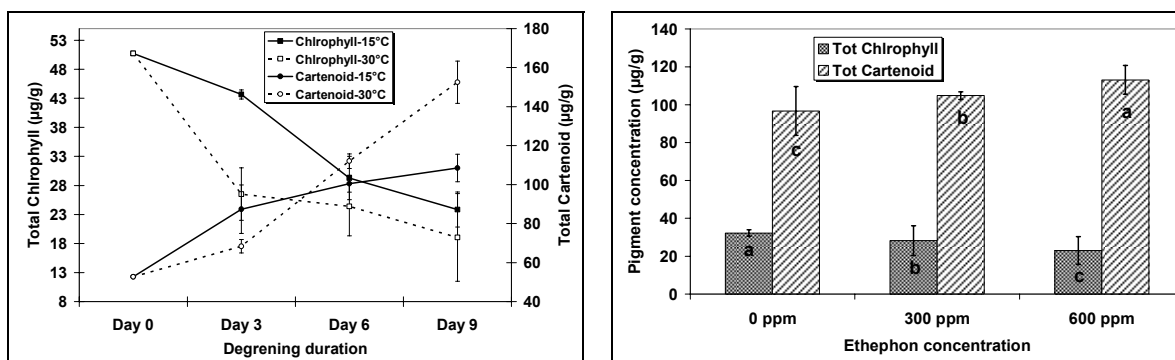
تغییرات رنگ ظاهری میوه متأثر از تغییر در غلظت رنگیزه‌های پوست به خصوص کلروفیل‌ها و کارتنوئیدها می‌باشد. همانگونه که انتظار می‌رفت با طولانی‌تر شدن دوره سبزدایی، غلظت کلروفیل کاهش و غلظت کارتنوئید کل در پوست افزایش یافت به گونه‌ای که غلظت کلروفیل کل از  $50/74$  میکروگرم بر گرم پوست در شروع آزمایش برای دو دمای  $15^{\circ}\text{C}$  و  $30^{\circ}\text{C}$  پس از گذشت ۹ روز به ترتیب به  $23/85$  و  $19/04$  میکروگرم بر گرم کاهش یافت (شکل ۱).

جدول ۱- تأثیر غلظت اتفان، دما و دوره سبزدایی بر درصد رنگ‌گیری پوست میوه

Ethephon concentration	Temperature	Degreening duration		
		Day 3	Day 6	Day 9
Control	15°C	9.63±0.23 <sup>k</sup>	18.33±0.96 <sup>ij</sup>	26.68±0.96 <sup>h</sup>
	30°C	12.83±0.73 <sup>k</sup>	13.89±1.03 <sup>jk</sup>	17.55±1.45 <sup>ij</sup>
300 ppm	15°C	20.37±1.14 <sup>i</sup>	28.06±0.74 <sup>gh</sup>	37.56±0.48 <sup>f</sup>
	30°C	38.89±1.11 <sup>ef</sup>	48.55±1.83 <sup>d</sup>	50.55±1.47 <sup>d</sup>
600 ppm	15°C	25.00±0.48 <sup>h</sup>	31.54±0.97 <sup>g</sup>	42.78±1.11 <sup>e</sup>
	30°C	64.00±1.46 <sup>c</sup>	75.12±4.82 <sup>b</sup>	82.82±0.96 <sup>a</sup>

حروف یکسان بیان‌گر عدم اختلاف آماری در سطح ۰.۰۵٪ می‌باشد.

همچنین افزایش قابل توجه غلظت کارتنوئید کل پوست به گونه‌ای بود که غلظت آن از ۵۲/۷۰ میکروگرم بر گرم پوست در شروع آزمایش برای دو دمای ۱۵ و ۳۰°C پس از گذشت ۹ روز سبزدایی به ترتیب به ۱۰۸/۴۸ و ۱۵۲/۵۲ میکروگرم بر گرم افزایش یافت. همچنین مقایسه غلظت‌های مختلف اتفان نشان داد که اتفان در بالاترین غلظت (۶۰۰ پی‌پی‌ام) بیشترین تأثیر را در کاهش غلظت کلروفیل کل و افزایش غلظت کاتنوئیدها داشت.



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف سبزدایی بر غلظت رنگیزه‌های کلروفیل و کارتنوئید پوست میوه (حروف یکسان برای هر صفت بیان‌گر عدم اختلاف آماری آن صفت در سطح ۰.۰۵٪ می‌باشد).

بررسی نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که اعمال تیمارهای مختلف سبزدایی اعم از غوطه‌وری در محلول اتفان یا نگهداری در دماهای مختلف سبب بروز برخی تغییرات فیزیوشیمیایی در ظاهر و ترکیبات درونی میوه می‌گردد. از میان صفات مختلف کیفی بررسی شده مشخص گردید که تغییرات مربوط به پوست میوه مانند درصد آب پوست، درصد رنگ‌گیری، غلظت رنگیزه‌های کلروفیل و کارتنوئید، فواصل رنگی L, a و b، به مقدار قابل توجه‌ای تحت تأثیر قرار گرفتند. بیشترین تغییرات در میوه‌هایی مشاهده گردید که در محلول اتفان با غلظت ۶۰۰ پی‌پی‌ام غوطه‌ور و در دمای ۳۰°C نگهداری شده بودند.

منابع **References**

- Alonso, J.M. and A. Cranell. 1995. A putative vacuolar processing protease is regulated by ethylene and also during fruit ripening in citrus fruit. *Plant Physiology* 109: 541–547.
- Gautam, D.R., R.P. Dhar, V.P. Bhutani and H.S. Dhuria. 1977. Ethephon for postharvest degreening of Kagzi lime. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 47: 282–284.
- Ladaniya, M., 2008. *Citrus Fruit: Biology, technology and evaluation*. Elsevier, 593 p.
- Lee, H.S. 2001. Characterization of carotenoids in juice of red navel orange (Cara Cara). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 2563–2568.
- Wills, R., B. McGlasson, D. Graham, and D. Joyce. 1998. *Postharvest: An Introduction to the Physiology & Handling of Fruits, Vegetables and Ornamentals*. CAB International Press, 262 p.

**The effects of Ethephon Treatment and storage temperature on the degreening and physicochemical properties of “Kinnow” mandarin fruit**

**S. Elmi<sup>1</sup>, S. Saadati<sup>2</sup> and M. H. Mortazavi<sup>3</sup>**

1 and 2: MSc students and Assistant professor, Department of Horticultural Science, Shahid Chamran University

Changes in the rind color from green to yellow or orange is one of the major indices of ripening in citrus fruits. In tropical climates, some citrus varieties may don't show a complete color break, meanwhile they have good consumed quality. Degreening is a technique used to improve the esthetic value of the citrus fruit. In current study, to compare different degreening conditions, mature green “Kinnow” mandarin fruits were treated with ethephon solution at 0, 300 and 600 ppm concentrations. Treated fruits were kept at 15 and 30°C and changes in rind color and other organoleptic properties were analyzed after 3, 6 and 9 days of degreening. The results showed that however ethephon treatment had no significant effects on most pulp quality properties including juice pH, titratable acidity, brix and vitamin C content, but affected significantly on rind properties e.g. improved the coloring rate, total carotenoid content, chroma and rind surface lightness. Also rind chlorophyll content and hue degree were reduced significantly in ethephon treated fruits during degreening period. Among different degreening treatments which were applied to improve the appearance color of mandarin fruits, floating in 600 ppm ethephon and keeping in 30°C showed the best effects.

**Keywords:** Degreening, Temperature, Ethephon, Kinnow Mandarin (*Citrus reticulata* L.), Quality