

مقاله کوتاه علمی

Scientific Short Article

کاربرد پردازش تصویر برای برآورد خسارت سرما بر میوه انبه

Application of Image Processing Technique for Estimating Chilling Injury to Mango Fruit

منصوره شمیلی<sup>۱</sup>، محمودرضا گلزاریان<sup>۲</sup>، پیمان آذرکیش<sup>۳</sup> و امید دوستی ایرانی<sup>۴</sup>

۱- استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- دانشجوی دکتری، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۴- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۲۹

شمیلی، م.، گلزاریان، م. ر.، آذرکیش، پ. و دوستی ایرانی، ا. ۱۳۹۸. کاربرد پردازش تصویر برای برآورد خسارت سرما بر میوه انبه. *مجله به‌زراعی نهال و بذر* ۲-۳۵: ۱۳۱-۱۲۷.

و برآورد عملکرد محصول انبه (Payne *et al.*, 2013) استفاده شده است.

پرورش انبه (*Mangifera indica* L.) در ایران محدود به استان‌های جنوبی کشور است که بیش از ۷۳٪ تولید آن در استان هرمزگان صورت می‌گیرد. از مشکلات اصلی تولید انبه در ایران میتوان به کوتاه بودن فرصت عرضه این محصول به بازار اشاره کرد. با توجه به جایگاه اقتصادی انبه در استان هرمزگان و به‌منظور گسترش سطح زیرکشت انبه در این استان،

اندازه‌گیری خصوصیات کمی و کیفی در محصولات کشاورزی با روش‌های غیرمخرب، به شکلی که محصول مورد نظر هیچ‌گونه آسیبی نبیند، با ارزش می‌باشد. پردازش تصویر از جمله تکنولوژی‌هایی است که می‌تواند برای کنترل کیفیت، جداسازی و درجه‌بندی محصولات کشاورزی به صورت غیرتخریبی مورد استفاده قرار گیرد (Schulz and Baranska, 2007). از پردازش تصویر به منظور درجه‌بندی میوه‌های انبه (Mata *et al.*, 2012)

از فراخوانی تصاویر در نرم افزار متلب نسخه (Mathworks Inc., US) R2011a، ویژگی‌های رنگی مقدار  $L^*$  (بیانگر میزان درخشندگی در تصویر)، مقدار  $a^*$  (بیانگر میزان رنگ از سبز به قرمز)، مقدار  $b^*$  (بیانگر میزان رنگ از آبی به زرد)،  $stda$ ،  $stdb$  و  $stdL$  استخراج شدند (León et al., 2006).

در ارزیابی تخریبی (روش آزمایشگاهی)، خصوصیات کیفیت نظیر تغییر رنگ پوست میوه، تغییر رنگ گوشت میوه، ظهور لکه‌های قهوه‌ای بر پوست میوه، ظهور لکه‌های قهوه‌ای بر گوشت میوه، خشک شدن پوست میوه و صفات کمی شامل وزن میوه (با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم)، حجم میوه، چگالی میوه، pH میوه (با استفاده از دستگاه pH متر مدل 744 Metrohn)، مواد جامد محلول کل (با استفاده از رفرکتومتر دستی مدل ATAGO)، اسید کل (با روش تیتراسیون)، نسبت مواد جامد محلول به اسید کل و سفیدی میوه (با استفاده از پنترومتر دستی مدل Techno ساخت ژاپن با پروب ۸ میلی‌متری) ثبت شد.

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش توسط نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) انجام شد.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد بین تیمارهای اعمال شده تفاوت معنی‌دار وجود داشت. برخی شاخص‌های تصویر ( $a^*$  و  $b^*$ ) و ویژگی‌های وزن، حجم، اسید کل، نسبت مواد

فراهم ساختن زیرساخت‌های لازم جهت انتقال محصول تولیدی به مناطق دورتر ضروری است که جهت افزایش دوره عرضه به بازار، استفاده از انبار با دمای مناسب توصیه می‌شود.

هدف از این پژوهش مطالعه خصوصیات فیزیکی و کیفیت میوه انبه در دوره نگهداری در سه دمای متفاوت انبار با استفاده از روش غیر تخریبی (پردازش تصویر) و روش تخریبی (روش تجربی آزمایشگاهی) به منظور مقایسه کارایی دو روش در برآورد میزان خسارت وارده از سرما بود. برای انجام این آزمایش میوه انبه در مرحله بلوغ، دارای رنگ سبز، از باغات انبه شهرستان میناب تهیه و به آزمایشگاه گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شد.

آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار انبار ۵، ۱۵ و ۲۴ درجه سانتی‌گراد و سه تکرار اجرا شد. میوه‌ها پس از قرارگیری در تیمار مربوطه، به دو صورت غیر تخریبی (پردازش تصویر) و تخریبی (ارزیابی آزمایشگاهی) در هفت مرحله زمانی با فواصل زمانی ۴۸ ساعت، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

در ارزیابی غیر تخریبی (پردازش تصویر)، جهت انجام تصویربرداری از اتاقک تصویربرداری استفاده شد. تصاویر در طیف مرئی بوسیله یک دوربین Nikon Coolpix P510 (Nikon Inc., Japan) با قدرت تفکیک ۱۶/۱ مگا پیکسل تهیه شد. بعد

صعودی، و در دو دمای دیگر، روند نزولی بود. مولفه L نیز در ۵ درجه سانتی گراد روندی نزولی داشت به طوری که از ۱۲/۹۵ به ۷/۲۲ رسید (جدول ۱).

هرچند در این مطالعه تغییر رنگ پوست میوه از سبز تیره به سبز کم رنگ با لکه‌های زرد در همه تیمارها مشاهده شد، اما شدت و روند آن متفاوت بود. در حالی که در تیمار ۲۴ درجه سانتی گراد تغییر رنگ میوه از مشاهده چهارم مشخص بود، در حالیکه در دو تیمار سرما، این تغییر، از مشاهده دوم مشهود بود. رنگ گوشت میوه‌ها نیز در تیمارهای مختلف دچار تغییر شد به طوری که تفاوت بعد از مشاهده چهارم معنی‌دار بود. خشک شدن پوست میوه، ناشی از آسیب سرما، در تیمار پنج درجه سانتی گراد بیش از دو تیمار دیگر بود. با افزایش مدت نگهداری در دمای اتاق، سفتی بافت میوه انبه از زمان شروع آزمایش تا مشاهده پنجم با سرعت بیشتر و از مشاهده پنجم تا مشاهده هفتم با سرعت کمتری کاهش می‌یابد (Jha et al., 2010).

در این آزمایش در طول دوره نگهداری، اسیدیته قابل تیتراسیون، روند کاهشی داشت که ناشی از مصرف اسید سیتریک در فرآیند تنفس میوه است. مشاهده هفتم در انبار پنج درجه سانتی گراد، کمترین مقدار اسید قابل تیتراسیون (۱/۳۸ میلی گرم) را به خود اختصاص داد (جدول ۱). کاهش میزان درصد اسیدیته در طول ۱۵ روز عمر قفسه‌ای در انبه رقم

جامد محلول کل به اسید کل و سفتی تحت تاثیر تیمارهای دمایی قرار گرفتند. اثر زمان مشاهده نیز بر شاخص تصویر  $a^*$ ،  $b^*$ ،  $L^*$ ، std a، L (جدول ۱) و مواد جامد محلول، اسید کل، نسبت مواد جامد محلول به اسید کل، سفتی و نسبت وزن به حجم میوه معنی‌دار بود (جدول ۱).

با افزایش مدت نگهداری در انبار سرد (۵ و ۱۵ درجه سانتی گراد) بر میزان شاخص  $a^*$  و مواد جامد محلول افزوده و از میزان  $b^*$ ،  $L^*$  و سفتی کاسته شد. همبستگی بین صفات حاکی از ارتباط معنی‌دار بین شاخص‌های تصویر با مواد جامد محلول کل و سفتی میوه بود که در ارزیابی کیفی میوه انبه بسیار اهمیت دارند. در این بررسی مواد جامد محلول با شاخص‌های تصویر  $a^*$  و  $L^*$  همبستگی مثبت معنی‌دار (به ترتیب  $r = 0/545^{**}$  و  $r = 0/469^{**}$ ) داشتند. سفتی میوه نیز با مشخصات تصویر  $a^*$  و  $L^*$  همبستگی منفی و معنی‌دار (به ترتیب  $r = -0/534^{**}$  و  $r = -0/548^{**}$ ) نشان داد.

مقدار شاخص  $a^*$ ، در طول هفت مرحله ارزیابی، روند نزولی داشت، به طوری که در دمای ۲۴ درجه سانتی گراد از ۱۲/۴- در روز اول به ۲/۵- در انتهای آزمایش رسید. همچنین در دمای ۵ درجه سانتی گراد مقدار آن از ۱۲/۹۸- در روز اول به ۱/۹۴- در روز آخر کاهش یافت و در ۱۵ درجه سانتی گراد نیز از ۱۰/۰۹- به ۲/۴۳- تنزل یافت. در خصوص مشخصه b در دمای ۲۴ درجه سانتی گراد روند

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل دما × مشاهده بر شاخص‌های تصویر و خصوصیات میوه

Table 1. Mean comparison of temperature × observation interaction effect on image indexes and fruit characteristics

درجه حرارت (سانتی گراد) Temperature (°C)	مشاهده Observation	شاخص‌های تصویر Image index			خصوصیات میوه (آزمایشگاه) Fruit characteristics (Laboratory)		
		L*	a*	b*	مواد جامد محلول کل Total soluble solids	اسید کل Total acid	سفتی میوه Fruit firmness
5	1	12.95a <b>95</b>	-12.98d	23.86 <b>8</b>	12.77b	3.39b	14.0a
	2	5.76c	-5.91b	9.73ef	9.39c	3.26b	13.50a
	3	8.21b	-8.92c	33.54a	13.13b	3.61ab	11.33ab
	4	8.39b	-7.61bc	43.85a	14.87b	4.75a	8.67bc
	5	6.64c	-5.26b	28.04b	20.33a	5.19a	1.70d
	6	7.01b	-5.50b	31.07a	18.51a	4.83a	1.50d
	7	7.22b	-1.94a	13.53e	18.00a	5.34a	1.38d
15	1	6.23c	-10.09cd	18.50d	9.60c	3.26b	14.0a
	2	7.53b	-9.88c	15.38de	10.07c	3.04b	11.60ab
	3	8.85 <b>b</b>	-10.90cd	28.30b	14.73b	3.21b	7.38c
	4	8.74b	-11.96d	25.49c	17.27ab	3.71b	1.40d
	5	6.65c	-3.04a	18.04d	18.67a	4.90a	2.55d
	6	7.30b	-5.35b	35.15a	19.67a	5.93a	1.55d
	7	7.16b	-2.43a	15.22de	19.07a	1.38c	1.90d
24	1	12.64a <b>.6</b>	-12.40d	14.70de	12.77c	3.25b	9.30d
	2	6.02c	-16.00e	18.26d	12.87c	3.14b	9.90b
	3	7.58b	-9.03c	18.20d	12.40c	3.42b	6.55c
	4	7.47b	-9.56c	24.57c	16.13b	5.08a	2.20d
	5	7.70b	-8.94c	33.42a	16.0b	3.75b	2.10d
	6	7.05b	-8.07c	27.71b	20.07a	5.48a	1.47d
	7	6.91bc	-2.50a	23.00c	20.0a	5.25a	1.50d

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر سطح درجه حرارت، که دارای حرف مشابه می باشند براساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column and for each level of temperature, followed by similar letter are not significantly different at the 1% probability level-using LSD Test.

ارزیابی آزمایشگاهی بود. در نتیجه بدون نیاز به انجام آزمایشات وقت گیر و هزینه بر آزمایشگاهی، می توان بهترین شرایط انباری که محتوای دورنی و کیفیت ظاهری محصول را تضمین کند، معرفی نمود.

### سپاسگزاری

نگارندگان بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه هرمزگان و دانشگاه فردوسی مشهد برای تامین منابع مورد نیاز اجرای این پژوهش سپاسگزاری می کنند.

«داشهاری» و رقم «مالیکا» در طول ۱۸ روز نگهداری گزارش شده است (Rathore *et al.*, 2007).

هرچند تغییر در خصوصیات ظاهری می تواند گویای وضعیت کیفیت میوه ها باشد، اما در این بررسی، عمده این تغییرات با ارزیابی آزمایشگاهی بعد از مشاهده چهارم یا پنجم مشهود بود. در حالی که خسارت سرما پیش از آن، کیفیت دورنی و محتوای میوه را تحت تاثیر قرار داده بود. اما پردازش تصویر در هر سه دما، تفاوت بین تیمارها را از مشاهده دوم نشان داد که حاکی از برتری این روش در مقایسه با

**واژه های کلیدی:** انبه، وزن میوه، ارزیابی غیرمخرب، مواد جامد محلول کل، اسید کل.

### References

- Schulz, H., and Baranska, M. 2007. Identification and quantification of valuable plant substances by IR and Raman spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy* 43: 13-25.
- Mata, C., Duarte, M. E. M., Borges, F. F., and Barbacena, I. L. 2012. An adaptive threshold level for segmentation of grayscale images using image processing to sort mangoes by weight estimation. *Postharvest Technology in the Global Market*. Pp. 943-948. In: Proceedings of the XXVIII International Horticultural Congress.
- Payne, A. B., Walsh, K. B. Y., Subedi, P. P., and Jarvis, D. 2013. Estimation of mango crop yield using image analysis –Segmentation method. *Computers and Electronics in Agriculture* 91: 57-64.
- León, K., Mery, D., Pedreschi, F., and León, J. 2006. Color measurement in L\*a\*b\* units from RGB digital images. *Food Research International* 39: 1084-1091.
- Jha, S. K., Sethi, S., Srivastav, M., Dubey, A. K., Sharma, R. R., Samuel, D. V. K., Puttaraju, T. B., and Reddy, T. V. 1997. Effect of precooling on the quality of mango (cv. 'Malika'). *Journal of Food Science and Technology* 34 (1): 24-27.
- Rathore, H. A, Masud, T., Sammi, S., and Soomro, A. H. 2007. Effect of storage on physico-chemical composition and sensory properties of mango variety dashehari. *Pakistan Journal of Nutrition*. 6 (2): 143-148.