

استفاده از پردازش تصاویر برای بررسی اثر چهار نوع پوشش بر تغییرات رنگ آب انار در طی انبارمانی

منیژه خانیان نجف آبادی^{۱*}، داود قنبریان^۲ و مهدی قاسمی ورنامخواستی^۲

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۱۹

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

^۲ به ترتیب دانشیار و استادیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

* مسئول مکاتبه: Email: m.khanian66@gmail.com

چکیده

رنگ یکی از فاکتورهای مهم در ارزیابی کیفی فرآورده‌های غذایی محسوب می‌شود. هدف از این پژوهش مقایسه اثر چهار نوع لایه پوششی اعمال شده روی انار، بر تغییر رنگ آب انار و انتخاب بهترین نوع پوشش برای حفظ این فاکتور کیفی می‌باشد. برای انجام آزمایش نمونه‌های انار با چهار پوشش ژل آلوه‌ورا، محلول کیتوزان ۱٪، عصاره پوست انار و پارافین مایع پوشش داده شدند و به مدت ۱۰۵ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد انبارگذاری شدند. سپس هر ۳۵ روز یکبار آب انارها گرفته شده و پس از اخذ تصاویر دیجیتال مناسب، پارامترهای مربوط به رنگ تصاویر شامل روشنایی، زاویه هیو، مقادیر قرمزی، زردی و آبی، اشباعیت رنگ و شاخص قهوه‌ای شدن نمونه‌ها تعیین شد. نتایج حاصل نشان داد، تیمارهای پوششی اعمال شده بر روی انارها و مدت زمان نگهداری بر روی تمام پارامترهای رنگی مورد بررسی به جز شاخص قهوه‌ای شدن، در سطح ۵٪ تأثیر معنی‌داری داشته‌اند. نتایج همچنین نشان داد پس از طی ۱۰۵ روز انبارداری نمونه‌هایی با استفاده از پوشش ژل آلوه‌ورا با کاهش مقدار روشنایی آب انار تا ۴۰،۷۸، زردی تا ۱۵۰،۲۶ و زاویه هیو تا ۴۲،۵۲ درجه در مقایسه با سایر تیمارهای پوششی از نظر حفظ ویژگی‌های رنگی آب انار دارای عملکرد بهتری بوده است.

واژگان کلیدی: آب انار، انبارمانی، پردازش تصویر، تغییرات رنگ، Lab

مقدمه

کولکارنی (۲۰۰۴). طبق آمار فائو^۱ (۲۰۰۹) تخمین زده شده است که کل تولید جهانی محصول انار تقریباً ۱/۵ میلیون تن می‌باشد که ۴۷ درصد آن مربوط به ایران است. در سالهای اخیر تحقیقات متعددی در خصوص

انار از خانواده *punicaceae* و با نام علمی *Punica granatum L.* است که در کشورهای گرمسیری و نیمه گرمسیری مثل ایران، ترکیه و آمریکا کشت می‌شود

طول نگهداری استفاده کردند. پدسرچی و همکاران (۲۰۰۶) برای اندازه گیری رنگ چپیس سیب زمینی از پردازش تصویر در مدل $L^*a^*b^*$ استفاده کردند. جویباری و فرحناکی (۱۳۸۸) از نرم افزار فتوشاپ برای بررسی تغییرات رنگ خرمای مضافتی بم در طی رساندن مصنوعی استفاده کردند.

مرور منابع نشان می‌دهد که تاکنون گزارشی از کاربرد تکنیک‌های پردازش تصاویر دیجیتال برای ارزیابی کیفی محصول آب انار منتشر نشده است. لذا هدف از این تحقیق استفاده از تکنیک پردازش تصاویر دیجیتال برای بررسی اثر چهار نوع پوشش بر تغییرات رنگ آب انار در طی انبارمانی است.

مواد و روش‌ها

جمع آوری، تهیه و انبارگذاری آب انار

در این تحقیق از انارهای رقم میخوش استفاده شد. نمونه‌های مورد استفاده عاری از هر گونه آفت‌زدگی، کاملاً سالم و رسیده از یکی از باغات شهرستان نجف آباد از توابع استان اصفهان در اواخر پاییز سال ۱۳۹۲ جمع آوری شدند. انارهای برداشت شده با پارافین مایع، محلول کیتوزان با غلظت ۱ درصد، عصاره پوست انار + متانول ۸۰٪، ژل آلوه‌ورا پوشش‌دهی شدند. پوشش اول (پارافین) از بازار تهیه شد. برای تهیه پوشش دوم، ۱۰ گرم از پودر کیتوزان در اسید استیک ۱٪ به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رسانده و سپس به عنوان پوشش استفاده شد. برای تهیه پوشش سوم (عصاره پوست انار)، از پوست انارهای کوچک و ضایعاتی به عنوان ماده اصلی استفاده گردید به طوری که ابتدا پوست انارها با آب مقطر شست و شو داده شد و پس از خشک شدن، در شرایط کنترل شده 20°C در بسته بندی‌های تحت خلأ نگهداری شدند، سپس قسمت‌های ۵ گرمی از پودر پوست انار با حلال متانول ۸۰٪ مخلوط شده و پس از اختلاط، در تاریکی به مدت یک ساعت در دمای محیط نگهداری شد. سپس فیلتراسیون

استفاده از پوشش‌های مختلف برای افزایش قابلیت انبارمانی انار صورت گرفته است. سلاح‌ورزی و تهرانی‌فر (۱۳۹۲) تأثیر اسانس برخی گیاهان دارویی و پوشش پلی‌اتیلنی را بر عمر انبارمانی و شاخص‌های درصد سرمازدگی و کاهش وزن میوه انار را مورد بررسی قرار دادند. رنجبر و همکاران (۱۳۸۶) در پژوهشی اعلام نمودند که استفاده از پوشش پلی‌اتیلن روی عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار رقم ملس ساوه باعث جلوگیری از کاهش وزن پوست میوه انار و همچنین حفظ کیفیت میوه در طول مدت انبارمانی می‌گردد. طلایی و همکاران (۱۳۸۲) در تحقیقی تأثیر تیمارهای مختلف پوشش پلی‌اتیلن را بر روی عمر انباری و برخی صفات کمی و کیفی انار رقم ملس ساوه مورد مطالعه قرار دادند.

از طرف دیگر، فرآوری انار و تولید محصولات جانبی از آن مانند آب انار، رب و کنستانت‌ره یکی از راهکارهای اصلی در بالا بردن ارزش افزوده این محصول محسوب می‌شود. آب انار تازه بسته به نوع رقم، کدر و معمولاً دارای رنگ قرمز تیره است. قرمزی رنگ آب انار مربوط به رنگدانه آنتوسیانین می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که آنتوسیانین‌های آب انار پایداری کمی در طی فرایند و نگهداری دارند و با گذشت زمان قرمزی رنگ آب انار بطور مشخصی کاهش می‌یابد مارتی و همکاران (۲۰۰۲). با توجه به اهمیت رنگ در ارزیابی کیفی آب انار حفظ رنگدانه‌های آنتوسیانین در طی فرایند و زمان نگهداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در تولید صنعتی آب انار شفاف‌سازی به عنوان یکی از مراحل بسیار مهم که اثر مستقیم پذیرش محصول توسط مصرف کننده دارد مطرح است.

در سال‌های اخیر استفاده از فنون پردازش تصاویر دیجیتال در ارزیابی کیفیت محصولات و فرآورده‌های کشاورزی و غذایی رو به گسترش است. به عنوان نمونه بریونس و آگیلرا (۲۰۰۵) از پردازش تصویر برای پیگیری تغییرات رنگ سطح شکلات شیری در

سعی و خطا به دست آمد و در نهایت دوربین با استفاده از پایه نگه دارنده طوری نصب شد که لنز دوربین در فاصله ۱۳ سانتی‌متری از نمونه‌ها قرار گرفت. به منظور انجام عملیات نورپردازی روی سطح فوقانی نمونه‌ها از لامپ‌های پاور ال ای دی، یک وات (Power LED) استفاده شد (۹ لامپ سفید و سه لامپ زرد رنگ)، که با استفاده از مدار الکتریکی شدت نور ساطع شده از آن کنترل گردید تا بتوان بهترین میزان لوکس نور و نورپردازی را هنگام عکس برداری به دست آورد. به منظور ایجاد محیطی با نور ثابت و جلوگیری از خطای ایجاد شده توسط انعکاس نور از بدنه اتاق محفظه تصویر برداری با استفاده از یک پارچه برزنتی پوشانده شد. بهترین نور برای تصویر برداری بعد از سعی و خطا در سطح ۱۰ درصد نور سفید و ۲۰ درصد نور زرد به دست آمد.

قسمت نرم‌افزار تحلیل داده‌ها

به منظور اصلاح و پردازش تصاویر اخذ شده توسط دوربین، از جعبه ابزار پردازش تصویر نرم‌افزار MATLAB, R2013a استفاده و برنامه مناسب در آن نوشته شد.

استخراج ویژگی‌های رنگی

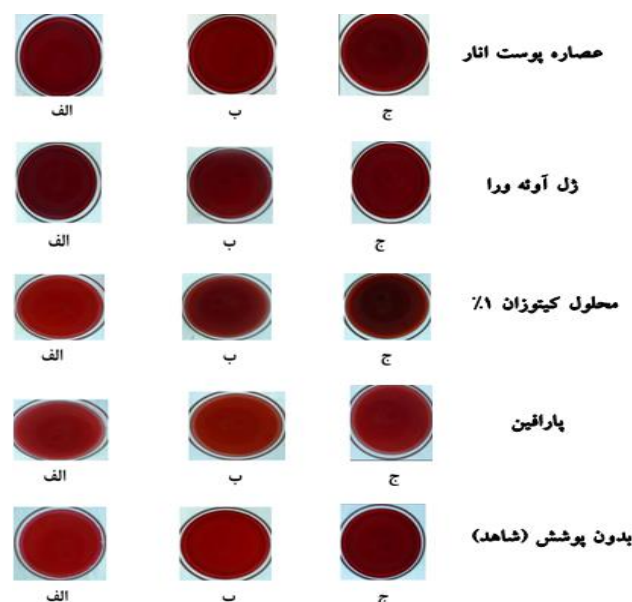
با توجه به اینکه در حال حاضر استفاده از فضای رنگی Lab جهت اندازه‌گیری رنگ مواد غذایی بیشتر مرسوم می‌باشد برای تبدیل فضای رنگی RGB تصاویر گرفته شده از نمونه‌های آب انار به Lab، از روش دو مرحله‌ای ارائه شده توسط لئون (۲۰۰۶) استفاده شد. در مرحله اول پارامترهای RGB در دامنه [۰, ۱] به فضای رنگی XYZ تبدیل می‌شوند و در مرحله دوم، تصویر موجود در فضای XYZ به فضای Lab مطابق با معادلات زیر تبدیل می‌شود.

$$L^* = 116f_y - 16 \quad [1]$$

$$a^* = 500(f_x - f_y) \quad [2]$$

$$b^* = 200(f_y - f_x) \quad [3]$$

و سانتریفوژ انجام و ۲۵ گرم بر میلی لیتر عصاره‌ی صاف شده به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رسانده و مورد استفاده قرار گرفت علیمحمدی و همکاران (۱۳۹۰). برای پوشش چهارم نیز از ژل آلئوئورا استفاده شد. نمونه‌های پوشش داده شده به مدت ۱۰۵ روز در دمای ۴°C نگهداری شدند. سپس در فواصل زمانی ۳۵ روزه چهار نمونه از هر تیمار پوششی انتخاب و آب نمونه‌ها به دقت توسط آب میوه گیری دستی استخراج و به وسیله سامانه طراحی شده، تصاویر دیجیتال مورد نظر از نمونه‌های آب انار مطابق (شکل ۱) تهیه شد.



شکل ۱- تصاویر نمونه‌های آب انار به ترتیب با گذشت (الف) ۳۵ (ب) ۷۰ و (ج) ۱۰۵ روز

سامانه تهیه و پردازش تصاویر

بخش سخت افزار

بخش سخت افزار ماشین بینایی خود شامل سه واحد رایانه شخصی، دوربین دیجیتال Sony مدل DSC-W530 و اتاقک نور بود. این اتاقک از محفظه‌ای به ابعاد ۳۰×۵۰×۵۰ ساخته شد. محل نصب دوربین با توجه به میدان دید دوربین، عدم استفاده از بزرگ نمایی و قابلیت حرکت عمودی بر روی قسمت فوقانی اتاق نور با

در رابطه (۱۰) BI شاخص قهوه‌ای شدن را نشان می‌دهد به طوری که در رابطه فوق مقدار X از رابطه زیر تعیین شد:

$$x = \frac{(a^* + 1.75L^*)}{(5.645L^* + a^* - 3.012b^*)} \quad [11]$$

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل نتایج، توسط نرم افزار آماری SAS در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل برای بررسی معنی‌دار بودن اثر تیمارهای پوششی و مدت زمان انبارمانی بر روی رنگ نمونه‌های آب انار در سطح اطمینان ۵٪ انجام و مقایسه بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD صورت گرفت.

بحث و نتایج

بررسی تغییرات میزان روشنایی آب انار

با توجه به جدول ۱ مشاهده می‌شود که اثر پوشش و زمان بر مقدار روشنایی آب انار در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده است اما اثر متقابل پوشش و زمان معنی‌دار نشده است. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود در تمامی تیمارها با گذشت زمان از میزان روشنایی تصاویر کاسته می‌شود. در شکل ۳ مشاهده می‌شود که تیمار پوششی پارافین و ژل آلوه‌ورا با مقادیر ۵۷,۳۰ و ۴۰,۷۸ به ترتیب بیشترین و کمترین میزان روشنایی رنگ را نسبت به نمونه شاهد نشان دادند. تجزیه آسکوربیک اسید و دهیدرو آسکوربیک اسید و شرکت آنها در قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی و تولید ترکیبات کربونیلی واکنش‌پذیر نظیر هیدروکسی متیل فورفورال در طی برهمکنش‌هایی منجر به تشکیل رنگدانه‌های قهوه‌ای و کمتر شدن میزان روشنایی آب مرکبات می‌گردد (منتظر و نیاکوثری ۱۳۹۱). بنابراین کاهش اهمیت تغذیه‌ای مرکبات طی نگهداری نه تنها به علت از دست رفتن ویتامین ث است، بلکه در ارتباط با تغییر طعم، مشکل تیره تر شدن رنگ آب مرکبات را نیز به همراه دارد. نتایج مشابهی نیز توسط منتظر و

و

$$f_x = \begin{cases} \sqrt[3]{x_r}, & x_r > 0 \\ \frac{kx_r+16}{116} & x_r < 0 \end{cases} \quad [4]$$

$$f_y = \begin{cases} \sqrt[3]{y_r}, & y_r > 0 \\ \frac{kx_r+16}{116} & y_r < 0 \end{cases} \quad [5]$$

$$f_z = \begin{cases} \sqrt[3]{z_r}, & z_r > 0 \\ \frac{kx_r+16}{116} & z_r < 0 \end{cases} \quad [6]$$

و

$$z_r = \frac{Z}{Z_r}, y_r = \frac{Y}{Y_r}, x_r = \frac{X}{X_r} \quad [7]$$

که در این روابط (Z_r, Y_r, X_r) مربوط به نقاط سفید و مرجع است. K و ε ثابت‌های پیشنهاد شده توسط استاندارد CIE است.

مقدار کروما به عنوان پارامتری که میزان اشباع شدگی و خلوص شدت رنگ را نشان می‌دهد و مقدار زاویه هیو که نشانه‌ای از طول موج رنگی است به ترتیب با روابط ۸ و ۹ محاسبه شدند. لازم به ذکر است که مقادیر ۰ و ۳۶۰ درجه برای هیو نشان‌دهنده رنگ قرمز و مقادیر ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ درجه به ترتیب نشان‌دهنده رنگهای زرد، سبز و آبی می‌باشند. در ضمن شاخص قهوه‌ای شدن که از مهمترین پارامترهای مورد استفاده در ارزیابی کیفیت رنگ تصاویر دیجیتال محسوب می‌شود طبق رابطه ۱۰ تعیین شد (ساری و همکاران ۱۹۹۵ و اوها و رابرتسون ۲۰۰۵):

$$\text{chroma} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad [8]$$

$$H = \arctan (b^*/a^*) \quad [9]$$

$$BI = \frac{[100 \times (x - 0.31)]}{0.17} \quad [10]$$



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر تیمار پوششی بر مقدار روشنایی (L*)

حروف غیر یکسان در هر ستون بیانگر وجود تفاوت معنی-دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

بررسی تغییرات میزان قرمزی آب انار

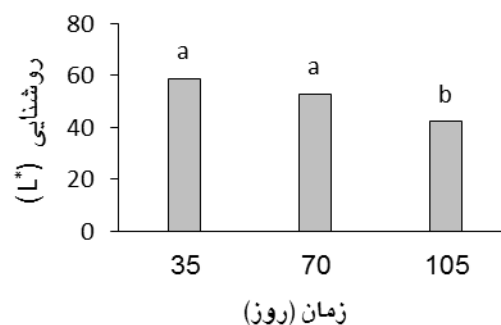
در جدول ۲ مشاهده می‌شود که اثر پوشش و زمان بر روی میزان قرمزی رنگ آب انار در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده در حالی که اثر متقابل پوشش و زمان نیز در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شده است. نتایج شکل ۴ نشان می‌دهد که در تمامی تیمارهای پوششی با گذشت زمان از میزان قرمزی رنگ آب انار کاسته می‌شود به طوری که در شکل ۵ بیشترین و کمترین مقدار قرمزی رنگ در تیمارهای پوششی نسبت به نمونه شاهد به ترتیب ۱۶۸،۹۳ و ۱۶۲ در عصاره پوست انار و کیتوزان قابل مشاهده است بنابراین یکی از دلایل افزایش قرمزی می‌تواند پدیده کوپیگمنتاسیون و حفظ رنگدانه‌های آنتوسیانین موجود در آب انارها باشد (صبحی و همکاران ۱۳۸۹).

نیاکوثری (۱۳۹۱) در خصوص کاهش مقدار روشنایی آب نارنج با گذشت زمان طی انبارداری با افزایش دمای نگهداری گزارش شده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات آثار اصلی و برهمکنش سطوح مختلف عوامل پوشش، زمان بر روی میزان روشنایی (L*) آب انار

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون F
پوشش	۲۵۶۹/۱	۴	۶۴۲/۳	۷/۰۷**
زمان	۲۰۷۹/۴	۲	۱۰۳۹/۷	۱۱/۴۵**
پوشش×زمان	۱۲۰۱/۶	۸	۱۵۰/۲	۱/۶۵ ^{ns}
خطا	۲۷۲۳/۳	۳۰	۹۰/۸	
کل	۸۵۷۳/۳			

** و ^{ns} به ترتیب سطح معنی‌داری ۵٪ و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمار زمان بر مقدار روشنایی (L*)

حروف غیر یکسان در هر ستون بیانگر وجود تفاوت معنی-دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

بررسی تغییرات میزان زردی آب انار

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر پوشش و زمان بر روی میزان زردی رنگ آب انار در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده است در حالی که اثر متقابل پوشش و زمان معنی‌دار نشده است. با توجه به شکل ۶ در تمامی تیمارهای پوششی با گذشت زمان مقدار زردی رنگ آب انار کاهش یافته است به طوری که در شکل ۷ بیشترین و کمترین مقدار زردی رنگ نسبت به نمونه شاهد به ترتیب در تیمارهای پوششی پارافین ۱۵۷،۱۵ و آلوه-۱۵۰،۲۶ قابل مشاهده است. یکی از دلایل افزایش زردی در نمونه آب انارهای حاصل از انارهای پوشش داده شده با پارافین طی انبارداری از بین رفتن رنگدانه‌های موجود در آب انار است. صبحی و همکاران نیز با آزمایشات خود بر روی نمونه‌های آب انار این نتیجه را تأیید می‌کنند.

جدول ۳- تجزیه واریانس میانگین مربعات آثار اصلی و برهمکنش سطوح مختلف عوامل پوشش، زمان بر روی میزان زردی (b*) آب انار

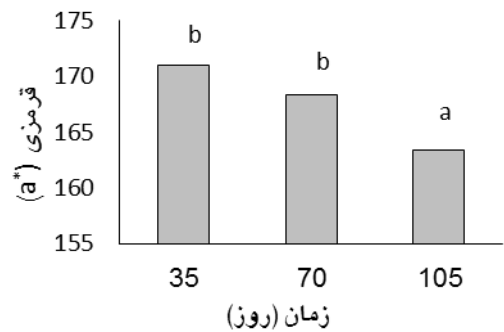
منابع تغییرات	مجموع مربعات آزادی	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون F
پوشش	۱۰۶۱	۴	۲۶۵	۸/۰۸**
زمان	۵۶۴	۲	۲۸۲	۸/۵۹**
پوشش×زمان	۴۸۵	۸	۶۱	۱/۸۵ ^{ns}
خطا	۹۸۵	۳۰	۳۳	
کل	۳۰۹۵			

* و ** به ترتیب سطوح معنی‌داری ۵٪ و ۱٪ و ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات آثار اصلی و برهمکنش سطوح مختلف عوامل پوشش، زمان بر روی میزان میزان قرمزی (a*) آب انار

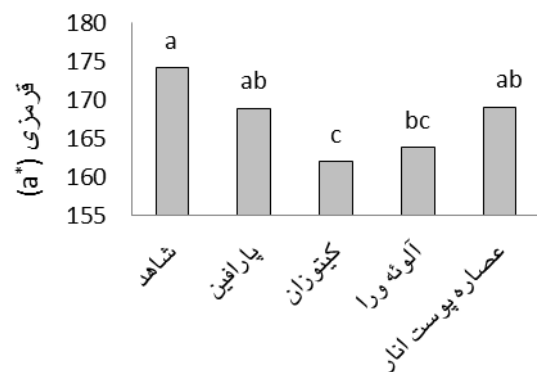
منابع تغییرات	مجموع مربعات آزادی	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون F
پوشش	۸۳۲	۴	۲۰۸	۱۰/۰۱**
زمان	۴۵۳	۲	۲۲۶	۱۰/۸۹**
پوشش×زمان	۳۸۶	۸	۴۸	۲/۳۲*
خطا	۶۲۴	۳۰	۲۱	
کل	۲۲۹۴			

* و ** به ترتیب سطوح معنی‌داری ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر تیمار زمان بر مقدار قرمزی (a*)

حروف غیر یکسان در هر ستون بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر تیمار پوششی بر مقدار قرمزی (a*)

حروف غیر یکسان در هر ستون بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

۳۶۰ درجه نشان دهنده‌ی سیاه بودن رنگ نمونه است الیاتم و همکاران (۱۹۸۴). حال با توجه به شکل ۸ مشاهده می‌شود که کاهش زاویه هیو در آلوئه‌ورا نسبت به سایر نمونه‌ها رنگ نمونه را به قرمز ارغوانی نزدیک‌تر می‌کند.

جدول ۴ تجزیه واریانس میانگین مربعات آثار اصلی و برهمکنش سطوح مختلف عوامل پوشش، زمان بر روی میزان زاویه هیو

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون F
پوشش	۳/۸	۴	۰/۹۵	۵/۲**
زمان	۱/۰۵	۲	۰/۵۳	۲/۹ ^{ns}
پوشش×زمان	۱/۶۲	۸	۰/۲۰	۱/۱ ^{ns}
خطا	۵/۵۰	۳۰	۰/۱۸	
کل	۱۱/۹۷			

** و ^{ns} به ترتیب سطوح معنی‌داری ۱٪ و ^{ns} عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

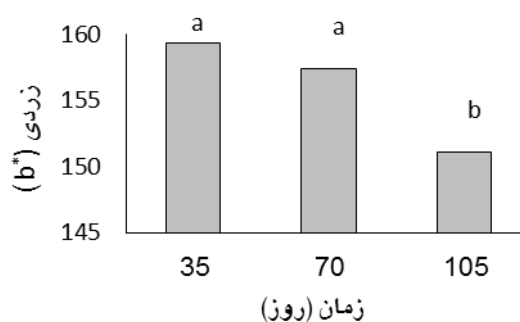


شکل ۸- مقایسه میانگین اثر تیمار پوششی بر مقدار زاویه هیو

حروف غیر یکسان در هر ستون بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

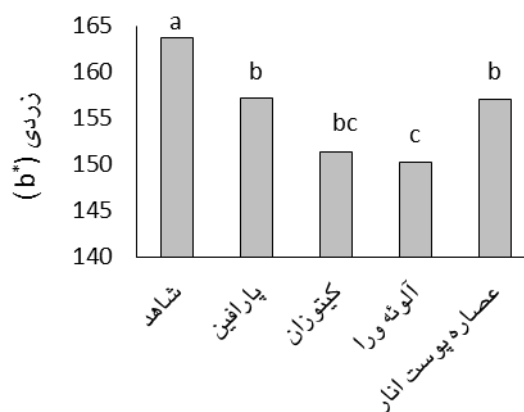
بررسی تغییرات میزان اشباعیت (کروما)

در جدول ۵ مشاهده می‌شود که اثر پوشش و زمان بر روی مقدار کروما در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر تیمار پوششی بر مقدار زردی (b*)

حروف غیر یکسان در هر ستون بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

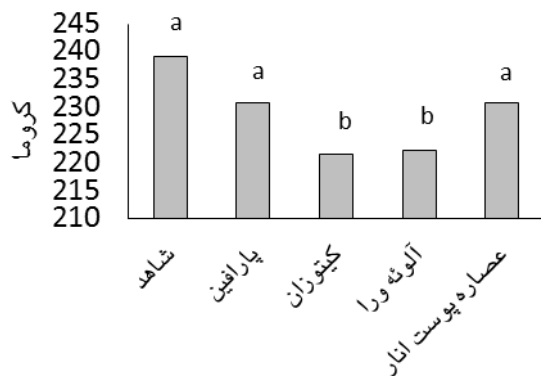


شکل ۷- مقایسه میانگین اثر تیمار پوششی بر مقدار زردی (b*)

حروف غیر یکسان در هر ستون بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

بررسی تغییرات زاویه هیو

در جدول ۴ مشاهده می‌شود که تیمارهای پوششی بر روی مقدار زاویه هیو در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است در حالی که مدت زمان نگهداری و اثر متقابل پوشش و مدت زمان نگهداری معنی‌دار نشده است. مقدار زاویه هیو می‌تواند از ۰ تا ۳۶۰ درجه متغیر باشد، به طوری که زاویه صفر نشان دهنده‌ی رنگ قرمز ارغوانی، زاویه ۹۰ درجه نشان دهنده‌ی زردی رنگ، زاویه ۱۸۰ درجه نشان دهنده‌ی رنگ مایل به سبز، زاویه ۲۷۰ درجه نشان دهنده‌ی رنگ آبی و زاویه



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر تیمار پوششی بر مقدار کروما

حروف غیر یکسان در هر ستون بیانگر وجود تفاوت معنی-دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

بررسی تغییرات شاخص قهوه‌ای شدن

نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که اثر پوشش، زمان و اثر متقابل پوشش و زمان بر روی میزان شاخص قهوه‌ای شدن تأثیر معنی‌دار ندارد. با توجه به غیر معنی‌دار شدن اثر پوشش، زمان و اثر متقابل پوشش در زمان بر مقدار شاخص قهوه‌ای شدن، روند تغییرات قهوه‌ای شدن و زیاد شدن این شاخص در آب انارهای حاصل از انارهای پوشیده شده با محلول کیتوزان ۱٪ می‌تواند واکنش‌های غیر آنزیمی شامل تجزیه آسکوربیک اسید طی فرآیند غیر هوازی که منجر به تولید رنگدانه‌های قهوه‌ای رنگ می‌شود منتظر و نیاکوثری (۱۳۹۱) این واکنش‌ها را به عنوان یکی از اصلی‌ترین واکنش‌های مخرب در طی نگهداری مرکبات دانستند که نه تنها به علت از دست رفتن ویتامین اهمیت تغذیه خود را از دست می‌دهند بلکه علاوه بر طعم، تیره شدن رنگ مرکبات را نیز به همراه دارند.

ولی اثر متقابل پوشش و زمان معنی‌دار نشده است. نتایج در شکل ۹ نشان می‌دهد که با افزایش مدت زمان نگهداری مقدار کروما کاهش می‌یابد همچنین با توجه به شکل ۱۰ بیشترین و کمترین مقدار کروما نسبت به نمونه شاهد به ترتیب ۲۳۰٫۷۲ و ۲۲۱٫۶۶ در تیمارهای پوششی عصاره پوست انار و محلول کیتوزان ۱٪ مشاهده می‌شود. منتظر و نیاکوثری (۱۳۹۱) نیز به این نتیجه رسیدند که با افزایش دمای نگهداری و زمان انبارداری آب نارنج از مقدار روشنایی و زردی آن کاسته می‌شود و مقدار کروما یا اشباعیت رنگ در طی نگهداری به آهستگی کاهش می‌یابد.

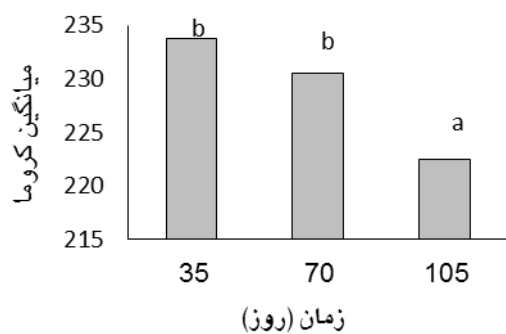
جدول ۵- تجزیه واریانس میانگین مربعات آثار

اصلی و برهمکنش سطوح مختلف عوامل پوشش،

زمان بر روی مقدار کروما

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون F
پوشش	۱۸۵۵	۴	۴۶۴	۸/۹۵**
زمان	۱۰۰۵	۲	۵۰۲	۹/۷۰**
پوشش×زمان	۸۵۰	۸	۱۰۶	۲/۰۵ ^{ns}
خطا	۱۵۵۴	۳۰	۵۲	
کل	۵۲۶۴			

** و ^{ns} به ترتیب سطوح معنی داری ۱٪ و ns عدم معنی-داری را نشان می‌دهد.

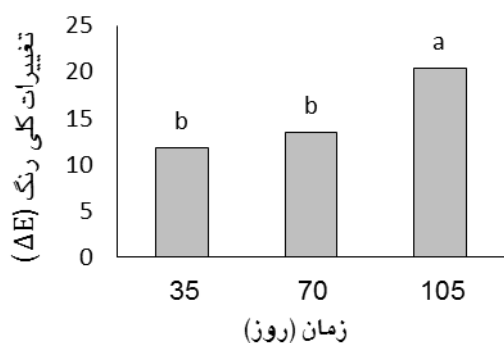


شکل ۹- مقایسه میانگین اثر تیمار زمان بر مقدار کروما. حروف غیر یکسان در هر ستون بیانگر وجود تفاوت معنی-دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

جدول ۷ تجزیه واریانس میانگین مربعات آثار اصلی و برهمکنش سطوح مختلف عوامل پوشش، زمان بر روی میزان تغییرات رنگ آب انار

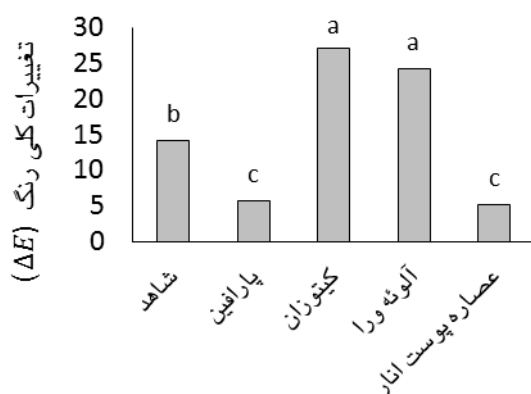
منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون F
پوشش	۳۷۳۶/۰۱	۴	۹۳۴	۸۴/۳۴**
زمان	۶۲۲/۸۰	۲	۳۱۱/۴۰	۲۹/۱۲**
پوشش×زمان	۱۴۴۷/۶۰	۸	۱۸۰/۹۵	۱۶/۹۲**
خطا	۳۲/۷۹	۳۰	۱۰/۶۹	
کل	۶۱۲۷/۱۹			

** سطح معنی داری ۱٪ را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثر تیمار زمان بر مقدار تغییرات رنگ (ΔE)

حروف غیر یکسان در هر ستون بیانگر وجود تفاوت معنی-دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.



شکل ۱۲- مقایسه میانگین اثر تیمار پوششی بر مقدار تغییرات کلی رنگ

حروف غیر یکسان در هر ستون بیانگر وجود تفاوت معنی-دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

جدول ۶- تجزیه واریانس میانگین مربعات آثار اصلی و برهمکنش سطوح مختلف عوامل پوشش، زمان بر روی میزان شاخص قهوه‌ای شدن

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون F
پوشش	۸۱۸۰	۴	۲۰۴۵	۰/۸۷۵**
زمان	۳۲۱۶	۲	۱۶۰۸	۰/۶۸**
پوشش×زمان	۱۶۱۳	۸	۲۰۱۷	۰/۸۵ ^{ns}
خطا	۷۰۴۸	۳۰	۲۳۴۹	
کل	۹۸۰۱			

** و ^{ns} به ترتیب سطوح معنی داری ۱٪ و ^{ns} عدم معنی داری را نشان می‌دهد.

بررسی میزان تغییرات رنگ آب انار (ΔE)

در جدول ۷ مشاهده می‌شود که اثر پوشش، زمان و اثر متقابل پوشش و زمان بر روی میزان تغییرات رنگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده‌اند. در شکل ۱۱ نیز مشاهده می‌شود که با افزایش مدت زمان نگهداری تغییرات کلی رنگ افزایش می‌یابد. شکل ۱۲ نیز نشان می‌دهد که تیمار پوششی عصاره پوست انار و پارافین نسبت به سایر تیمارهای پوششی تغییرات رنگ کمتری دارند همچنین بیشترین و کمترین مقدار تغییرات رنگ به ترتیب ۲۷ و ۵،۱۱ نسبت به نمونه شاهد برای تیمارهای پوششی محلول کیتوزان ۱٪ و عصاره پوست انار مشاهده می‌شود. طبق گزارش رشیدیان و همکاران (۱۳۹۰) میزان تغییرات رنگ نمی‌تواند تنها ملاک ارزیابی رنگ باشد، و برای انتخاب بهترین نمونه از نظر رنگ بهتر است شاخصه‌های L^* ، a^* و b^* نیز در نظر گرفته شود.

نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از این تحقیق، نشان داد پردازش تصاویر دیجیتال می‌تواند به عنوان راهکار مناسبی برای ارزیابی کیفیت آب انار مورد استفاده قرار گیرد. طبق نتایج این تحقیق، استفاده از تیمارهای پوششی موجب حفظ خصوصیات رنگ در نمونه‌های پوششی آلوئه‌ورا و عصاره پوست انار شده است. در بین پوشش‌های به کار رفته، تیمار پوششی عصاره پوست انار، رنگ آب انار را نسبت به حالت اولیه بهتر حفظ کرده ولی با توجه به اینکه رنگ قرمز ارغوانی روشن آب انار، پذیرش بیشتری برای صنعت و مشتری دارد لذا پوشش ژل آلوئه‌ورا نسبت به عصاره پوست انار از

لحاظ حفظ این فاکتور کیفی از اهمیت بیشتری برخوردار است. بنابر این به طور کلی تیمار پوششی ژل آلوئه‌ورا اثرات بهتری را نشان داد به طوری که برای پوشش ژل آلوئه‌ورا کاهش زاویه هیو، و کاهش شاخص قهوه‌ای شدن را داریم که به ترتیب حاکی از نزدیک شدن رنگ نمونه به قرمز ارغوانی و حفظ آنتوسیانین‌ها (رنگدانه‌های آب انار) و در نهایت کاهش قهوه‌ای شدن رنگ نمونه‌ها است. با توجه به اینکه در صنعت، جهت حفظ کیفیت و رنگ آب میوه‌ها از مواد افزودنی که خود مضراتی را به همراه دارد استفاده می‌شود انبارداری محصول و استفاده از پوشش ژل آلوئه‌ورا می‌تواند مورد توجه ویژه قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- افشاری جویباری ح. و فرحناکی ع. ۱۳۸۸. امکان استفاده از نرم افزار فتوشاپ برای اندازه‌گیری رنگ مواد غذایی: بررسی تغییرات رنگ خرماي مضافتی بم در طی رساندن مصنوعی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی ایران. جلد ۵. شماره ۱. صفحه ۴۶-۳۷.
- رنجبر ح. حسن پور م. عسگری سرچشمه م. ع. سمیع زاده لاهیجانی ح.ا. بنی اسدی ع. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر تیمارهای کلرید کلسیم، آب گرم و پوشش پلی‌اتیلن بر روی عمر انبارماني و کیفیت میوه انار (رقم ملس ساوه). فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران. دوره ۴. شماره ۲. صفحه ۹-۱.
- رشیدیان م. بصیری ع. ر. میزانی م. و ابراهیمی ابیانه م. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر روش‌های خشک کردن انگور بی دانه عسگری بر روی تغییرات رنگ کشمش حاصل از آن. فصلنامه علوم صنایع غذایی. دوره ۸. شماره ۲۸. صفحه ۶۶-۵۷.
- منتظر ز. نیاکوثری م. ۱۳۹۱. ارزیابی تغییرات رنگ آب نارنج حاصل از مراحل مختلف تولید در طی نگهداری. فصلنامه علوم صنایع غذایی. دوره ۹. شماره ۳۷. صفحه ۱۲۱-۱۰۹.
- سلاح‌ورزی ی. تهرانی فر ع. ۱۳۹۲. تأثیر اسانس برخی گیاهان دارویی و پوشش پلی‌اتیلنی بر عمر انبارماني و کیفیت میوه انار (رقم شیشه کپ). نشریه علوم باغبانی. جلد ۲۷. شماره ۳. صفحه ۳۲۵-۳۱۸.
- طلایی ع. عسگری سرچشمه م. ع. بهادران ف. و شرافتیان د. ۱۳۸۳. مطالعه آثار تیمارهای آب گرم و پوشش پلی‌اتیلنی بر روی عمر انبارماني و کیفیت میوه انار (رقم ملس ساوه). مجله علوم کشاورزی ایران. ۲: ۳۶۹-۳۷۷.
- علیمحمدی ف. یقبانی م. غیبی ف. ۱۳۹۰. بررسی فعالیت ضد میکروبی پوست انار بر علیه عوامل بیماریزای غذایی. همایش ملی انار. دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه ۱۲۳-۱۱۷.
- صبحی س. عزیزی م. ح. برزگر م. تسلیمی ا. ۱۳۸۹. مقایسه اثر اسید فرولیک و اسید تانیک بر پایداری رنگ ویژگی‌های ارگانولپتیکی آب انار در زمان‌های مختلف نگهداری در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد. فصلنامه علوم صنایع غذایی. دوره ۷. شماره ۴. صفحه ۸۳-۷۳.

Briones V, and Aguilera JM, 2005. Image analysis of changes in surface color of chocolate. Food Research International 38:87-94.

Elyatem SM and Kader AA, 1984. Postharvest physiology and storage behavior of pomegranate fruits. Scientia Horticulturae 24: 287-298.

FAO, 2009.

Kulkarni AP, Aradhya SM and Divakar S, 2004. Isolation and identification of a radical scavenging antioxidant punicalagin from pith and capillary membrane of pomegranate fruit. *Food Chemistry* 87: 551-557.

Leo'n K, Mery D, Pedreschi F and Leo'n J, 2006. Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Journal of Food Research International* 39:1084-1091.

Marti N, Perez-Vicente A, Garcia-Viguera C, 2002. Influence of storage temperature and ascorbic acid addition on pomegranate juice. *JSci Food Agric* 82: 217-221.

Pedreschi F, Leo'n J, Mery D and Moyano P, 2006. Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. *Food Research International* 39:1092-1098.

Saari NB, Fujita S, Miyazoe Rand Okugawa M, 1995. Distribution of ascorbate oxidase activities in the fruits of family cucurbitaceae and some of their properties. *Journal of Food Bio-chemistry* 19:321-327.

Application of image processing for investigation of the effect of four type of cover on the color changes of pomegranate juice during storage

M Khanian Najaf Abadi^{*1}, D Ghanbarian² and M Ghasemi Varnamkhasti³

Received: October 12, 2014

Accepted: November 10, 2015

¹Graduated MSc, Department of Mechanical Engineering of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, shahrekord University, shahrekord, Iran

²Associate Professor and Assistant Professor, respectively, Department of Mechanical Engineering of Biosystem, Faculty of Agriculture, shahrekord University, Iran

^{*}Corresponding author: Email: m.khanian66@gmail.com

Abstract

Color is one of the most important factors considered as an in quality evaluation of food products. The aim of this study was to compare the effect of four coating layers of pomegranate fruit on the color changes of juice fruit and choosing the best type of coating layer to save this quality factor. The samples were coated by four types of coating layers including of Aloe vera gel, chitosan solvent 1%, pomegranate peel extract, and liquid paraffin. Then the samples were storage for 105 days at 4 °C. Four samples of each treatment were taken every 35 days and their color parameters including lightness, hue angle, redness, yellowness, blueness, saturation, and browning indices were determined. The results showed that the coating layers and storage time had a significant effect at level of 5% on all studied color parameters except browning index. The results also showed that, after 105 days of storage, samples coated with Aloe vera gel showing a decrease to 40.78 in lightness, 150.26 in yellowness and 42.52 in hue angle had better performance. So, Aloe vera gel is preferred for saving color parameters of pomegranate juice.

Key words: Pomegranate juice, storage, image processing, color changes, Lab