



بررسی مولفه های رنگی دانه های انار بسته بندی شده طی مدت زمان نگه داری

مریم قربانی^{1*}، ناصر صداقت²، الناز میلانی³، آرش کوچکی⁴

1- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی. دانشگاه فردوسی مشهد. ghorbanimaryam44@yahoo.com

2- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی. دانشگاه فردوسی مشهد. sedaghat@ferdowsi.um.ac.ir

3- استادیار پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی. جهاد دانشگاهی مشهد. e_milani81@yahoo.com

4- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی. دانشگاه فردوسی مشهد. koochechi@um.ac.ir

چکیده:

دوره ی رسیدن و مصرف میوه های تازه مانند انار نسبتاً کوتاه است، بعلاوه مصرف انار عمدتاً به دلیل خارج کردن سخت دانه ها چندان متداول نمی باشد. از این رو دانه های انار آماده مصرف بعلت سهولت مصرف، ارزش تغذیه ای بالا و خصوصیات حسی منحصر به فرد عامه پسند شدند. فن آوری بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده امکان به تاخیر انداختن میزان تنفس و افزایش مدت ماندگاری محصولات تازه را فراهم می کند. از آنجا که رنگ پارامتر کیفی مهمی می باشد، هدف از این پژوهش بررسی تاثیر شرایط نگهداری بر خصوصیات رنگی دانه های انار بسته بندی شده می باشد. برای این منظور نمونه ها در بسته بندی های وکیوم، اتمسفر اصلاح شده ($90\%N_2, 10\%O_2$) و اتمسفر معمولی در دماهای $4, 12, 20^{\circ}C$ قرار گرفتند و به مدت 16 روز تغییرات مولفه های رنگی و محتوی آنتوسیانین کل مورد بررسی قرار گرفت. طراحی آزمایش با رویه سطح پاسخ و طرح مرکب مرکزی انجام شد. نتایج نشان داد که طی مدت زمان نگه داری فاکتور روشنایی و قرمزی دانه ها کاهش و شاخص زردی افزایش یافت. هم چنین نتایج نشان داد که شاخص قرمزی ارتباط مستقیمی با تغییرات آنتوسیانین دانه های انار داشته است.

کلمات کلیدی: آنتوسیانین، بسته بندی، سطح پاسخ، دانه انار، رنگ

1-مقدمه:

ای شدن آنزیمی در اثر اکسیداسیون ترکیبات فنلی و کاهش ارزش تغذیه ای آن است. این تغییرات داخلی موجب تغییر رنگ، بافت و ارزش تغذیه ای این محصولات می شود(1). بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده(MAP) به طور موفقیت آمیزی جهت گسترش مدت ماندگاری دانه های انار تازه با حداقل فرآیند مورد استفاده قرار گرفته است(6). با توجه به تغییر نگرش مصرف کنندگان، بازار میوه آماده مصرف به سرعت در سال های اخیر رشد یافته است. از آنجا که ایران یکی از مناطق اصلی تولید انار می باشد، توجه به صنایع تبدیلی این میوه به شکل دانه انار تازه و بسته بندی شده اهمیت ویژه ای پیدا کرده است. رنگ مواد غذایی ویژگی کیفی مهمی می باشد. رنگ قرمز جذاب آب انار یکی از پارامترهایی است که برای طبقه بندی تجاری انار را در رابطه با کیفیت آن مورد بررسی قرار می گیرد که رفتار مصرف کننده را تحت تاثیر قرار می

انار (*Punica granatum*, Punicaceae) میوه شاخص بسیاری از کشورهای نیمه گرمسیری و گرمسیری از جمله اکثر کشورهای مدیترانه ای است و میوه محبوب بومی ایران و مناطق اطراف می باشد(3و6). بخش خوراکی میوه، دانه ها در داخل پوست بیرونی با نسبت در حدود 50 تا 70٪ میوه است. دانه ها آبدار و غنی از آنتوسیانین و دیگر ترکیبات فنلی می باشند(3). با این حال، مصرف انار عمدتاً به دلیل خارج کردن سخت دانه ها گسترده و شایع نیست. به همین دلیل، انارهای تازه با حداقل فرآیند جهت به دست آوردن دانه های آماده مصرف با خواص حسی و تغذیه ای سالم، امکان واقعی برای افزایش تولید و مصرف انار را فراهم می کند(6). مهمترین مشکلی که کیفیت انار آماده مصرف را همانند سایر محصولات آماده مصرف تحت تاثیر قرار می دهد رشد میکروبی، قهوه



4-2- تجزیه و تحلیل آماری:

در این تحقیق از طرح مرکب مرکزی متمرکز شده (FCCD) با سه متغیر مستقل و شش تکرار در نقطه مرکزی طرح جهت یافتن اثرهای مستقل (غلظت گاز، زمان و دمای نگه داری) بر مولفه های رنگی دانه های انار مورد استفاده قرار گرفت. سطوح متغیرهای مستقل به صورت حقیقی و کد شده در جدول یک ارایه شده است. از نرم افزار Design Expert 6.0.2 جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات و رسم نمودارهای مربوط به روش سطح پاسخ استفاده شد (7).

جدول 1- نمایش متغیرهای مستقل فرآیند و مقادیر آنها

علامت	متغیر مستقل	+1	0	-1
A	زمان (روز)	16	10	4
B	دما (°C)	20	12	4
C	غلظت گاز (%)	21	10.5	0

3- نتایج و بحث:

جهت تعیین و بررسی روند تغییرات متغیرهای پاسخ با متغیرهای مستقل مدل های مختلفی بر داده های حاصل از آزمون های طراحی شده برازش داده شد و مورد آنالیز آماری قرار گرفتند. برای اینکه مدل توانایی خوبی برای برازش داده ها داشته باشد باید دارای بالاترین مقادیر R adjusted و R-Square باشد. بنابراین هرچه مقدار R² به یک نزدیک تر شود، قدرت مدل برازش یافته در توصیف تغییرات پاسخ به عنوان تابعی از متغیرهای مستقل بیشتر می باشد، همچنین عدم معنی داری آزمون ضعف برازش موید قدرت بالای مدل در برازش داده های آزمون می باشد.

بررسی اثر متغیرهای مستقل بر محتوی آنتوسیانین کل

مقادیر R² و R² اصلاح شده در مدل کاسته برای مقدار آنتوسیانین به ترتیب برابر 0/87 و 0/82 بودند و آزمون ضعف برازش آن معنی دار نبود که قدرت بالای مدل را تایید می کند. همان طور که در شکل 1 مشاهده می شود زمان نگهداری تاثیر عمده ای بر مقدار آنتوسیانین نمونه ها داشته است (p<0/001). نتایج آنالیز واریانس و شکل های رویه پاسخ نشان داد که با افزایش زمان انبارداری از 4 تا 16 روز در غلظت ثابتی از گاز اکسیژن، مقدار آنتوسیانین نمونه ها از 243 به 75/8 میلی گرم در لیتر کاهش نشان داد. همچنین به دلیل معنی دار بودن اثر دما در دوم زمان در رویه پاسخ آن انحنا وجود دارد. دمای نگهداری اثر معنی داری بر تغییرات مقدار آنتوسیانین محصول بسته بندی شده نداشت (p>0/05). همانطور که مشاهده می شود بیشترین مقدار حفظ آنتوسیانین نمونه ها مربوط به بسته بندی MAP بود و تحت بسته بندی خلا و اتمسفر مقدار این ترکیب بدلیل

دهد (10). در این پژوهش به بررسی تاثیر شرایط نگه داری بر ویژگی های رنگی دانه های انار بسته بندی شده به روش سطح پاسخ می پردازیم.

2- مواد و روش ها:

1-2- آماده سازی نمونه ها

میوه های انار رقم بجستانی در طول دوره برداشت از باغی واقع در شهرستان بجستان جمع آوری شد، سپس به آزمایشگاه بسته بندی منتقل و تا روز بعد در دمای 5 درجه سانتی گراد نگه داری شدند. میوه ها شسته و خشک شدند، سپس دانه های انار به صورت دستی تحت شرایط بهداشتی از پوسته جدا نموده و برای اطمینان از یکنواختی نمونه ها دانه ها با یکدیگر مخلوط گردیدند. جهت بسته بندی از پوششهای پلاستیکی به ضخامت 80 میکرون از نوع چند لایه پلی اتیلن و پلی آمید استفاده نمودیم. سپس تحت درصد مشخص گاز شامل هوای معمولی (شاهد)، و کیوم، MAP (90N₂، 10O₂)، بسته بندی و در دماهای 4، 12، 20، 4 درجه سانتی گراد نگه داری شدند، آنگاه در بازه های زمانی 4، 10، 16 روز مولفه های رنگی دانه های انار با روش زیر مورد بررسی قرار گرفت.

2-2- محتوی آنتوسیانین کل:

آنتوسیانین کل به روش اختلاف pH با استفاده از 2 سیستم بافر، پتاسیم کلرید (pH 1, 0.025 M) و سدیم اسنات (pH 4.5, 0.4 M) تعیین گردید (4).

$$\text{Total anthocyanins (mg L}^{-1}\text{)} = [(A \times MW \times DF \times 1000) / \epsilon \times 1]$$

$$A = (A_{520} - A_{700})_{\text{pH}1.0} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH}4.5}$$

که در آن، MW وزن مولکولی آنتوسیانین غالب (سیانیدین-3-گلوکوزید) g mol⁻¹، 449.2 (df ، ضریب جذب مولی سیانیدین 3- گلوکوزاید (26900) می باشد .

3-2- آزمون رنگ

در این پژوهش از روش پردازش تصویر کامپیوتری و به کمک نرم افزار Photoshop CS6 برای بررسی رنگ استفاده شد. اندازه گیری رنگ نمونه با استفاده از مدل CIE L*a*b* (CIE LAB) صورت گرفت. L* لومینانس (شفافیت یا روشنایی) یک رنگ را بیان می کند، L* صفر رنگ سیاه و 100 رنگ سفید را نشان می دهد. a* مقادیر و رنگ های بین قرمز و سبز هستند. مقادیر منفی توصیف کننده رنگ سبز و مقادیر مثبت توصیف کننده رنگ قرمز هستند و در نهایت b* مقادیر بین زرد و آبی است. مقادیر منفی نشان دهنده رنگ آبی و مقادیر مثبت نشان دهنده رنگ زرد هستند (2 و 9).



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

بیست و دومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران

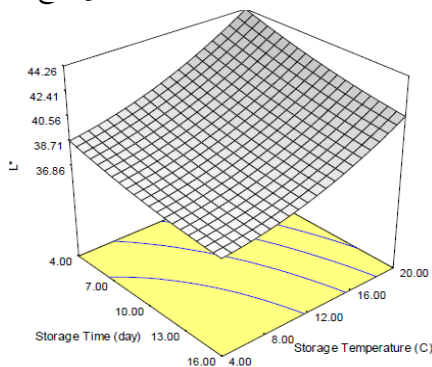
۸ لغایت ۹ شهریور ۱۳۹۳، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان



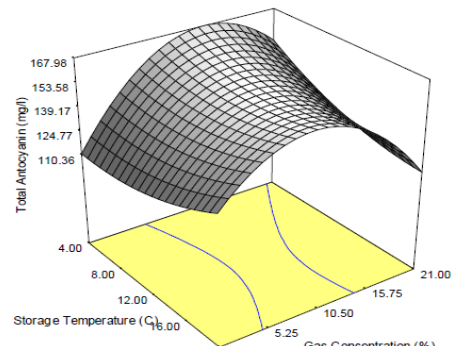
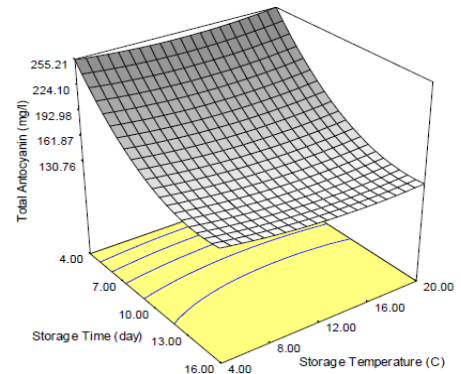
اکسیژن، بصورت خطی بود به طوری که با افزایش زمان نگهداری میزان مولفه L^* دانه های انار کاهش یافت ولی افزایش دما تاثیر مثبتی بر رنگ ظاهری نمونه ها داشت (شکل ۲-الف).

نتایج آنالیز آماری مدل کاسته برای مولفه a^* نشان داد که مقادیر R^2 و R^2 اصلاح شده به ترتیب برابر 0.94 و 0.917 بودند و آزمون ضعف برازش آن معنی دار نبود که قدرت بالای مدل کاسته را تایید می کند. نتایج نشان داد اگرچه اثرات خطی متغیرهای مستقل در مدل درجه دوم برازش شده بر داده های مولفه a^* معنی دار نبود ($p > 0/05$) ولی با توجه به معنی دار شدن اثرات متقابل زمان و دمای نگهداری این نتیجه حاصل شد که در غلظت ثابت گاز اکسیژن (بسته بندی MAP) گذشت زمان تاثیر منفی بر مولفه قرمزی دانه های انار دارد ولی دمای نگهداری برخلاف زمان تاثیر منفی نشان نداد بلکه روند افزایشی بود (شکل ۲-ب). بدین ترتیب بالاترین میزان مولفه قرمزی در روزهای اول نگهداری و دماهای بالا بدست آمد. با توجه به معنی دار بودن اثر کوادراتیک دما و اثر متقابل آن با زمان نگهداری در تغییر مولفه a^* دما انحنای مشاهده می شود. در اینجا غلظت گاز تاثیر معنی داری بر مولفه قرمزی نداشته است اما در مطالعه Hess-Pierce and Kader (2003) شدت رنگ قرمز انارهای نگه داری شده در هوای معمولی به دلیل سنتز بیشتر آنتوسیانین در هوا نسبت به اتمسفر کنترل شده بالاتر بود (5). همچنین در مطالعه Perez-Vicente (2004) به همبستگی بالای تغییرات محتوی آنتوسیانین با شدت رنگ قرمز طی دوره نگه داری اشاره شده است (8).

نتایج آنالیز آماری مدل کاسته برای مولفه b^* در محصول نهایی نشان داد که مقادیر R^2 و R^2 اصلاح شده به ترتیب برابر 0/92 و 0/87 بودند و آزمون ضعف برازش آن معنی دار نبود که قدرت بالای مدل کاسته را تایید می کند. طبق نتایج اثر خطی زمان نگهداری بر مولفه b^* در مدل درجه دوم معنی دار نبود ولی اثر توان دوم و برهمکنش آن با غلظت گاز اکسیژن معنی دار بود. دما بیشترین تاثیر را بر این مولفه رنگی داشت به طوری که با افزایش دما از 4 درجه تا 12 درجه سانتیگراد میزان مولفه b^* افزایش معنی دار نشان داد و سپس با افزایش دما تا 20 درجه سانتیگراد مقدار این پارامتر با شیب کمی کاهش یافت. با توجه به معنی دار بودن اثر کوادراتیک و برهمکنش دما با غلظت گاز اکسیژن، مولفه b^* بصورت سهمی با افزایش دما تغییر پیدا کرده است. افزایش گاز اکسیژن نیز در بسته بندی منجر به افزایش مولفه b^* شد (شکل ۲-ج).



معنی دار بودن اثر کوادراتیک آن بصورت سهمی کاهش نشان داد.



شکل ۱- نمودار رویه پاسخ (الف) تاثیر زمان و دمای نگهداری و (ب) تاثیر دمای نگهداری و نوع بسته بندی بر محتوی آنتوسیانین کل

بررسی اثر متغیرهای مستقل بر خواص رنگی

طبق نتایج، در مدل کاسته برای مولفه L^* فقط عبارت های زمان نگهداری و دمای نگهداری معنی داری شده است. در حالیکه عبارت های معنی دار در مدل کاسته مولفه a^* شامل اثر توان دوم دمای نگهداری ($P < 0/001, B^2$) و همچنین عبارت های مربوط به برهمکنش دما و زمان ($P < 0/01, AB$) و زمان و غلظت گاز ($P < 0/01, AC$) بودند. در مدل ارائه شده برای مولفه b^* عبارت های خطی بجز زمان نگهداری و همه عبارات درجه دوم و همچنین عبارت های مربوط به برهمکنش دما و زمان ($P < 0/01, AB$) و دما و غلظت گاز (BC), ($P < 0/01$) معنی دار بودند.

مولفه L^* شاخص خوبی برای تغییرات در روشنایی آب دانه انار می باشد (4). نتایج آنالیز آماری مدل کاسته برای مولفه L^* نشان داد که مقادیر R^2 و R^2 اصلاح شده به ترتیب برابر 0/82 و 0/79 بودند و آزمون ضعف برازش آن معنی دار نبود که قدرت بالای مدل کاسته را تایید می کند. نتایج آنالیز واریانس مولفه L^* نشان داد که در بین متغیرهای مستقل اثر غلظت گاز اکسیژن معنی دار نبود و مدل درجه دوم کاسته فقط شامل اثرات خطی زمان و دمای نگهداری می باشد که در سطح بالایی از نظر آماری معنی دار بودند. بنابراین رابطه بین دما و زمان نگهداری با روشنی ظاهری محصول نهایی در شرایط ثابتی از غلظت گاز



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

بیست و دومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران

۸ لغایت ۹ شهریور ۱۳۹۳، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان



مراجع:

1- مقومی، م.، "کمک بسته بندی به تغییر نوع مصرف انار"، هنر بسته بندی، شماره 8، صفحه 35.

2-Afshari-Jouybari, H. and Farahnaky, A. 2011. Evaluation of Photoshop software potential for food colorimetry. *Journal of Food Engineering*, 106: 170–175.

3-Ghasemnezhad, M., Zareh, S., Rassa, M., Sajedi, R.H., (2012), Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Tarom) at cold storage temperature, *J Sci Food Agric*; 93(2):368-74.

4-Gil, M. I., Artés, F. and Martines, J. A. 1996. Minimally processed pomegranate seeds. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, 29: 708-713.

5-Hess-Pierce, B. and Kader, A. A. 2003. Responses of 'Wonderful' Pomegranates to Controlled Atmospheres. Proc. 8th Int. Controlled Atmospheres Conference.

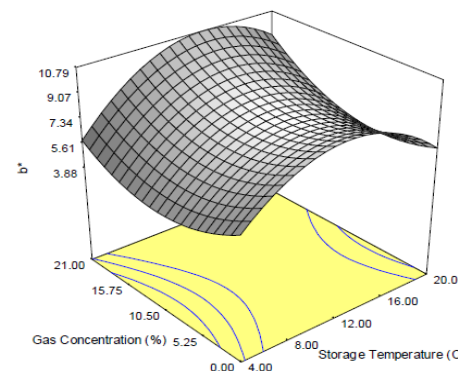
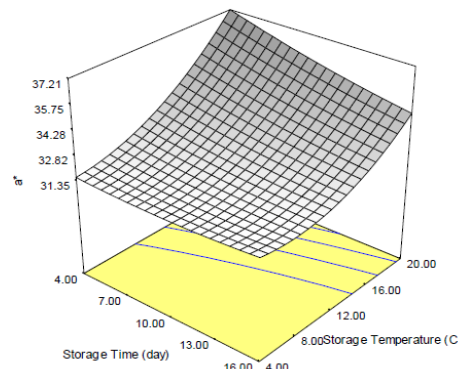
6-L'opez-Rubira, V., Conesa, A., Allende, A., Artés, A., (2005), Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C, *Postharvest Biology and Technology* ; 37 (2005) 174–185.

7- Myers, R.H. Montgomery, D.C., 2002 . "Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments". 2nd Edition. Wiley, New York.

8-Pérez-Vicente, A., Serrano, P., Abella'n, P. and García-Viguera, C. 2004, Influence of packaging material on pomegranate juice colour and bioactive compounds during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 639-644.

9-Yam, K. L. and Papadakis, S. E. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of Food Engineering*, 61: 137-142.

10-Zaouay, F., Mena, P., Garcia-Viguera, Cristina. And Mars, M. 2012. Antioxidant activity and physico-chemical properties of Tunisian grown pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Industrial Crops and Products*, 40: 81-89



شکل 2- نمودار رویه پاسخ تاثیر متغیرهای مستقل بر خواص رنگی شامل (الف) مولفه L* (ب) مولفه a* (ج) مولفه b* طی مدت زمان نگهداری

4- نتیجه گیری:

رنگ از فاکتورهای کیفی مهم در محصولات تجاری و پذیرش مصرف کننده می باشد و در میوه های غنی از آنتوسیانین مانند انار به طور عمده تحت تاثیر غلظت آنتوسیانین (رنگدانه اصلی) قرار می گیرد. با توجه به مقایسه فاکتور قرمزی و محتوای آنتوسیانین کل دانه های انار این نتیجه حاصل می گردد که کاهش شدت رنگ قرمز (a*) دانه های انار ارتباط مستقیمی با کاهش محتوی آنتوسیانین کل طی دوره نگهداری دارد. از طرفی با افزایش زمان نگهداری شاخص زردی نیز افزایش یافت که به کاهش مولفه قرمزی دانه های انار طی دوره نگهداری مربوط می شود. هم چنین بسته بندی اتمسفر اصلاح شده باعث حفظ رنگدانه آنتوسیانین طی 16 روز نگهداری گردید.