

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پودر گوجه فرنگی تحت تأثیر نوع بسته‌بندی در طی انبارمانی

محسن مختاریان^{۱*}، فاطمه کوشکی^۲، حمید بخش آبادی^۳ و شیلا رشیدزاده^۴

تاریخ دریافت مقاله: دی ماه ۱۳۹۰

تاریخ پذیرش مقاله: بهمن ماه ۱۳۹۰

چکیده

در این پژوهش ویژگی‌های انبارمانی پودر گوجه فرنگی تحت تأثیر دمای هوای خشک کردن مورد مطالعه قرار گرفت. از نظر ارزیابی کیفی نیز مشاهده گردید که پذیرش رنگ، عطر، طعم و ظاهر در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد بهتر می‌باشد. بنابراین بهترین دما جهت تولید پودر گوجه فرنگی دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. پودر گوجه فرنگی بعد از خشک کردن در سه نوع بسته‌بندی سلوفان نازک، سلوفان ضخیم و شیشه برای مدت سه ماه انبارمانی گردید. نتایج نشان داد که بسته‌بندی شیشه به عنوان بهترین بسته‌بندی جهت نگهداری پودر گوجه فرنگی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی

بسته‌بندی، خشک کردن، ارزیابی حسی و زمان ماندگاری.

۱- مقدمه

گوجه فرنگی^۵ یکی از سبزیجات تجاری می‌باشد که به مقدار زیادی در جهان تولید می‌شود. تولید جهانی گوجه فرنگی در تقویم سال ۲۰۰۸ به ۱۳۶۲۲۹۷۱۱ میلیون تن

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار و عضو باشگاه پژوهشگران جوان (* نویسنده مسئول: mokhtarian.mo@gmail.com)

۲- دانش آموخته کارشناسی رشته صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه گرگان

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات آیت الله آملی و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، آمل، ایران

رسیده است (۴). خشک کردن سبزیجات به عنوان روشی است جهت بهبود قدرت ماندگاری و یکی از روش‌هایی است که از قرن‌ها پیش متداول بوده است. برخلاف سبزیجات خشک که فقط برای مدت کوتاهی و در شرایط خاصی نگهداری شوند، فرآورده‌های خشک شده را می‌توان در مدت‌های طولانی، بدون کاهش ارزش غذایی نگهداری نمود. همچنین سبزیجات خشک شده به دلیل وزن توده کم به آسانی و راحتی حمل و نقل می‌شوند. در برخی مواد خشک کردن سبب کاهش قابل توجهی در حجم شده و این سبب کاهش فضای مورد نیاز جهت نگهداری می‌گردد (۱۰). پودر گوجه فرنگی دارای مزایای زیادی از جمله سهولت بسته‌بندی، حمل و نقل و اختلاط و دارای عدم قابلیت چسبیدن به غلطک در حین خشک کردن می‌باشد (۷). همچنین پودر گوجه فرنگی بسیار زیاد توسط سازندگان سوپ خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد (۹). پژوهش‌های متعددی در رابطه با خشک کردن محصولات پودری انجام گرفته است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌گردد.

مهدی قیافه داودی و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر پیش تیمارهای مختلف، روش‌های خشک کردن و نوع بسته‌بندی را روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پودر گوجه فرنگی بررسی نمودند. آزمایشات خشک کردن برای دو رقم از برش‌های گوجه فرنگی، در چهار پیش تیمار پتاسیم متا بی سولفیت^۶، کلرید کلسیم، کلرید سدیم و ترکیب کلرید کلسیم با پتاسیم متا بی سولفیت و نمونه شاهد (کنترل) شده قرار گرفته در آب) در دو روش خشک کردن آفتابی و

5- Lycopersicon esculentum Mill

6- Potassium metabisulphite (CaCl₂+KMS)



تونلی انجام گرفت. بعد از خشک شدن گوجه فرنگی آن‌ها را به صورت پودر تبدیل کرده بعد از آن انبارمانی پودر گوجه فرنگی در دو نوع بسته‌بندی به مدت ۶ ماه در شرایط محیطی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آزمایشات نشان داد که تأثیر چهار تیمار مختلف روی خصوصیات کیفی گوجه فرنگی خشک مشابه نمونه شاهد می‌باشد. پتاسیم متا بی‌سولفیت به صورت ترکیب با کلرید کلسیم بیشترین تأثیر حفاظت‌کننده را بر روی خصوصیات کیفی محصول خشک شده در طی فرایند خشک کردن داشت. در میان دو روش خشک کردن، روش خشک کردن تونلی از لحاظ مقدار باقی مانده لیکوپین^۱، نسبت بازآبوشی^۲، سرعت خشک کردن^۳ و اندیس قهوه‌ای شدن بهترین کیفیت را داشت (۵). گولا^۴ و همکاران (۲۰۰۵) از طریق خشک‌کن افشانه‌ای آزمایشگاهی، پودر گوجه فرنگی تولید نمودند. در این تحقیق تأثیر شرایط خشک کردن افشانه‌ای نظیر دمای هوا، سرعت جریان هوای خشک کردن و سرعت جریان هوای فشرده روی مقدار رطوبت پودرها، دانسیته توده و حلالیت مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقدار رطوبت پودرها با افزایش دمای هوای ورودی و سرعت هوای فشرده افزایش می‌یابد و با سرعت جریان هوای خشک‌کن کاهش می‌یابد همچنین دانسیته توده با کاهش سرعت جریان هوای خشک‌کن و دمای هوای ورودی و افزایش سرعت جریان هوای فشرده افزایش می‌یابد و نهایتاً حلالیت با کاهش سرعت جریان هوای فشرده و با افزایش دمای هوای ورودی، افزایش می‌یابد. دانسیته توده و حلالیت از مهم‌ترین ویژگی‌های معمول در تولید فرآورده‌های پودری می‌باشند. کاهش مقدار رطوبت و افزایش دانسیته توده و حلالیت، بهترین شرایط برای این نوع فرآورده می‌باشد (۲).

هدف از این تحقیق فرآوری گوجه فرنگی به محصولی با قابلیت ماندگاری بالا و قابلیت حمل و نقل راحت و تعیین بهترین نوع بسته‌بندی برای انبارمانی پودر گوجه فرنگی

می‌باشد. همچنین این محصول می‌تواند به عنوان جایگزینی جهت رب مصرفی در تهیه سوپ‌ها و غیره مورد استفاده قرار گیرد.

۲- مواد و روش‌ها

میوه گیاه گوجه فرنگی از دسته گیاهان عالی و گلدار و از راسته دو لپه‌ای‌ها بوده و از تیره سیب زمینی^۵ از جنس^۶ از گونه^۷ می‌باشد. خاستگاه اصلی آن آمریکای جنوبی بوده و از آنجا به سایر نواحی گسترش یافته است. برای انجام این طرح، گوجه فرنگی‌های تازه از مزارع اطراف سبزوار تهیه گردید. سپس گوجه فرنگی‌ها از لحاظ رنگ، قطر و وزن درجه‌بندی شدند (وزن ۱۳۵ گرم، قطر ۵ سانتی‌متر).

تمامی نمونه‌ها جهت کاهش میزان شدت تنفس و تغییرات فیزیولوژیکی و شیمیایی در یخچال با دمای ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی گوجه فرنگی تازه (قطر میانگین، رطوبت، اسیدیته، pH) در (جدول ۱) نشان داده شده است. میزان رطوبت اولیه نمونه‌های گوجه فرنگی با روش آون‌گذاری در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت تعیین گردید (۱). بسته‌بندی مورد نیاز جهت آزمایش از کارخانه‌جات محلی خریداری گردید و در ابتدا ویژگی‌های کیفی مورد نظر و عدم آسیب‌دیدگی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت و پس از اطمینان از سالم بودن آن‌ها، محصول بسته‌بندی گردید و بسته‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت سه ماه نگهداری شد و پس از پایان مدت انبارمانی صفات فیزیکوشیمیایی محصول مورد ارزیابی قرار گرفت. مواد مورد استفاده در این تحقیق شامل بافر^۸ ۴، بافر^۷، هیدروکسید سدیم ۰/۰۱ نرمال، فنل فتالین^۹ ۱٪، آب مقطر دیونیزه^{۱۰} می‌باشد. کلیه مواد

- 5- Solanacea
- 6- Lycopersicum
- 7- Esculentum
- 8- Buffer
- 9- Phenolphthalein
- 10- Distilled water



- 1- Lycopene
- 2- Rehydration ratio (RR)
- 3- Dehydration ratio (DR)
- 4- Gola

شیمیایی مورد استفاده، ساخت شرکت مرک^۱ آلمان می‌باشد.

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی گوجه فرنگی تازه

مقدار	خواص شیمیایی
۵-۴	قطر میانگین (cm)
۰/۹۲۷۸	رطوبت (بر حسب وزن خشک)
۰/۴۸	اسیدیته (gr/100 ^{CC})
۳/۳۸	pH

۲-۱- فرایند خشک کردن

جهت خشک کردن از آون جابه‌جایی هوای داغ آزمایشگاهی جیوتچ^۲ استفاده شد. برای این منظور گوجه‌فرنگی‌ها، ابتدا شستشو داده شد، سپس توسط چاقو برش خرد و به صورت حلقه‌ای شکل در آمد. ضخامت کلیه برش‌ها ثابت و به طور تقریبی ۵ میلی‌متر در نظر گرفته شد. بعد از آن نمونه‌ها در دماهای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، ۷۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آفتاب خشک گردید. فرایند خشک کردن تا رطوبت حدود ۷ درصد بر مبنای خشک ادامه یافت. در انتها بعد از خشک شدن، برش‌ها توسط آسیاب آزمایشگاهی خرد گردید، در پایان نمونه‌های تهیه شده در سه نوع بسته‌بندی سلوفان نازک، سلوفان ضخیم و شیشه در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت سه ماه انبارمانی شد و سپس برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی فرآورده‌ی حاصله قبل و بعد از بسته‌بندی مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲-۲- آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی

رطوبت پودر گوجه فرنگی به وسیله آون‌گذاری در دمای ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد تعیین گردید (۱). جهت تعیین اسیدیته از روش ارائه شده توسط نیلسن^۳ (۱۹۹۸) استفاده گردید (۱۱). pH با استفاده از دستگاه pH متر مدل لیبوتکنیک^۴ استفاده گردید. تمامی آزمایش‌ها در سه تکرار انجام گردید.

- 1- Merck
- 2- Jeio tech-(of-026)
- 3- Nielsen
- 4- Labor technik

در این تحقیق از دستگاه اسپکتروفتومتر^۵ U.V- ویزبل^۶ مدل شیمازو^۷ ساخت ژاپن جهت تعیین رنگ نمونه استفاده گردید (۳). دانسیته‌ی نمونه‌ی پودر گوجه فرنگی از روش ارائه شده توسط محسنین اندازه‌گیری گردید (۸).

۲-۳- آزمون حسی

ارزیابی حسی طعم، عطر و رنگ پودرهای گوجه‌فرنگی به وسیله آزمون رتبه‌بندی با گروه ارزیاب آموزش دیده (۱۰ پانلیست^۸ در سه سطح ارزیابی) انجام گرفت.

۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های آزمون به روش طرح فاکتوریل^۹ در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار مورد آنالیز^{۱۰} قرار گرفت. تیمارهای مورد آزمایش خشک کردن و دمای خشک کردن ۶۰ درجه سانتی‌گراد و دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود. صفات مورد اندازه‌گیری رطوبت، اسیدیته^{۱۱}، دانسیته^{۱۲}، حلالیت^{۱۳} و pH محصول تولیدی بود. برای سنجش نمونه‌ها از روش آنالیز واریانس^{۱۴} و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن^{۱۵} (LSD) با استفاده از نرم افزار SAS^{۱۶} نسخه ۹/۱ و استا تیس تیکس^{۱۷} نسخه ۸ استفاده گردید. ضمناً نمودارها به وسیله نرم افزار آفیس^{۱۸} ۲۰۰۷ ترسیم گردید.

- 5- Spectrophotometr
- 6- Visible
- 7- Shimadzu
- 8- Panelist
- 9- Factorial design
- 10- Analysis
- 11- Acidity
- 12- Density
- 13- Solubility
- 14- Variance analysis
- 15- Dancan's multi range test
- 16- Software
- 17- Statistix
- 18- Office



۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پودر

گوجه فرنگی قبل از دوره‌ی انبارمانی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که میزان رطوبت تحت تأثیر روش خشک کردن قرار می‌گیرد ($P > 0.05$). کم‌ترین میزان رطوبت باقی مانده در پودرها در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد که اختلاف آماری معناداری با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد نداشت؛ اما خشک کردن به روش آفتابی نتوانست میزان رطوبت را به طور کافی کاهش دهد. خشک کردن مواد غذایی ترکیبی از دو پدیده انتقال حرارت و جرم می‌باشد. انرژی حرارتی وقتی به سطح یا داخل ماده غذایی مرطوب برسد، آب موجود در ماده غذایی بخصوص در سطح آن تبخیر می‌شود و در نتیجه‌ی خروج مقداری بخار از سطح، غلظت آب در سطح کمتر از عمق خواهد بود که نهایتاً در اثر این تغییر غلظت، آب موجود در ماده غذایی به طور مرتب از داخل به خارج کشیده شده و به صورت بخار خارج می‌شود. به طور کلی هر چه اختلاف دمای محیط گرماده و ماده تحت فرایند بیشتر باشد، سرعت انتقال حرارت افزایش یافته که افزایش تبخیر را به دنبال خواهد داشت (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تغییرات رنگ نمونه، تحت تأثیر خشک کردن قرار داشت ($P < 0.05$). به طوری که کم‌ترین و بیشترین میزان رنگ به ترتیب در نمونه‌ی آفتابی و نمونه‌ی ۷۰ درجه سانتی‌گراد در طول موج ۴۲۰ نانومتر مشاهده گردید. همچنین نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین روش آفتابی و دماهای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۷۰ درجه سانتی‌گراد از لحاظ شدت رنگدانه‌ی قهوه‌ای وجود دارد، اگر چه شدت رنگ در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد دارای بالاترین امتیاز می‌باشد. در فرایند خشک کردن، ویژگی‌های سطحی خارجی غذا و در نتیجه قابلیت بازتاب نور و رنگ آن تغییر می‌کند. به طور کلی هر چه مدت خشک کردن طولانی‌تر و دما بالاتر باشد، تغییر رنگدانه‌ها بیشتر است. واکنش‌های

قهوه‌ای شدن بخصوص نوع غیر آنزیمی آن بیشتر در طی خشک کردن سبب تغییر رنگ ماده غذایی می‌شود. در فرایند خشک کردن ماده غذایی، قهوه‌ای شدن از مرکز ماده غذایی آغاز می‌شود که این امر ممکن است به دلیل مهاجرت مواد جامد محلول (قندها) به سمت مرکز ماده غذایی باشد. در پایان فرایند که مقدار رطوبت کاهش می‌یابد، قهوه‌ای شدن شدیدتر می‌شود و سرمایش تبخیری کمتری رخ می‌دهد که این امر خود به افزایش دمای فرآورده می‌انجامد (جدول ۲). گزارشات حاکی از آن است که تغییرات رنگ معناداری در طی خشک کردن با هوا رخ می‌دهد (۶). نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد که میزان اسیدیته تحت تأثیر روش خشک کردن قرار گرفت ($P < 0.05$). به طوری که کم‌ترین و بیشترین میزان اسیدیته به ترتیب در خشک کردن به روش آفتابی و دمای ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد مشاهده شد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معناداری بین روش آفتابی و دماهای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۷۰ درجه سانتی‌گراد وجود دارد. به نظر می‌رسد دلیل این امر کم بودن رطوبت محصول در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و خشک کردن آفتابی و بالا بودن غلظت یون هیدروژن می‌باشد (جدول ۲).

نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد که میزان دانسیته تحت تأثیر روش خشک کردن قرار داشت ($P < 0.05$). کم‌ترین میزان دانسیته توده فشرده در روش آفتابی و بیشترین میزان دانسیته توده فشرده در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. به نظر می‌رسد که هر چه دما بالاتر رود میزان رطوبت محصول کاهش می‌یابد. دانسیته در حد زیادی به میزان رطوبت وابسته می‌باشد و هر چه دما بالاتر رود خروج رطوبت از ماده بیشتر می‌شود در نتیجه میزان دانسیته افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش دما میزان چروکیدگی زیاد شده و هر چه محصول چروکیده‌تر شود حجم کاهش یافته و در نتیجه دانسیته زیاد می‌شود (جدول ۲).

جدول ۲ - مقایسه میانگین صفات مورد بررسی

دمای خشک کردن	رطوبت	اسیدیته	تغییرات رنگ	دانسیته توده آزاد	دانسیته توده فشرده	pH
۶۰°C	b _{۶/۶۳}	b _{۰/۷۶}	b _{۰/۳۸۱}	b _{۵۲۶/۱۷}	b _{۷۰۷/۸۴}	b _{۴/۲۰}
۷۰°C	b _{۶/۷۹}	a _{۰/۷۹}	a _{۰/۵۴۵}	a _{۵۶۹/۴۰}	a _{۷۳۳/۱۵}	c _{۴/۱۸}
سنتی	a _{۸/۰۶}	c _{۰/۶۱}	c _{۰/۱۹۹}	c _{۴۸۸/۲۰}	c _{۶۹۰/۹۲}	a _{۴/۲۳}

* میانگین‌های دارای حروف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معناداری ندارند (P<0.05).

۲-۳- بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پودر گوجه فرنگی بعد از دوره‌ی انبارمانی

۳-۲-۱- تأثیر دمای خشک کردن روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پودر گوجه فرنگی در مدت انبارمانی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که دمای خشک کردن بر شدت رنگ و اسیدیته تأثیر معناداری دارد (P<0.05). بیشترین شدت رنگ در دمای خشک کردن ۷۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید. روند تغییرات میزان اسیدیته در اثر دمای خشک کردن همانند شدت رنگ بود به نحوی که بیشترین و کم‌ترین میزان اسیدیته به ترتیب به دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و خشک کردن سنتی مربوط می‌گردد. اگر چه میزان اسیدیته در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به روش سنتی بالاتر می‌باشد؛ اما نسبت به دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد از امتیاز کمتری برخوردار می‌باشد. تغییرات رطوبت بر عکس تغییرات اسیدیته و رنگ تحت تأثیر دماهای مختلف قرار نگرفت، به نحوی که کم‌ترین رطوبت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و بیشترین میزان رطوبت در خشک کردن به روش سنتی مشاهده گردید. اگرچه اختلاف آماری معناداری بین تیمارها از نظر میزان رطوبت وجود نداشت (جدول ۳).

نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد که میزان دانسیته تحت تأثیر روش خشک کردن قرار می‌گیرد (P<0.05). کم‌ترین میزان دانسیته توده آزاد در روش خشک کردن آفتابی و بیشترین میزان دانسیته توده آزاد در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. به نظر می‌رسد که هر چه دما بالا رود میزان رطوبت محصول کاهش می‌یابد. دانسیته شدیداً به میزان رطوبت وابسته می‌باشد و هر چه دما بالاتر می‌رود خروج رطوبت از ماده بیشتر می‌شود و در نتیجه میزان دانسیته افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش دما میزان چروکیدگی زیاد شده و هر چه محصول چروکیده‌تر شود حجم کاهش یافته و در نتیجه دانسیته زیاد می‌شود (جدول ۲). نتایج آنالیز واریانس نشان داد که pH نمونه‌ها تحت تأثیر خشک کردن قرار می‌گیرد (P<0.05). کم‌ترین pH در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و بیش‌ترین pH در روش آفتابی مشاهده شد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معناداری بین روش آفتابی و دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۷۰ درجه سانتی‌گراد وجود دارد (جدول ۲).

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پودر گوجه فرنگی تحت تأثیر نوع بسته‌بندی در طی انبارمانی



جدول ۳ - تأثیر دمای خشک کردن روی خصوصیات پودر گوجه فرنگی

تغییرات رنگ	اسیدیته	رطوبت	دمای خشک کردن
b ₀ /۳۲۰	b ₀ /۶۴	a _{۱۳} /۶۱	۶۰C
a _۰ /۴۸۹	a _۰ /۷۰	a _{۱۲} /۵۹	۷۰C
c _۰ /۱۷۷	c _۰ /۵۲	a _{۱۳} /۵۷	سستی

* میانگین‌های دارای حروف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معناداری ندارند (P<0.05).

۲-۲-۳- تأثیر نوع بسته‌بندی روی خصوصیات

فیزیکوشیمیایی پودر گوجه فرنگی در مدت انبارمانی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که نوع بسته‌بندی روی شدت رنگ، اسیدیته و رطوبت تأثیر معنی‌داری دارد. بیشترین میزان رنگ در بسته‌بندی از جنس شیشه مشاهده شد که اختلاف معناداری با سایر بسته‌بندی‌ها داشت و بسته‌بندی سلوفان نازک دارای کم‌ترین میزان شدت رنگ بود. بسته‌بندی با سلوفان ضخیم و نازک نسبت به بسته‌بندی با شیشه میزان اسیدیته را به ترتیب به میزان ۰/۱۱ و ۰/۱۶ کاهش داد. اختلاف معناداری بین کلیه تیمارها از نظر اسیدیته وجود داشت. بسته‌بندی با شیشه توانست میزان رطوبت را تا حد بسیار زیادی کاهش دهد. به نحوی که در بین کلیه تیمارها میزان رطوبت در بسته‌بندی از جنس شیشه دارای کم‌ترین امتیاز بود. اگرچه اختلاف آماری معناداری بین بسته‌بندی با سلوفان نازک و ضخیم وجود نداشت؛ اما میزان رطوبت در بسته‌بندی از نوع سلوفان نازک نسبت به ضخیم بیشتر بود (جدول ۴).

۳-۲-۳- اثر متقابل دمای خشک کردن و نوع

بسته‌بندی روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پودر

گوجه فرنگی در مدت انبارمانی

بر هم کنش دما و نوع بسته‌بندی بر روی شدت رنگ نشان داد که در کلیه تیمارهای دمایی بسته‌بندی با شیشه از شدت رنگ بالاتری برخوردار بوده است. در کلیه روش‌های بسته‌بندی، در روش سستی کم‌ترین رنگ و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین رنگ مشاهده شد. روند تغییرات شدت رنگ در دماهای مختلف در کلیه روش‌های بسته‌بندی خطی بود. اثر متقابل روش بسته‌بندی و دمای خشک کردن بر روی رطوبت معنی‌دار بود (P>0.05). در بسته‌بندی با شیشه تغییرات رطوبت از یک روند تقریباً ثابتی برخوردار بود اگرچه کاهش اندکی از روش سستی به دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد ولی میزان رطوبت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۷۰ درجه سانتی‌گراد تقریباً یکسان بود. در بسته‌بندی با

جدول ۴ - تأثیر نوع بسته‌بندی روی خصوصیات پودر گوجه فرنگی

تغییرات رنگ	اسیدیته	رطوبت	دمای خشک کردن
a _۰ /۳۷۵	a _۰ /۷۱۸	b _۷ /۱۶۵	شیشه
c _۰ /۲۹۴	c _۰ /۵۵۱	a _{۱۷} /۰۵	سلوفان نازک
b _۰ /۳۱۸	b _۰ /۶۰۷	a _{۱۵} /۵۷	سلوفان ضخیم

* میانگین‌های دارای حروف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معناداری ندارند (P<0.05).

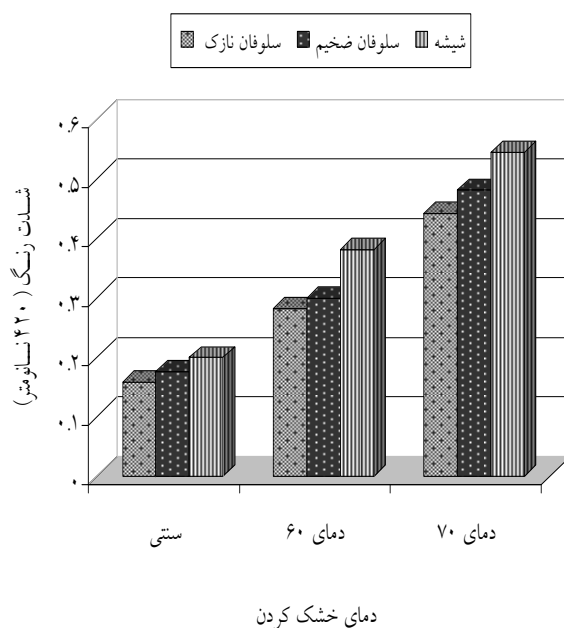
سلوفان نازک، میزان رطوبت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود و با افزایش دما میزان رطوبت کاهش یافت (شکل ۱، ۲ و ۳). لازم به یادآوری است که تغلیظ محصول در طی خشک کردن، تراکم یون‌های هیدروژن را در واحد حجم یا وزن محصول زیاد می‌کند. لذا ضریب یونیزاسیون^۱ کاهش می‌یابد و در نهایت، میزان یون‌های هیدروژن در واحد حجم پودر گوجه فرنگی بیش از گوجه فرنگی تازه است. ولی با نفوذ رطوبت به داخل بسته بندی، محصول جذب رطوبت کرده و تراکم یون‌های هیدروژن در واحد حجم یا وزن، کاهش یافته و کاهش تراکم یون هیدروژن سبب افزایش pH و در نهایت سبب کاهش اسیدیته می‌گردد.

در طی دوره انبارمانی در مدت سه ماه، سلوفان نازک به دلیل نفوذ پذیری بیشتر نسبت به بخار آب توانسته است بیشترین رطوبت را جذب نماید و شیشه کم‌ترین میزان نفوذ پذیری را داشته است. همچنین لازم به ذکر است که هر

چقدر دما کمتر باشد، میزان جذب رطوبت بیشتر می‌شود که علت این پدیده به خاطر کمتر بودن میزان دناتوراسیون^۲ پروتئین‌ها می‌باشد. روند تغییرات شدت رنگ نیز مشابه میزان رطوبت می‌باشد. علت این امر نیز به دلیل نفوذ پذیری بیشتر سلوفان نازک نسبت به اکسیژن می‌باشد، اکسیژن پس از ورود به داخل بسته‌بندی با رنگدانه‌های موجود در پودر گوجه فرنگی واکنش داده و سبب تجزیه آن‌ها می‌شود که این امر با کاهش شدت رنگ محصول همراه است.

۳-۲-۳- نتایج ارزیابی حسی

با بررسی داده‌ها و آنالیز واریانس مشخص شد که رنگ نهایی محصول فرآوری شده تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت ($P > 0.05$). اختلاف معناداری بین روش آفتابی و دماهای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۷۰ درجه سانتی‌گراد وجود نداشت. اگر چه در روش آفتابی رنگ نهایی مورد

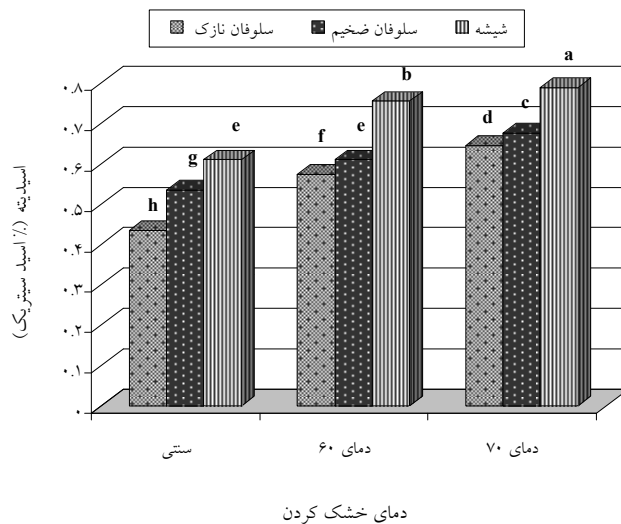


شکل ۱- میانگین تغییرات شدت رنگ بر حسب دمای خشک کردن

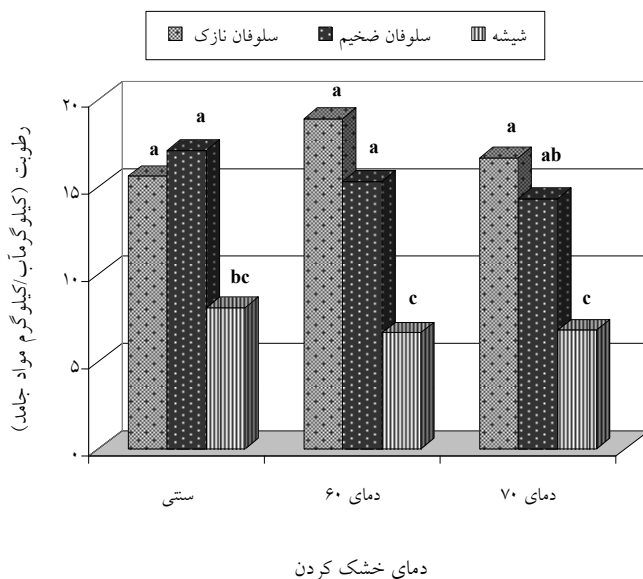
2- Denaturation value



1- Ionization coefficient



شکل ۲- میانگین تغییرات اسیدیته بر حسب دمای خشک کردن



شکل ۳- میانگین تغییرات رطوبت بر حسب دمای خشک کردن

اگرچه دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد از نظر پذیرش عطر دارای بیشترین امتیاز بود. به نظر می‌رسد که هنگامی که رطوبت از محصول خارج می‌شود همراه با بخار آب خارج شده، برخی از ترکیبات فرار که نقطه تبخیر پایین دارند نیز خارج می‌شوند که این پدیده باعث اتلاف غیر قابل برگشت در عطر و آرومای محصول می‌گردد.

پذیرش بیشتری توسط ارزیاب‌ها قرار گرفت (جدول ۳). با توجه به نتایج آنالیز واریانس مشاهده می‌شود که عطر نهایی محصول فرآوری شده تحت تأثیر تیمارها قرار گرفته است ($P > 0.05$). اختلاف معناداری بین دماهای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۷۰ درجه سانتی‌گراد از نظر عطر مشاهده نشده ولی بین دماهای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، ۷۰ درجه سانتی‌گراد و روش آفتابی تفاوت معناداری وجود دارد.

1- Aroma



ترکیباتی که دارای فراریت نسبی و قابلیت انتشار بالایی هستند در مراحل ابتدایی از دست می‌روند، مواد با فراریت کمتر، در مراحل انتهایی از ماده خارج می‌گردند. به همین دلیل محصولاتی که ارزش اقتصادی آن‌ها به این ترکیبات باز می‌گردد مانند گیاهان معطر و چاشنی‌ها، در درجه‌های نسبتاً پایین خشک می‌شوند. دومین عامل مهم در از بین رفتن مواد معطر، اکسیداسیون رنگدانه‌ها، ویتامین‌ها و چربی‌ها در طی انبارمانی و خشک کردن می‌باشد. بافت متخلخل و باز مواد خشک شده، ورود اکسیژن را سهولت می‌بخشد و ویتامین‌ها نیز در حین خشک شدن اکسایش می‌یابد که این مسئله در عطر و آرومای محصول تولیدی نقش بسزایی دارد. در گوجه فرنگی ویتامین (ث) به مقدار زیادی وجود دارد تا زمانی که رطوبت غذا به حد بسیار پایینی نرسیده است، محلول باقی می‌ماند و با پیشرفت عمل خشک کردن این ویتامین در ترکیبات دیگر حل شده و مقدار آن کاهش می‌یابد. به طور کلی برای جلوگیری از افت عطر و آروما در طی خشک کردن، اگر در طول مرحله اول خشک کردن، لایه خشک نازکی روی محصول تشکیل گردد، این ترکیبات حذف نمی‌شوند و دلیل این امر آن است که لایه نازک ماده غذایی خشک شده به طور انتخابی فقط آب را از محصول عبور می‌دهد (جدول ۳).

نتایج آنالیز واریانس ($P > 0.05$) بیانگر این بود که طعم نهایی محصول فرآوری شده تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفته است. اختلاف معناداری بین روش آفتابی و دماهای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۷۰ درجه سانتی‌گراد وجود نداشت.

اگر چه طعم مورد پذیرش در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد توسط ارزیاب‌ها دارای بیشترین امتیاز بود. به نظر می‌رسد که هنگامی که رطوبت از محصول خارج می‌شود همراه با بخار آب خارج شده، برخی از ترکیبات فرار که نقطه تبخیر پایین دارند نیز خارج می‌شوند که این پدیده باعث اتلاف غیر قابل برگشت در طعم می‌گردد (جدول ۵).

۴- نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بهترین دمای بهینه‌سازی تولید پودر گوجه فرنگی از نظر اغلب خصوصیات بررسی شده، دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در پایان مدت انبارمانی، میزان رطوبت پودرها مورد ارزیابی قرار گرفت، نتایج نشان داد که بسته‌بندی با شیشه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد سبب هیچ گونه تغییری در میزان رطوبت اولیه در طی انبارمانی نشد در حالی که در بسته‌بندی با سلوفان ضخیم و نازک به ترتیب رطوبت به میزان ۱۶/۵۲٪ و ۲۰/۴۱٪ نسبت به رطوبت اولیه تغییر نموده است. در کلیه بسته‌بندی‌های مورد مقایسه در صورتی که مدت نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد کوتاه باشد، حداقل تغییرات کیفی در تمام پودرها مشاهده می‌شود ولی برای مدت زمان‌های نگهداری بیشتر از سه ماه، بسته‌بندی‌های سلوفان نازک و سلوفان ضخیم توصیه نمی‌شود چون در این پوشش‌ها، در صفات شدت رنگ و درصد اسیدیته کاهش

جدول ۵- مقایسه میانگین ارزیابی کیفی مورد بررسی

پذیرش طعم	پذیرش عطر	پذیرش رنگ	دمای خشک کردن
^a ۴/۴	^a ۴/۳	^a ۳/۵	۶۰ °C
^a ۴	^a ۴/۲	^a ۳/۹	۷۰ °C
^a ۳/۶	^b ۳/۴	^a ۴/۲	سنتی

* میانگین‌های دارای حروف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معناداری ندارند ($P < 0.05$).



8. Mohsenin, N.N., "Physical properties of plant and animal materials". Gordon and breach science publishers, New York. 1970.
9. Movagharnejad, K., and Nikzad, M., "Modeling of tomato drying using artificial neural network". Journal of computers and electronics in agriculture, 59, 78-85. 2007.
10. Mwithiga, G., Ochieng Olwal, J., "The drying kinetics of kale (Brassica oleracea) in a convective hot air dryer". Journal of food engineering, 71, 373-378. 2005.
11. Nielsen, S.S., "Food analysis laboratory manual". Second edition.

آدرس نویسنده

خراسان رضوی- سبزوار- میدان کارگر- خیابان
فیاض مجتمع همت ۶- طبقه سوم- واحد سوم.

قابل توجهی مشاهده شد، در حالی که در بسته‌بندی با شیشه کیفیت پودرها در مدت سه ماه نگهداری، حفظ گردید. به طور کلی بسته به نوع فرآوری، نوع ماده تولیدی و نوع مصرف، می‌توان با توجه به افت صفات کیفی پودر گوجه فرنگی در طی مدت زمان نگهداری و در درجات مختلف دمایی، نوع پوشش مناسب را انتخاب و پیشنهاد نمود.

۵- منابع

1. AOAC, "Official method of analysis. 15th ed". vol.2. Association of official analytical chemists, inc., Arlington. 1990.
2. Athanasia, M.G., and Konstantinos, G.A. "Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. The effect on powder properties". Journal of food engineering, 66, 35-42. 2005.
3. Cernîev, S., "Effects of conventional and multistage drying processing on non-enzymatic browning in tomato". Journal of food engineering. 96, 114-118. 2010.
4. FAS, "Processed tomato products outlook and situation in selected countries". FAS /USDA Horticultural and tropical product division, september. Online service. available from:
http://www.fas.usda.gov/htp/Hort_Circular/2004/03-25-04%20tomato%20article.pdf. 2003.
5. Ghiafeh, D.M., Vijayanand, P., Kulkarni, S.G., and Ramana, K.V.R., "Effect of different pre-treatments and dehydration methods on quality characteristics and storage stability of tomato powder". Journal of LWT 40, 1832-1840. 2007.
6. Krokida, M.K., Karathanos, V.T., Maroulis, Z.B., and Marinos-Kouris, D., "Drying kinetics of some vegetables". Journal of food engineering, 59, 391-403. 2003.
7. Masters, K., "Spray drying handbook". 4th edition (John Wiley and Sons, New York), p 5 and 618. 1985.

