

مقایسه سبب مشبک و غیر مشبک در حفظ کیفیت و کاهش فساد پسته تازه طی حمل و نقل

از باغ تا ترمینال فرآوری

احمد شاکر اردکانی^{۱*}، هانیه شیربیگی^۲

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۰۲/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۱

چکیده

پسته تازه به دلایل طبیعی مانند تنفس و شرایط محیطی مانند وجود رطوبت، به سرعت آسیب پذیر است. این مطالعه با هدف بررسی نقش تهویه در کاهش فساد پسته تازه طی حمل و نقل از باغ تا ترمینال انجام شده است. پسته‌های تهیه شده از رقم احمد آقایی در دو شرایط متفاوت با سبب پلاستیکی مشبک (دارای تهویه) و سبب پلاستیکی غیر مشبک (بدون تهویه) با وزن ۱۰ کیلوگرم نگهداری شد و تغییرات دما، رطوبت و کاهش وزن، میزان کپک‌زدگی و قارچ تولید شده طی ۴ روز نگهداری نمونه های پسته بررسی شد. همچنین ارزیابی حسی نمونه ها (از نظر رنگ، ظاهر، مزه و طعم) توسط ارزیاب ها با روش آنالیز کیفی توصیفی (QDA) انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که تمام پارامترهای انتخاب شده دو تیمار طی ۴ روز (شامل دما، رطوبت و کاهش وزن، میزان کپک‌زدگی و قارچ)، اختلاف معنی‌داری با هم دارند ($p \leq 0.05$). بالاترین دما طی ۴ روز، مربوط به سبب غیر مشبک در روز چهارم (۲۱ درجه سانتی گراد) و پایین ترین دما نیز در سبب مشبک در روز دوم، ۱۶/۹ درجه سانتی‌گراد بوده است. بیشترین افت وزن در سبب مشبک در روز چهارم نگهداری مشاهده گردید. همچنین در روز چهارم نگهداری تعداد قارچ و کپک زدگی به ترتیب در سبب مشبک ۳۲۶/۵ و ۳۲۰ و در سبب غیر مشبک ۶۵۰ و ۶۷۵/۵ کلونی بوده است. امتیاز ویژگی‌های حسی نیز؛ در مورد ظاهر (۸)، طعم و مزه (۱۰/۹)، رنگ (۱۱/۷)، بافت (۹/۹) و بو (۱۰/۶)، در سبب مشبک به نحو معنی‌داری بهتر از سبب غیر مشبک (به ترتیب ۶/۴، ۸/۷، ۸/۹، ۸/۳ و ۹/۱) بود ($p \leq 0.05$). بر اساس ویژگی‌های اندازه گیری شده در این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تهویه می‌تواند نقش بسیار مهمی در جلوگیری از فساد پسته تازه طی حمل و نقل از باغ تا ترمینال فرآوری، ایفا نماید.

واژه‌های کلیدی: پسته تازه، قارچ، کپک، تهویه، ارزیابی حسی

^۱ پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

* نویسنده مسئول: shaker@areeo.ac.ir

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و فناوری مواد غذایی دانشکده کشاورزی، موسسه آموزش عالی کار، رفسنجان، ایران

مقدمه

پسته (*Pistacia Vera L*)، یکی از مهم ترین فرآورده های آجیلی بوده و علاوه بر آن، خواص خوراکی و درمانی بالایی دارد. پسته یکی از مهم ترین محصولات باغی کشور بوده و کشور ایران قرن ها عمده ترین تولید کننده بی رقیب پسته جهان بود اما به تدریج کشورهای دیگر در زمینه تولید و تجارت پسته به رقابت با ایران پرداختند. این محصول امروزه یکی از با ارزش ترین و بزرگترین اقلام صادراتی غیر نفتی کشور را تشکیل می دهد (شاکر اردکانی و همکاران، ۱۴۰۱). ایران با حدود ۴۰۰ هزار هکتار سطح زیر کشت و تولید سالانه متوسط ۲۰۰ هزار تن، از بزرگترین تولیدکنندگان این محصول در دنیا به شمار می رود. در حال حاضر استان کرمان و به خصوص شهرستان رفسنجان مهم ترین منطقه پسته کاری ایران می باشند (پور محمدعلی و همکاران، ۱۳۹۶).

تنفس پسته تازه بعد از برداشت ادامه دارد. گاز دی اکسید کربن در نتیجه تنفس محصول ایجاد می شود که در بعضی از موارد در صورت رطوبت بالا و گردش هوای پایین، در اطراف میوه مانده و تبدیل به اسید کربنیک می گردد که نتیجه آن ایجاد لکه های پوستی بر روی میوه می باشد. تهویه مناسب و رعایت سرعت جریان هوای انبار نیز یکی از راه های مبارزه با قارچ ها و کپک ها می باشد (Tilahun, 2010). آلودگی پسته به آفلاتوکسین به عنوان یک چالش مهم در طول مدت تشکیل میوه، مرحله برداشت، حمل و نقل و انبارداری تلقی می گردد. همچنین باید در نظر داشت

مسایل محیطی و جنس میوه در عمر و کیفیت نگهداری تأثیر بسزائی دارد. نوع اقلیم آب و هوای محل رویش، میزان رسیدن میوه، نحوه برداشت و حمل و نقل در باغ و تا رسیدن به مشتری و نوع بسته بندی، همگی عواملی هستند که در نوع و مدت زمان نگهداری محصول نقشی مهمی داشته و مهار و کنترل هر کدام از این عوامل، تأثیر بسزائی در کنترل رشد این قارچ ها و آلودگی محصول را ایفا می کند. از آنجایی که ایران جزء برترین صادر کنندگان پسته است و در بازار رقابتی می باشد، باید محصولات با کیفیت ارائه دهد.

زمان برداشت پسته و نحوه بارگیری آن از جمله فرآیندهای کاری است که باید با دقت و به درستی انجام شود. آلودگی پوست نرم پسته و آسیب به آن باعث رشد و نمو قارچ خواهد شد. همچنین مدت زمان قرار گرفتن پسته در مقابل نور خورشید اهمیت دارد زیرا باعث افزایش دمای پسته شده و همین امر می تواند در رشد باکتری ها کمک کند. به همین دلیل از زمان برداشت تا رسیدن به ترمینال، پسته ها باید در شرایط مناسبی قرار گیرند. در صورت عدم تهویه مناسب و وجود گرما و رطوبت موجود در محیط، قارچ های مولد آفلاتوکسین رشد کرده و باعث تولید سم آفلاتوکسین خواهد شد (عراقی و همکاران، ۱۳۸۷). از زمان برداشت پسته تا رسیدن آن به دست مشتری، مشکلاتی زیادی مانند حمل و نقل نامناسب و عدم تهویه مناسب وجود دارد که می تواند بر کیفیت محصول نهایی تأثیر منفی

تقسیم و سپس هر قسمت نیز جداگانه به دو قسمت ۱۰ کیلوگرمی تقسیم شد. نمونه اول پسته در دو سبد مشبک (هر سبد ۱۰ کیلوگرم) و نمونه دوم نیز به همین ترتیب ولی در دو سبد غیر مشبک ریخته شد. هدف از تقسیم نمونه‌ها به دو سبد، فراهم کردن امکان آزمایش مجدد بود. پس از عملیات آماده‌سازی نمونه‌ها، آزمایش‌ها انجام شد. طی ۴ روز هر ۲۴ ساعت یکبار پارامترهای دما، افت وزن، رطوبت، کپک زدگی و ارزیابی حسی و ظاهری در دمای محیط (۲۰ درجه سانتی‌گراد) اندازه‌گیری گردید. دما توسط دماسنج دیجیتالی مدل Infrared Thermometer Germany (TFA) Dostmann, برای این کار دماسنج در مرکز توده پسته قرار داده شد.

برای اندازه‌گیری افت وزن نمونه‌ها، ابتدا با استفاده از ترازوی دیجیتالی، ۱۰۰ گرم از نمونه پسته تازه بدون خوشه و برگ وزن گردید و در ادامه پس از گذشت ۲۴ ساعت دوباره همان نمونه تحت شرایط یکسانی وزن شد و این کار تا روز چهارم انجام گرفت (اخوان طباخ و برزگر، ۱۳۹۸) با استفاده از رابطه زیر نیز افت وزن محاسبه گردید:

$$100 \times \left(\frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} \right) = \text{درصد کاهش وزن}$$

برای ارزیابی مقدار رطوبت ۵۰ گرم از نمونه پسته در یک پتری دیش که از قبل در آون مدل Memmert (UNB500, Germany) در دمای ۹۵-۱۰۰ درجه سانتی-گراد خشک شده بود، توزین گردید و نمونه مورد نظر در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت داخل آون قرار داده شده سپس نمونه‌ها توزین شدند. کاهش وزن نمونه قبل و بعد از خشک شدن به عنوان میزان رطوبت

داشته باشد. در فاصله زمانی بین برداشت تا زمان پوست گیری و آماده‌سازی پسته برای خشک کردن، تنفس دانه‌ها موجب گرم شدن توده محصول به خصوص در مرکز آن می‌شود. به علت بالا بودن رطوبت نسبی پسته تازه، مکانیسم دفاعی محصول غیر فعال شده و شرایط برای رشد و تکثیر قارچ‌ها فراهم می‌شود که باعث فساد پسته می‌شود. در زمان بارگیری و حمل، محصول چیده شده باید دور از نور تابش مستقیم آفتاب قرار گیرد. در واقع پسته تازه یک موجود زنده است که تنفس می‌کند. با توجه به اینکه عمل تنفس، یک عمل گرمازا می‌باشد، در صورتی که این گرما نتواند خارج شود، درجه حرارت توده محصول بالا می‌رود (شاگر اردکانی و همکاران، ۱۴۰۱).

مواد و روش‌ها

این پژوهش به بررسی نقش تهویه در فاصله بین چیدن پسته تا فرآوری اولیه آن در ترمینال، می‌پردازد. به این منظور، دو گروه نمونه در نمونه اول در سبدهای مشبک معمولی (که دارای تهویه می‌باشند) و نمونه دوم در سبد بدون منفذ (بدون تهویه)، قرار گرفتند. نمونه‌ها همگی از پسته رقم احمد آقایی از یک باغ در منطقه جنگل رفسنجان انتخاب شده و شرایط اولیه آنها (زمان چیدن از درخت، ضربه نخوردن پوست تر و ...)، یکسان بود. وزن نمونه اولیه ۴۰ کیلوگرم بود که همگی با خوشه و بدون برگ بودند و پس از چیدن در سبدهای مربعی شکل مخصوص پسته چینی ریخته شده و مستقیماً به آزمایشگاه انتقال داده شد. در ادامه، این نمونه به دو قسمت مساوی ۲۰ کیلوگرمی

براساس درصد از رابطه زیر محاسبه گردید. (مقصودلو و همکاران ۱۳۹۱)

$$\text{درصد وزنی رطوبت} = [(M1 - M) \div (M1 - M2)] \times 100$$

M1: وزن نمونه با ظرف قبل از خشک کردن برحسب گرم

M2: وزن نمونه با ظرف بعد از خشک کردن برحسب گرم

M: وزن ظرف خالی برحسب گرم

در شمارش کلی برای تهیه رقت های مختلف، ابتدا ۱۰ گرم از نمونه به ارلن حاوی ۹۰ میلی لیتر محلول رقیق کننده مناسب افزوده شد و کاملاً مخلوط گردید تا رقت ۰/۱ به دست آید. برای تهیه سایر رقت ها، به تعداد لازم لوله های حاوی ۹ میلی لیتر محلول رقیق کننده تهیه شد و سپس به کمک سمپلر، ۱ میلی لیتر از رقت اولیه برداشته و به اولین لوله حاوی رقیق کننده افزوده شد و این عمل تا رسیدن به آخرین رقت مورد نیاز ادامه یافت. شمارش کلی پرگنه های میکروارگانسیم ها در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۹۸۹۹ سازمان ملی استاندارد ایران (۱۳۹۴) انجام شد. بدین منظور از محیط کشت نوترینت آگار استفاده شد. محیط کشت یادشده مطابق دستورالعمل شرکت سازنده آماده شد. پس از آن رقت های لازم برای آزمایش آماده شدند. سپس به هر پلیت ۱۰ میلی لیتر محیط کشت ذوب شده با دمای ۴۵ درجه سانتی گراد افزوده شد. پس از بستن محیط کشت، پلیت ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد به صورت واژگون گرمخانه گذاری شدند. پس از ۲۴ ساعت گرمخانه گذاری، برای شمارش پرگنه های هر پلیت از

دستگاه پرگنه شمار (Engineering ME، ساخت ایران) استفاده گردید.

برای بررسی میزان کپک زدگی، ابتدا ۵۰۰ میلی لیتر آب پپتون را داخل ارلن مایر یک لیتری ریخته و سپس ۲۵ دانه پسته با پوست بدون ضربه و پارگی به درون ارلن منتقل شدند، سری های رقت از سوسپانسیون حاصل از هر رقت چهار تکرار و هر تکرار حاوی ۱۰۰ میکرولیتر روی تشک های پتری حاوی محیط Yeast Malt Extract Agar، (YMA) پخش شد. پتری ها در دمای ۲۸ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از گذشت ۷۲ ساعت، تعداد کلونی های رشد یافته بررسی و شمارش شدند و بر اساس تعداد کلنی در واحد میوه پسته (cfu بر دانه) محاسبه و ارایه گردید (مرادی و همکاران، ۱۳۹۴).

برای ارزیابی حسی، از ۸ ارزیاب آموزش دیده طی ۴ روز متوالی استفاده شد. برای این منظور، روش Quantitative Descriptive Analysis (QDA) در مقیاس خطی ۱۵ سانتی متری که سمت چپ آن کمترین امتیاز (۰) و سمت راست آن بالاترین امتیاز (۱۵) درج شده بود استفاده گردید (شویکلو و همکاران، ۲۰۱۰). ارزیابی و انتخاب نمونه اولیه بر اساس بالاترین امتیازات حسی (بو، طعم، بافت و ظاهر) بود. این ارزیاب ها پیشتر سابقه استفاده از پسته تازه را داشتند و قبل از شروع ارزیابی، نسبت به چگونگی تکمیل برگه ارزیابی آگاه شدند. واژه نامه حسی در جدول (۱) نشان داده شده است. نمونه ها از درون سبدهای نگهداری پسته به صورت تصادفی درون بشقاب هایی از جنس ظروف یک بار مصرف بدون رنگ و بدون بو قرار داده

شدند و هر ظرف توسط عدد سه رقم تصادفی نام گذاری گردید و به هر نفر ۸ ظرف داده شد.

جدول ۱- واژه‌نامه به منظور انجام ارزیابی حسی

مشخصه حسی	امتیاز (۰-۱۵)	توضیحات
ظاهر	خوب- بد	از نظر ضربه نخوردن و سالم بودن
بو	طبیعی- غیر طبیعی	بوی پسته تازه
طعم	خوب- بد	خوشمزگی
بافت	نرم- سفت	تردی
رنگ پوست نرم رویی	طبیعی- غیرطبیعی	رنگ طبیعی

آزمایش‌ها در ۳ تکرار انجام شد. طرح آماری مورد استفاده، طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل بود. مقایسه میانگین‌ها با تست توکی و توسط نرم افزار MINITAB نسخه ۲۰ انجام شد.

نتایج و بحث

دما

نتایج حاصل از اندازه‌گیری دمای دو تیمار، در جدول ۲ نشان داده شده است. بالاترین دما طی ۴ روز مربوط به سبد غیر مشبک، روز چهارم با عدد ۲۱.۰ درجه سانتی‌گراد و پایین‌ترین دما نیز در سبد مشبک در روز دوم، با عدد ۱۶/۹ درجه سانتی‌گراد بوده است. نتیجه آنالیز واریانس نشان می‌دهد که در سطح $\alpha = 5\%$ ، اختلاف معنی‌داری بین دمای دو جامعه وجود دارد؛ یعنی، دما در سبد غیرمشبک به نحو معنی‌داری از دما در سبد مشبک بالاتر بوده است.

ارائه نمونه برای هر ارزیاب با ارزیاب دیگر متفاوت بود. نمونه‌ها با اعداد ۳ رقمی تصادفی کدگذاری شدند و سپس در ظروف پلاستیکی قرار داده شده و به ارزیاب‌ها ارائه شدند. قبل از شروع ارزیابی از ارزیاب‌ها خواسته شد که دهان خود را با آب معدنی که در اختیار آن‌ها قرار گرفته بود، شست و شو دهند و این کار را پس از هر بار چشیدن انجام دادند. برگه‌ی ارزیابی در اختیار هر ارزیاب قرار گرفت و مراحل ارزیابی بر روی کلیه تیمارها برای زمان‌های مختلف نگهداری اجرا گردید و روی محور ۱۵ سانتی‌متری علامت زده شد. نمونه‌ها از نظر ظاهر، بافت، رنگ، طعم و بو ارزیابی شد و امتیازاتی به ۴ نمونه توسط ارزیاب‌ها داده شد (شاکر اردکانی و همکاران، ۲۰۲۱).

طرح آماری

طی ۴ روز هر ۲۴ ساعت یکبار پارامترهای دما، افت وزن، رطوبت، کپک زدگی و ارزیابی حسی و ظاهری در دمای محیط (۲۰ درجه سانتی‌گراد) اندازه‌گیری گردید.

جدول ۲- مقایسه دمای تیمارهای پسته تازه نگهداری شده در سبب مشبک و غیر مشبک طی چهار روز نگهداری (برحسب درجه سانتی گراد)

روز	سبب مشبک	سبب غیر مشبک
اول	a	18/8 ± 0/2
دوم	a	18/8 ± 0/3
سوم	a	19/5 ± 0/3
چهارم	a	21/0 ± 0/5

میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر سطر و ستون با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($p \leq 0.05$)

بر اساس یافته‌ها، مشاهده می‌شود که پس از چهار روز نگهداری، کاهش وزن، برای سبب مشبک به طور معنی‌داری بیشتر از سبب مشک بوده است؛ یعنی بر اساس نتایج این پژوهش، تفاوت معنی‌داری از نظر کاهش وزنی تحت شرایط نگهداری مختلف (با هوادهی و بدون هوادهی)، وجود دارد. یعنی بر اساس نتایج این پژوهش، تفاوت معنی‌داری از نظر کاهش وزنی تحت شرایط نگهداری مختلف (با هوادهی و بدون هوادهی)، وجود دارد.

کاهش وزن محصولات کشاورزی خصوصاً پسته با افزایش نگهداری و افزایش دما در گزارش بسیاری از محققین ذکر شده است (هاشمی و همکاران، ۲۰۲۱، شاکر اردکانی و همکاران، ۲۰۲۱، تاج الدین و شاکر اردکانی، ۲۰۲۲، رضائیان عطار و همکاران، ۲۰۲۳). خطیب و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که نمونه‌های که با پوست تر انبار شده بودند آب بیشتری نسبت به نمونه‌های فاقد پوست از دست دادند. نظر به این که پسته‌هایی با پوست تر حاوی آب بیشتری نسبت به نمونه‌های فاقد پوست تر هستند، لذا ثبت چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نبود. نتایج بررسی روی نگهداری پسته تازه به صورت خوشه و حبه نشان از اتلاف بیشتر آب در نمونه‌های انبار شده یا خوشه در طی انبار مانی دارد.

دما، عامل اصلی در کنترل فساد یا به طور کلی، همه انواع تغییرات نامطلوب در انواع مواد غذایی است. به بیان دیگر، تمامی انواع فساد میکروبی، شیمیایی، بیوشیمیایی و در برخی موارد فیزیکی، ناشی از تغییرات نامناسب دما و بالا رفتن آن است (علی و همکاران، ۲۰۲۱، آندرو کل و همکاران، ۲۰۲۱). به دلیل تنفس پسته در صورت وجود گرما، این تنفس بیشتر شده و از کیفیت محصول می‌کاهد. مطالعات آزمایشگاهی نیز نشان می‌دهند که آلودگی دانه‌های پسته با افزایش درجه حرارت و افزایش عمر نگهداری در پوست افزایش می‌یابد (ناظوری و همکاران، ۱۳۹۳). وجود هرگونه شرایط محیطی نامناسب یا صدمات فیزیکی منجر به افزایش ترک روی پوست نرم و در نتیجه افزایش نفوذ عوامل بیماری‌زا می‌گردد.

کاهش وزن:

کاهش وزن نمونه به معنی کاهش میزان آب موجود در پوست نرم می‌باشد که این مسئله می‌تواند باعث چروکیدگی و کاهش کیفیت پسته شود. در طی ۴ روز متوالی میزان آب از دست رفته پوست نرم پسته بررسی شد (جدول ۳).

جدول ۳- درصد کاهش وزن تیمارهای پسته تازه نگهداری شده در سبد مشبک و غیر مشبک طی چهار روز نگهداری

روز	سبد مشبک	سبد غیر مشبک
اول	a 0 ± 0/1	a 0 ± 0/2
دوم	ab 7/12 ± 0/4	b 6/1 ± 0/5
سوم	cd 26/4 ± 0/4	bc 15/7 ± 0/4
چهارم	d 36/8 ± 0/5	c 22/6 ± 0/5

میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک در هر سطر و ستون با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($p \leq 0.05$)

رطوبت

جدا شدن پوسته نرم رویی آن باشد، شرایط محیطی برای رشد قارچ‌ها فراهم است. بنابراین لازم است پسته در برابر همه تغییرات شرایط محیطی محافظت شود در غیر این صورت خطر رشد قارچ‌ها که عامل فساد و تغییرات نامناسب در طعم محصول است وجود دارد (سودا و همکاران، ۲۰۱۱). پسته پس از قرار گرفتن در معرض هوا به سرعت در حال از دست دادن رطوبت است و در نتیجه باعث از دست دادن تردی و تغییر در طعم و مزه آن می‌شود (بلایتز و همکاران، ۲۰۰۸).

رطوبت موجود در پسته برای هر دو تیمار طی ۴ روز اندازه‌گیری شد (جدول ۴) میزان رطوبت دو تیمار (سبد مشبک و سبک غیر مشبک) اختلاف معنی‌داری با هم دارند ($p \leq 0.05$)؛ یعنی، بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شرایط نگهداری مختلف (با هوادهی و بدون هوادهی)، بر روی میزان رطوبت پسته تازه (طی دوره ۴ روز)، تأثیر معنی‌داری دارد. یکی از مهم‌ترین فاکتورها برای انبارمانی پسته میزان رطوبت آن است. از طرف دیگر اگر مقدار رطوبت پسته کمتر یا برابر با ۳۵ درصد پس از

جدول ۴- درصد رطوبت تیمارهای پسته تازه نگهداری شده در سبد مشبک و غیر مشبک طی چهار روز نگهداری

روز	سبد مشبک	سبد غیر مشبک
اول	a 55/2 ± 0/4	a 55/4 ± 0/4
دوم	b 52/5 ± 0/4	ab 54/7 ± 0/6
سوم	c 49/6 ± 0/5	ab 54/1 ± 0/7
چهارم	d 46/1 ± 0/7	b 53/3 ± 0/9

میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر سطر و ستون با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($p \leq 0.05$)

کند که شرایط نگهداری مختلف (با هوادهی و بدون هوادهی)، بر روی میزان قارچ تولید شده در پسته تأثیر معنی‌داری دارد. از آنجایی که پسته تازه در دوره پس از برداشت نیز به فعالیت‌های متابولیکی خود ادامه می‌دهد و در فرآیند تنفس، اکسیژن محیط را جذب نموده و دی‌اکسیدکربن تولید می‌کند، لذا هوادهی برای نگهداری

رشد قارچ:

برای بررسی قارچ، شمار باکتری‌ها به وسیله روش عدد کلنی بعد از دوره نهفتگی در 37°C به مدت ۲۴ ساعت محاسبه شد. با توجه به داده‌ها (جدول ۵) میزان قارچ دو تیمار (سبد مشبک و سبک غیر مشبک) اختلاف معنی‌داری با هم دارند ($p \leq 0.05$)؛ یعنی، نتایج این تحقیق اثبات می‌-

آن اهمیت دارد. به علت تنفس، پدیده خودگرمائی در پسته به وجود می آید و در صورت عدم خروج گرمای بوجود آمده، درجه حرارت بالا می رود و به دنبال آن آب موجود در پوسته نرم پسته تبخیر شده و در نتیجه رطوبت نسبی محیط اطراف پسته بالا رفته و شرایط برای رشد قارچ آسپرژیلوس و تولید سم آفلاتوکسین فراهم می شود (شاکر اردکانی و همکاران، ۱۴۰۱).

جدول ۵ - تعداد قارچ تیمارهای پسته تازه نگهداری شده در سبب مشبک و غیر مشبک طی چهار روز نگهداری (برحسب cfu بر دانه)

روز	سبب مشبک	سبب غیر مشبک
اول	d	۶۲/۵±۲/۰۳
دوم	cd	۱۳۱/۳±۲/۵
سوم	bcd	۲۱۳/۴±۲/۹
چهارم	b	۶۵۰/۰±۷/۲

میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر سطر و ستون با هم اختلاف معنی دار دارند ($p \leq 0.05$)

پوسته سبز در صورت سالم بودن به دلیل داشتن

ترکیبات فنلی فراوان سد محکمی در برابر نفوذ عوامل بیماری‌زا است (ناظوری و همکاران، ۱۳۹۳). به همین دلیل است که میزان قارچ و کپک با گذشت زمان در یک بازه زمانی رشد و بعد کاهش یافته است و نتایج بدست آمده با نتایج موجود در منابع همخوانی دارد.

کپک‌زدگی

با توجه به داده‌ها (جدول ۶) و میزان قارچ دو تیمار (سبب مشبک و سبک غیر مشبک) اختلاف معنی داری با هم دارند ($p \leq 0.05$)؛ یعنی، نتایج این تحقیق اثبات می‌کند که شرایط نگهداری مختلف (با هوادهی و بدون هوادهی)، بر روی میزان کپک‌زدگی در پسته تأثیر معنی داری دارد.

جدول ۶- میزان کپک تیمارهای پسته تازه نگهداری شده در سبب مشبک و غیر مشبک طی چهار روز نگهداری (برحسب cfu بر دانه)

روز	سبب مشبک	سبب غیر مشبک
اول	d	۹۲/۵±۵/۳
دوم	bcd	۱۷۴/۲±۲/۱
سوم	bc	۱۸۷/۵±۵/۱
چهارم	b	۶۷۵/۵±۱/۸

میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر سطر و ستون با هم اختلاف معنی دار دارند ($p \leq 0.05$)

ارزیابی حسی و ارزیابی مصرف کنندگان، نقش مهمی در توسعه علوم و صنایع غذایی ایفا می‌کند. به این منظور، نه تنها برای طراحی تیمارها باید از نرم‌افزارهای تخصصی استفاده کرد، بلکه باید از روش‌های معتبر ارزیابی حسی و آنالیزهای داده‌های حسی نیز استفاده کرد. در بین این

ارزیابی حسی

در طراحی و ساخت فراورده‌های خوراکی نوین و نیز باز طراحی فرمولاسیون فراورده‌های موجود در بازار، ویژگی‌های حسی مطلوب و مطابق با انتظارات مصرف‌کنندگان امری حیاتی است (شویک لو، ۲۰۱۰). از این رو

روش‌ها آنالیز تشریحی کمی (QDA) به‌عنوان ابزاری برای اندازه‌گیری و بهینه‌سازی ویژگی‌های حسی محصولات مختلف خوراکی و آشامیدنی شناخته شده است (میل‌گارد و همکاران، ۲۰۰۶). در این تحقیق به‌طور کلی، ۵ ویژگی حسی در نمونه‌های پسته شناسایی و ارزیابی شد که عبارت‌اند از ظاهر، رنگ، بو، مزه و بافت.

۱- ظاهر

برای ارزیابی ویژگی ظاهر پسته‌ها، ۸ ارزیاب آموزش‌دیده نمونه‌ها را بررسی کرده و طبق روش QDA و

در مقیاس خطی ۱۵ سانتی‌متری میانگین ظاهر پسته‌ها را مشخص نمودند. گروه‌بندی اطلاعات با استفاده از روش توکی و اطمینان ۹۵ درصد برای ویژگی ظاهر در جدول ۷ نشان داده شده است. با توجه به داده‌ها (جدول ۷) ویژگی ظاهری دو تیمار (سبد مشبک و سبک غیر مشبک) اختلاف معنی‌داری با هم دارند ($p \leq 0.05$)؛ یعنی، نتایج این تحقیق اثبات می‌کند که شرایط نگهداری مختلف (با هوادهی و بدون هوادهی)، بر روی مشخصه ظاهری در پسته تأثیر معنی‌داری دارند.

جدول ۷- مقایسه میانگین ارزیابی حسی تیمارها از نظر ظاهر طی چهار روز نگهداری

روز	ویژگی ظاهر در سبد مشبک	ویژگی ظاهر در سبک غیر مشبک
اول	a	b
دوم	bc	bcd
سوم	bcd	bcd
چهارم	cd	d

میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر سطر و ستون با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($p \leq 0.05$)

۲- طعم و مزه

با توجه به داده‌ها (جدول ۸) طعم و مزه دو تیمار (سبد مشبک و سبک غیر مشبک) اختلاف معنی‌داری با هم دارند ($p \leq 0.05$). به‌عبارت‌دیگر، نتایج این تحقیق اثبات می‌کند که شرایط نگهداری مختلف (با هوادهی و بدون هوادهی)، بر روی طعم و مزه در پسته تأثیر معنی‌داری داشته است.

طبق بررسی‌های ناظوری و همکاران (۱۳۹۳) نیز طولانی شدن دوره انبارمانی، افزایش وزن نمونه‌ها و گرم شدن انبار منجر به ایجاد ظاهری بسیار نامطلوب در پسته‌های نگهداری شده می‌گردد. این ظاهر نامطلوب شامل کپک زدگی، تجمع آب در ته ظرف و چروکیدگی پسته‌ها بود.

جدول ۸- مقایسه ارزیابی حسی تیمارهای پسته تازه از نظر طعم و مزه طی چهار روز نگهداری

روز	سبب مشبک	سبب غیر مشبک
اول	a	۱۲/۱±۲/۳۳
دوم	ab	۹/۴۳±۲/۴۸
سوم	abc	۹/۱۳±۳/۷
چهارم	bc	۸/۶۷±۰/۶۸۱

میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر سطر و ستون با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($p \leq 0.05$)

($p \leq 0.05$). به عبارت دیگر، نتایج این تحقیق اثبات می‌کند

۳- رنگ

که شرایط نگهداری مختلف (با هوادهی و بدون هوادهی)، بر روی رنگ در پسته تأثیر معنی‌داری دارد.

با توجه به داده‌ها (جدول ۹) رنگ دو تیمار (سبب مشبک و سبک غیر مشبک) اختلاف معنی‌داری با هم دارند

جدول ۹- مقایسه ارزیابی حسی رنگ پوست نرم روی تیمارهای پسته تازه طی چهار روز نگهداری

روز	سبب مشبک	سبب غیر مشبک
اول	a	۱۲/۹±۰/۸
دوم	ab	۹/۹±۱/۷
سوم	abc	۹/۰±۲/۱
چهارم	abcd	۸/۹±۳/۷

میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر سطر و ستون با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($p \leq 0.05$)

($p \leq 0.05$)؛ یعنی، نتایج این تحقیق اثبات می‌کند که

۴- بافت

شرایط نگهداری مختلف (با هوادهی و بدون هوادهی)، بر روی بافت (نرمی و سفتی) در پسته تأثیر معنی‌داری دارند.

با توجه به داده‌ها (جدول ۱۰) بافت دو تیمار (سبب مشبک و سبک غیر مشبک) اختلاف معنی‌داری با هم دارند

جدول ۱۰- مقایسه ارزیابی حسی تیمارهای پسته تازه از نظر بافت طی چهار روز نگهداری

روز	سبب مشبک	سبب غیر مشبک
اول	a	۱۲/۳±۰/۹
دوم	ab	۱۰/۴±۲/۳
سوم	ab	۹/۶±۰/۲
چهارم	bc	۸/۳±۱/۹

میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر سطر و ستون با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($p \leq 0.05$)

مهم‌ترین ناهنجاری که باعث کاهش کیفیت و در نهایت پزردگی فرآورده‌ها می‌گردد، کاهش وزن از طریق تبخیر از سطح فرآورده می‌باشد. علاوه بر از دست دادن آب، سفتی بافت میوه، در میوه‌ها و سبزی‌های مختلف در پس

از برداشت سبب کاهش کیفیت آن‌ها می‌گردد (ناندان، ۲۰۰۱).
همکاران، ۲۰۰۱).

یعنی، نتایج این تحقیق اثبات می‌کند که $(p \leq 0.05)$ ؛
شرایط نگهداری مختلف (با هوادهی و بدون هوادهی)، بر

روی بو در پسته تأثیر معنی‌داری داشته است.

۵- بو

با توجه به داده‌ها (جدول ۱۱) بوی دو تیمار (سبد

مشبک و سبک غیر مشبک) اختلاف معنی‌داری با هم دارند

جدول ۱۱- مقایسه ارزیابی حسی تیمارهای پسته تازه از نظر بو طی چهار روز نگهداری

روز	بو در سبد مشبک	بو در سبد غیر مشبک
اول	a	۱۲/۵±۰/۳۵۴
دوم	ab	۱۰/۹±۰/۹۴۵
سوم	abc	۱۰/۲±۰/۲۳۱
چهارم	cd	۹/۱±۰/۲۳۱

میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر سطر و ستون با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($p \leq 0.05$)

های حسی نیز وضعیت به همین منوال بود؛ نتایج

به‌دست‌آمده برای تیمار سبد مشبک بهتر بوده است.

نتیجه‌گیری کلی

پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش تهویه در

کاهش فساد پسته تازه طی حمل و نقل از باغ تا ترمینال

فرآوری انجام گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که

پارامترهای کمی شامل دمای توده پسته، افت وزنی،

رطوبت، رشد قارچ و کپک برای دو تیمار طی ۴ روز، از نظر

آماري اختلاف معنی‌داری با هم دارند؛ به‌نحوی که کیفیت

پسته نگهداری شده در سبد مشبک از پسته‌های نگهداری

شده در سبد غیر مشبک بهتر است. بر این اساس، می‌توان

چنین بیان کرد که تهویه نقش مؤثری در کاهش فساد

پسته (پارامترهای کمی) طی مراحل برداشت، حمل و نقل و

نگهداری تا خشک‌کردن، دارد. همچنین در مورد ویژگی-

منابع

۱. شاکر اردکانی، ا.، عبدالهی عزت آبادی، م.، جوانشاه، ا.، بصیرت، م.، تاج آبادی پور، ع.، حسینی فرد، س.، ج.، صداقتی، ن.، محمدی، ا.، پناهی، ب.، صداقت، ر.، اسماعیل پور، ع.، امامی، س.، حکم آبادی، ح.، مرادی، م.، شرافتی، ع.، کاظمی، ف.، مهرنژاد، م.، ر.، حقدل، م.، محمدی، ا.ح.، محمدی مقدم، م.، فربود، ف.، پاکدامن، ن.، عرب، ح.، علیپور، ح.، حاجیوند، ش.، کاشانی زاده، س.، هاشمی نسب، ح.، نادری، م. (۱۴۰۱). دستاوردهای بومی تحقیقات پسته کشور. انتشارات موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور.
۲. اخوان طبخ، ح.ر.، برزگر، م. (۱۳۹۸). تجزیه مواد غذایی، مبانی نظری و روش‌ها، شرکت همراه علم، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۳. پورمحمدعلی، ب.، صالحی، م.، حسینی فرد، س.ج.، شیرانی، ح. و اسفندیاری پور بروجنی، ع. (۱۳۹۶).

- Bioactive Compounds on Cactus Pear Fruit (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). *Agriculture*, 11(1), 62.
12. Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2008). *Food chemistry*. Springer Science & Business Media.
 13. Khatib, H. Mirdehghan, sh and Doraki, N. (2011). Effect of UV-C radiation on quality of life storage Akbari and Ohadi fresh pistachio varieties. *Journal of Horticultural Science (Agricultural Sciences and Technology)*, 25(4), 452-443.
 14. Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V. (2006). *Sensory evaluation techniques*: CRC press.
 15. Sena-Moreno, E., Pardo, J. E., Catalán, L., Gómez, R., Pardo-Giménez, A., & Alvarez-Ortí, M. (2015). Drying temperature and extraction method influence physicochemical and sensory characteristics of pistachio oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117(5), 684-691.
 16. Nanda, S., Rao, D.V.C. and Krishnamurthy, S. (2001). Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. *Postharvest Biology and Technology*. 22, 61-69.
 17. Rezaian Attar, F., Sedaghat, N., Pasban, A., Yeganehzad, S., & Hesarinejad, M. A. (2023). Modified atmosphere packaging with chitosan coating to prevent deterioration of fresh in-hull Badami's pistachio fruit. *chemical and biological technologies in agriculture*, 10(1), 1-18.
 18. Shakerardekani, A., Hashemi, M., Shahedi, M., & Mirzaalian Dastjerdi, A. (2021). Enhancing the Quality of Fresh Pistachio Fruit Using Sodium Alginate Enriched with Thyme Essential Oil. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(1), 65-82.
 19. Shaviklo, G. R., Arason, S., Thorkelsson, G., Sveinsdottir, K., & Martinsdottir, E. (2010). Sensory attributes of haddock balls affected by added fish protein isolate and frozen storage. *Journal of Sensory Studies*, 25(3), 316-331.
 20. Sudha, S., Naik, M.K., Ajithkumar, K. (2011). An integrated approach for the reduction of aflatoxin contamination in chilli (*Capsicum annum* L.). *Journal Food Science Technology*. 1-6.
 21. Tajeddin, B., & Shakerardekani, A. (2022). The effect of packaging and storage time on quality of clustered fresh pistachio. *Journal of Food Science*, 87(7), 2943-2952.
 22. Tilahun, S. (2010). Feasibility and economic evaluation of low-cost پیش بینی عملکرد پسته با استفاده از رگرسیون چندمتغیره‌ی خطی و شبکه عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: شهرستان‌های رفسنجان و انار استان کرمان). *مهندسی زراعی*، ۴۰۲: ۷-۸۷.
 ۴. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۹۴). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- الزامات کلی و راهنما برای آزمون‌های میکروبیولوژی (شماره ۹۸۹۹).
 ۵. مقصدلو، ع، مقصدلو، ی، خمیری، م، قربانی، م، (۱۳۹۱). بررسی فعالیت ضد قارچی پوشش خوراکی کیتوزان و تأثیر آن بر جذب رطوبت و ویژگی‌های ارگانولپتیکی مغز پسته. پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی. ۱(۲): ۸۷-۹۸.
 ۶. مرادی، محمد، حکم‌آبادی، حسین، فانی، سید رضا، (۱۳۹۴). بررسی عوامل مؤثر بر رشد قارچی و تولید آفلاتوکسین در انبارهای پسته استان کرمان. *علوم غذایی و تغذیه*. ۱۲(۲): ۸۳-۹۲.
 ۷. ناظوری، ف، کلانتری، س، درکی، ن، طلایی، ع، جوانشاه، ا. (۱۳۹۳). تأثیر زمان برداشت، نوع فرآوری و شرایط انبارمانی بر نگهداری پسته تازه و خشک. *به زراعی کشاورزی*. ۴(۴): ۱۶-۸۰۷-۷۹۵.
 ۸. عراقی، م، مصطفی، م، رهنما، ک، (۱۳۸۷). اهمیت آفلاتوکسین در پسته با تکیه بر ردیابی ژنهای درگیر در تولید و مسیر بیوسنتز. *علوم غذایی و تغذیه*، ۲(۲): ۳۷-۴۰.
 9. Hashemi, M., Dastjerdi, A. M., Shakerardekani, A., & Mirdehghan, S. H. (2021). Effect of alginate coating enriched with Shirazi thyme essential oil on quality of the fresh pistachio (*Pistacia vera* L.). *Journal of Food Science and Technology*, 58, 34-43.
 10. Ali, S., Anjum, M. A., Ejaz, S., Hussain, S., Ercisli, S., Saleem, M. S., & Sardar, H. (2021). Carboxymethyl cellulose coating delays chilling injury development and maintains eating quality of 'Kinnow' mandarin fruits during low temperature storage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 168, 77-85.
 11. Andreu-Coll, L. García-Pastor, M. E. Valero, D. Amorós, A. Almansa, M. S. Legua, P., & Hernández, F. (2021). Influence of Storage on Physiological Properties, Chemical Composition, and

evaporative cooling system in fruit and vegetables storage. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 10(8), 2984-2997

Comparison of mesh and non-mesh basket in maintaining the quality and reducing spoilage of fresh pistachios during transportation from orchard to the processing terminal

Ahmad Shakerardekani^{1*}, Hanieh Shirbeigi²

Abstract

Fresh pistachio is quickly perishable due to natural reasons such as respiration rate and environmental conditions such as humidity. This study was conducted with the aim of investigating the role of ventilation in reducing the spoilage of fresh pistachios during transportation from orchard to the terminal. Pistachio prepared from Ahmad Aghaei variety (10 kg) were stored in two different conditions with a plastic mesh basket (with ventilation) and a non-mesh plastic basket (without ventilation). The changes in temperature, humidity, weight loss, the amount of mold and fungus were investigated during 4 days of storage of pistachio samples. Also, the sensory evaluation of the samples (in terms of color, appearance, taste and flavor) was done by the evaluators using the QDA* method. The results of this research showed that all the selected parameters of the two treatments during 4 days (including temperature, humidity and weight loss, the amount of mold and fungus), have a significant difference ($p \leq 0.05$). The highest temperature during 4 days related to the non-mesh basket was 21°C on the fourth day and the lowest temperature was 16.9°C in the mesh basket on the second day. The highest weight loss was observed in the mesh basket on the fourth day of storage. Also, on the fourth day of storage, the number of fungi and mold was 326.5 and 320 in the mesh basket and 650 and 675.5 in the non-mesh basket, respectively. The score of sensory features of the mesh basket in terms of appearance (8), taste (10.9), color (11.7), texture (9.9) and smell (10.6), was significantly better than the non-mesh basket (respectively 6.4, 8.7, 8.9, 8.3 and 9.1) ($p \leq 0.05$). Based on the characteristics measured in this research, it can be concluded that ventilation can play a very important role in preventing the spoilage of fresh pistachios during transportation from the garden to the processing terminal.

Keywords: fresh pistachio, fungus, mold, ventilation, sensory evaluation

¹ Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

* corresponding author Email: shaker@areeo.ac.ir

² Master of Science in Food Science & Technology, Department of Agriculture Kar Higher Education Institute, Rafsanjan,