

## تأثیر انواع فیلم‌های بسته‌بندی بر عمر انبار مانی قارچ خوراکی تکمه‌ای

ریحانه امین‌زاده<sup>۱</sup>، فریبا امینی<sup>۲\*</sup>، علی‌اکبر رامین<sup>۱</sup> و مصطفی مبلی<sup>۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۱۹)

### چکیده

قارچ تکمه‌ای سرشار از مواد غذایی است ولی در مقایسه با میوه‌ها و سبزی‌ها سرعت تنفس بالاتری دارد و بدلیل فقدان پوشش طبیعی، زوال آن به سرعت اتفاق می‌افتد. به نظر می‌رسد استفاده از پوشش نازک مناسب برای افزایش عمر انبارمانی قارچ یک روش مناسب و مقرون به صرفه می‌باشد لذا پژوهش حاضر جهت یافتن بهترین پوشش نازک برای افزایش عمر انبارمانی قارچ خوراکی انجام گرفت. در این پژوهش، پوشش‌های مورد استفاده شامل: شاهد (بسته بندی در سلفون)، پوشش پلی اتیلن با دو ضخامت ۴۰ و ۶۵ میکرومتر، پوشش بی‌اکسیلاری‌ارینت پلی‌پروپیلن با سه ضخامت ۲۵، ۳۵ و ۴۰ میکرومتر، پوشش کست پلی‌پروپیلن با دو ضخامت ۲۵ و ۵۰ میکرومتر، پوشش پلی‌استر با دو ضخامت ۱۲ و ۲۴ میکرومتر و پوشش پلی‌وینیل کلراید با ضخامت ۳۰ میکرومتر بود. نمونه‌ها پس از ۰، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ روز نگهداری در انبار سرد در دمای یک درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰٪، در سه تکرار ارزیابی شد. نتایج نشان داد بین نوع پوشش پلاستیکی اختلاف معنی داری از نظر شاخص‌های مورد بررسی در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. بالاترین میزان سفتی، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و کمترین کاهش وزن و پوسیدگی در همه ضخامت‌ها در قارچ‌های بسته‌بندی شده با فیلم‌های پوششی، بی‌اکسیلاری‌ارینت پلی‌پروپیلن و کست پلی‌پروپیلن بود در حالی که در قارچ‌های بسته‌بندی شده با پوشش‌های نازک شاهد، پلی‌وینیل کلراید، پلی‌اتیلن و پلی‌استر کیفیت قارچ‌ها پایین تر و پوسیدگی آنها بالاتر بود هم‌چنین اثر زمان بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده معنی دار بود و به مرور زمان کیفیت قارچ‌ها کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: قارچ تکمه‌ای، عمر پس از برداشت، فیلم پوششی، کاهش وزن، سفتی

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اراک

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: f-amini@araku.ac.ir

## مقدمه

کشور ما هم اکنون بیش از ۷۰ میلیون نفر جمعیت دارد که پیش‌بینی می‌شود این جمعیت تا سال ۱۴۱۰ به ۱۰۰ میلیون نفر برسد (۶). با افزایش روز افزون جمعیت و تغییر الگوی مصرف، مسئله غذا در آینده نزدیک یکی از مهم‌ترین مسائل کشور خواهد بود و آنچه بیش از همه بحرانی خواهد بود مسئله کمبود پروتئین می‌باشد. این موضوع باعث ایجاد انگیزه‌ای بین‌المللی برای تحقیق در باره ارزش غذایی قارچ‌های خوراکی در کنار سایر گیاهان زراعی و باغی شده است. قارچ‌ها می‌توانند بهترین انتخاب برای تامین پروتئین ضروری انسان باشند، زیرا با استفاده از ضایعات کشاورزی، مواد غذایی غنی از پروتئین تولید می‌کنند (۶).

از بین ۱۴۰۰۰ گونه قارچ در طبیعت در حدود ۲۰۰۰ گونه آنها مصرف خوراکی دارند که در این بین نیز سه گونه به نام‌های قارچ تکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) قارچ صدفی (*Pleurotus ostreatus*) و قارچ شی‌تاکه (*Lentinula edodes*) در جهان مصرف تجاری بیشتری پیدا کرده است. قارچ تکمه‌ای مهم‌ترین قارچ خوراکی در ایران بوده و از تیره Agaricaceae می‌باشد. قارچ در مقایسه با بیشتر محصولات باغبانی سرعت تنفس بالاتری دارد و به دلیل فقدان پوشش محافظ طبیعی برای جلوگیری از هدر رفتن آب، کیفیت خوراکی آن بسرعت از دست می‌رود. لذا نقصان سریع پس از برداشت در توزیع و عرضه قارچ محدودیت ایجاد کرده است (۲ و ۱۶). از مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت قارچ می‌توان به سفید بودن، داشتن کلاهک گرد و براق، ساقه راست، فقدان لکه‌های قهوه‌ای و بیرنگ روی آن اشاره کرد (۲). فاسد شدن قارچ یک روز بعد از برداشت آغاز می‌شود که با تغییر رنگ قارچ شروع شده و از رنگ سفید به قهوه‌ای متمایل می‌شود که ناشی از فعالیت آنزیم تیروزیناز (Tyrosinase) می‌باشد (۱۴). عمر انباری قارچ تازه دردمای معمولی بین ۳-۱ روز و دردمای ۴ درجه سانتی‌گراد بین ۷-۴ روز متغیر است (۲). قارچ با کاهش وزن حدود ۱۰-۵٪ شروع به پلاسیده شدن کرده و غیر قابل

استفاده می‌شود (۲). لذا به علت مشکلات در توزیع و عرضه قارچ به صورت تازه در بازار، رفتار فیزیولوژی آن در پس از برداشت نیاز به مطالعه بیشتری دارد. بررسی‌های زیادی جهت افزایش عمر انبارمانی قارچ انجام شده که می‌توان به تعدادی از آنها از جمله استفاده از بازدارنده‌های تیروزیناز که از ریشه شیرین بیان و برگ و میوه انجیر استخراج می‌شود (۱۴)، استفاده از هورمون سیتوکینین برای تأخیر در باز شدن کلاهک قارچ در انبار (۳) و همچنین استفاده از بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته و انبارهایی با اتمسفر کنترل شده اشاره نمود (۲، ۱۱، ۱۶ و ۲۱).

به نظر می‌رسد بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک مناسب برای افزایش پس از برداشت قارچ و تجارت آن بهترین گزینه باشد. بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک مختلف با توجه به شرایط کشت و رقم قارچ باید به طور دقیق طراحی شود. انتخاب نامناسب ممکن است بی‌اثر باشد و یا حتی عمر انباری را در محصول به دلیل صدمه به بافت کاهش دهد و شرایط تنفس غیر هوایی را ایجاد کرده و موجب کاهش عطر و طعم محصول شود (۲). استفاده از پوشش‌های نازک بسته بندی بسته به نوع قارچ متفاوت است. گزارش شده که بهترین نوع پوشش نازک برای قارچ شی‌تاکه دردمای ۴ درجه سانتی‌گراد، پوشش نازک بی‌اکسیلاری اریتندپلی پروپیلن می‌باشد (۲۱).

چون در اشل صنعتی در ایران از سلوفان به عنوان پوشش قارچ استفاده می‌شود در این آزمایش نیز از این پوشش به عنوان شاهد استفاده شده است. از آنجایی که در مورد تاثیر پوشش‌های نازک بسته بندی بر عمر انبارمانی قارچ‌های تکمه‌ای گزارشات کمی در سطح کشور وجود دارد، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر انواع پوشش‌های نازک بسته بندی بر عمر انبارمانی قارچ تکمه‌ای طراحی و انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۰ و به منظور بررسی تأثیر فیلم‌های پوششی مختلف بر افزایش عمر پس از برداشت قارچ خوراکی

## نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نوع پوشش و زمان بررسی در تمامی شاخص‌های مورد بررسی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر برهم‌کنش بین نوع پوشش و زمان نمونه برداری در همه شاخص‌های اندازه‌گیری شده به جز اسیدیته قابل تیتراسیون و پ هاش در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱).

## سفتی بافت

مقایسه میانگین اثر بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک مختلف بر سفتی بافت قارچ تکمه‌ای طی مدت نگهداری در انبار سرد (جدول ۲)، نشان داد، بیشترین میزان سفتی در قارچ‌های بسته‌بندی شده با پوشش نازک BOPP-35 $\mu$ m (۷/۷۳ نیوتن) بوده که البته با سفتی قارچ‌های بسته‌بندی شده با پوشش‌های نازک BOPP- $\mu$ m, BOPP-40 $\mu$ m, CPP-25 $\mu$ m, CPP-50 $\mu$ m, PVC-30 $\mu$ m 25 اختلاف معنی‌داری نشان نداد. کمترین میزان سفتی نیز در قارچ‌های بسته‌بندی شده با پوشش نازک شاهد (با متوسط ۶/۲۲ نیوتن) مشاهده شد که با سایر بسته‌بندی‌های قارچ در پوشش‌های نازک تفاوت معنی‌داری نشان داد. روند تغییرات سفتی بافت (شکل ۱) نشان داد که با گذشت زمان انبارداری سفتی بافت در تمامی تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافت که این کاهش در پوشش شاهد به مراتب بیشتر از پوشش‌های دیگر بود اما در پایان انبار بیشترین میزان سفتی مربوط به بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک BOPP-25 $\mu$ m و کمترین میزان سفتی مربوط به بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک PET-24 $\mu$ m بود.

## درصد کاهش وزن

بررسی اثر اصلی بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک مختلف (جدول ۲) طی این آزمایش نشان داد که کمترین کاهش وزن مربوط به بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک CPP-25 $\mu$ m (۰/۹۳٪) بود که البته اختلاف معنی‌داری با

تکمه‌ای در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. قارچ‌ها از سالن قارچ سلامت اصفهان در مرحله چین دوم تهیه شد. پوشش‌های نازک نیز از کارخانه آفام زرین نقش در شهرک صنعتی جی شهر اصفهان تهیه شد. پژوهش با ۳ تکرار ۱۱، تیمار شامل شاهد (پوشش نازک سلفون)، پلی‌اتیلن (Poly (Ethylene) (PE) با دو ضخامت ۴۰ و ۶۵ میکرومتر، بی‌اکسیلاری اوریتندپلی‌پروپیلن (Polypropylen) (BOPP) با سه ضخامت ۲۵، ۳۵ و ۴۰ میکرومتر، کست‌پلی‌پروپیلن (Cast Polypropylen) (CPP) با دو ضخامت ۲۵ و ۵۰ میکرومتر، پلی‌استر (Poly Ester) (PET) با دو ضخامت ۱۲ و ۲۴ میکرومتر و پلی‌وینیل کلراید (Polyvinyl Chloride) (PVC) با ضخامت ۳۰ میکرومتر و در ۵ زمان بررسی (۰، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ روز) انجام شد. نمونه‌ها در انبار سرد با دمای ۱°C و رطوبت نسبی ۹۰٪ نگهداری شد. شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی شامل سفتی (با استفاده از دستگاه سفتی سنج (Penetrometer (Fruit Hardness) Tester) با قطر پیستون ۱۱ میلی‌متر، مدل: OSK-I-10576)، مقدار مواد جامد محلول (با استفاده از دستگاه قند سنج دستی (Refractometer)، مدل K-۰۰۳۲ ساخت ژاپن)، اسیدیته قابل تیتراسیون (بر اساس روش تیتراسیون به سود ۰/۱ نرمال و تا رسیدن به pH ۸/۲)، کاهش وزن (به کمک ترازو)، اسیدیته (با استفاده از دستگاه پ هاش متر) و درصد پوسیدگی (به صورت چشمی) مورد ارزیابی قرار گرفت.

پژوهش به صورت طرح خرد شده در زمان و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. در مجموع ۱۶۵ واحد آزمایشی به این پژوهش اختصاص یافت که در هر بسته تعداد ۶ عدد قارچ قرار داده شد. برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و برای محاسبات اثرات متقابل عوامل آزمایشی از نرم افزار MSTATC استفاده شد. مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار، LSD، در سطح احتمال ۱٪ انجام شد.

جدول ۱. جدول تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکوشیمیایی قارچ خوراکی تکمه‌ای تحت تأثیر پوشش‌های مختلف بسته‌بندی و طی نگهداری در انبار سرد (۱ درجه سانتی‌گراد)

میانگین مربعات						
درجه آزادی	سفتی بافت	درصد کاهش وزن	عصاره pH	اسیدیته قابل تیتراسیون	مقدار مواد جامد محلول	درصد پوسیدگی
پوشش	۱۰	۲/۸۴**	۱۹۵**	۰/۰۸۸**	۰/۷۴**	۳/۴۸**
خطای پوشش	۲۲	۰/۲۱	۰/۳۵	۰/۵۵	۰/۲۱	۰/۰۸
زمان - نمونه برداری	۴	۳۷/۱۱**	۲۸۲**	۲/۰۹**	۱۸/۰۵**	۳۲۹**
زمان* پوشش	۴۰	۰/۷۵**	۲۲/۶۱**	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۱۹ <sup>ns</sup>	۳/۴۸**
خطای باقیمانده	۸۸	۰/۲۱	۰/۳۸	۰/۰۴۵	۰/۲۳	۰/۰۸
ضریب تغییرات		۶/۲۶	۱۸/۹۱	۳/۳۲	۱۳/۴۹	۱۳/۱۷

ns و \*\*\*: به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن منابع تغییرات در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ می‌باشد.

بین بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک (به جز شاهد) دیده نشد اما در روز ۲۵ ام انبارمانی تفاوت معنی‌داری در میزان کاهش وزن بین بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک مشاهده گردید (شکل ۲).

#### په‌اش عصاره

مقایسه میانگین اثر بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک بر pH عصاره قارچ (جدول ۲) نشان داد که بیشترین میزان pH عصاره طی مدت نگهداری در انبار سرد مربوط به بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک PET-24 $\mu$ m (۶/۴۸) بود که تفاوت معنی‌داری با سایر بسته‌بندی‌های قارچ در پوشش‌های نازک به جز BOPP-40 $\mu$ m, BOPP-25 $\mu$ m و CPP-50 $\mu$ m نداشت. کمترین میزان pH عصاره در بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک

بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک BOPP-25 $\mu$ m نداشت. بیشترین مقدار کاهش وزن نیز مربوط به بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک شاهد (۱۳/۷۴٪) بود که با سایر بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک اختلاف معنی‌داری نشان داد. بین بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک CPP-50 $\mu$ m, BOPP-40 $\mu$ m, PE-40 $\mu$ m و PE-65 $\mu$ m هم‌چنین بین بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک PVC-30 $\mu$ m و PET-24 $\mu$ m اختلاف معنی‌داری از نظر کاهش وزن مشاهده نشد. با بررسی اثر زمان بر کاهش وزن (جدول ۳)، همان‌طور که انتظار می‌رفت کاهش وزن قارچ‌ها با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و این کاهش وزن به گونه‌ای بود که میانگین‌ها در تمامی زمان‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند به طوری که پس از ۲۰ روز انبارمانی تفاوت زیادی در میزان کاهش وزن

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر پوشش‌های نازک مختلف بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی قارچ خوراکی تکمه‌ای پس از مدت انبارمانی در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد

پوشش‌های نازک	سفتی (N)	کاهش وزن (%)	pH	اسیدیته قابل تیتراسیون (g/100ml)	TSS (مواد جامد محلول) (%)	پوسیدگی (%)
شاهد (سلفون)	۶/۲۲ <sup>e</sup>	۱۳/۷۴ <sup>a</sup>	۶/۴۶ <sup>a</sup>	۳/۵۵ <sup>bcd</sup>	۴/۱ <sup>g</sup>	۲/۳۶ <sup>b</sup>
پلی اتیلن ۴۰ میکرومتر	۶/۹۵ <sup>d</sup>	۲/۱ <sup>d</sup>	۶/۳۴ <sup>abc</sup>	۳/۳۷ <sup>d</sup>	۴/۵۷ <sup>cdef</sup>	۲/۵۷ <sup>a</sup>
پلی اتیلن ۶۵ میکرومتر	۷/۲۸ <sup>cd</sup>	۱/۸۱ <sup>de</sup>	۶/۴۴ <sup>ab</sup>	۳/۴۳ <sup>cd</sup>	۴/۳۹ <sup>f</sup>	۲/۵۷ <sup>a</sup>
بی‌اکسیلاری اریثنت پلی پروپیلن ۲۵ میکرومتر	۷/۶۶ <sup>a</sup>	۱/۱۶ <sup>fg</sup>	۶/۲۷ <sup>c</sup>	۳/۷۸ <sup>ab</sup>	۵/۱۱ <sup>ab</sup>	۱/۴۵ <sup>e</sup>
بی‌اکسیلاری اریثنت پلی پروپیلن ۳۵ میکرومتر	۷/۷۳ <sup>a</sup>	۱/۴۹ <sup>ef</sup>	۶/۴۵ <sup>a</sup>	۳/۶۱ <sup>bcd</sup>	۵/۲۱ <sup>a</sup>	۱/۴۵ <sup>e</sup>
بی‌اکسیلاری اریثنت پلی پروپیلن ۴۰ میکرومتر	۷/۵۵ <sup>ab</sup>	۲/۰۲ <sup>d</sup>	۶/۲۶ <sup>c</sup>	۳/۵۸ <sup>bcd</sup>	۴/۸۵ <sup>bc</sup>	۱/۸۳ <sup>d</sup>
کست پلی پروپیلن ۲۵ میکرومتر	۷/۶ <sup>ab</sup>	۰/۹۳ <sup>g</sup>	۶/۴ <sup>abc</sup>	۴/۱۱ <sup>a</sup>	۵/۱۱ <sup>ab</sup>	۱/۴۵ <sup>e</sup>
کست پلی پروپیلن ۵۰ میکرومتر	۷/۴ <sup>abc</sup>	۲/۱۷ <sup>d</sup>	۶/۳ <sup>bc</sup>	۳/۴۲ <sup>cd</sup>	۴/۶۸ <sup>cde</sup>	۲/۱۳ <sup>c</sup>
پلی ونیل کلراید ۳۰ میکرومتر	۷/۴۸ <sup>ab</sup>	۳/۱۱ <sup>c</sup>	۶/۳۶ <sup>abc</sup>	۳/۴۳ <sup>cd</sup>	۴/۵۶ <sup>def</sup>	۲/۳۶ <sup>b</sup>
پلی استر ۱۲ میکرومتر	۷/۳ <sup>bc</sup>	۴/۴۷ <sup>b</sup>	۶/۳۵ <sup>abc</sup>	۳/۷۵ <sup>bc</sup>	۴/۷۹ <sup>cd</sup>	۲/۵۷ <sup>a</sup>
پلی استر ۲۴ میکرومتر	۷/۰۷ <sup>cd</sup>	۲/۸۳ <sup>c</sup>	۶/۴۸ <sup>a</sup>	۳/۴۱ <sup>cd</sup>	۴/۴۹ <sup>ef</sup>	۲/۵۷ <sup>a</sup>

در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشترک می‌باشند تفاوت معنی داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند.

اسیدیته قابل تیتراسیون قارچ، طی مدت نگهداری در انبار سرد (جدول ۱) نشان داد که بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک CPP-25 $\mu$ m با ۴/۱۱ گرم در صد میلی لیتر عصاره، بیشترین اثر را در حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون داشته است که اختلاف معنی داری با بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک BOPP-25  $\mu$ m (۳/۷۸ گرم در صد میلی لیتر عصاره) نشان نداد. در مقابل کمترین مقدار اسیدیته مربوط به بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک PE-40 $\mu$ m با میزان ۳/۳۷ گرم در صد میلی لیتر عصاره بود که با سایر فیلم‌های پوششی به جز بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک CPP-25 $\mu$ m, BOPP25  $\mu$ m و PET-12 $\mu$ m تفاوت

BOPP-40 $\mu$ m (۶/۲۶) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با سایر بسته‌بندی‌های قارچ در پوشش‌های نازک به استثناء بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک PET-24 $\mu$ m, PE- $\mu$ m, BOPP-35 $\mu$ m 65 و شاهد نداشت. داده‌های جدول اثر زمان (جدول ۳) نشان دهنده افزایش معنی‌دار pH عصاره قارچ طی زمان نگهداری در انبار سرد بود. به طوری که حداکثر افزایش pH عصاره پس از ۲۵ روز از زمان شروع پژوهش دیده شد.

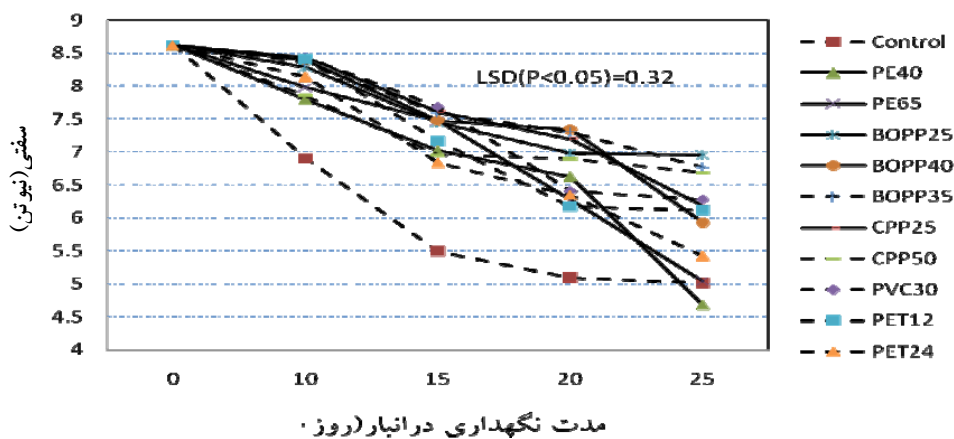
#### اسیدیته قابل تیتراسیون

اثر بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک مختلف بر میزان

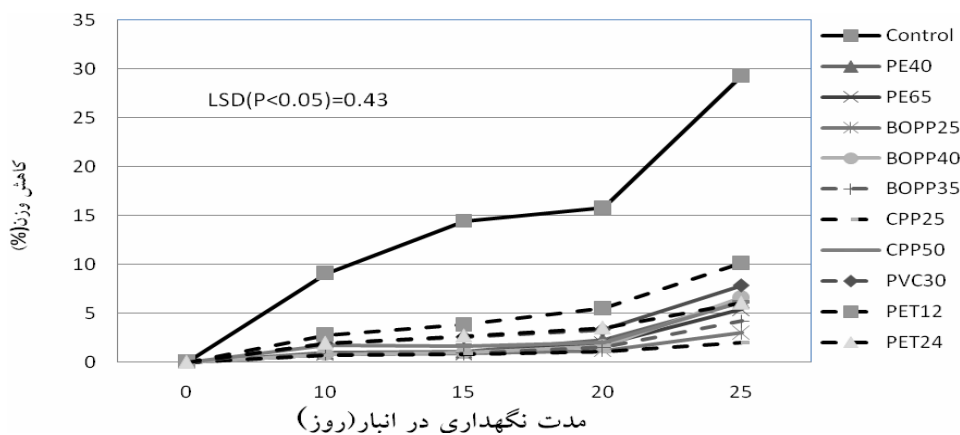
جدول ۳. مقایسه میانگین اثر زمان‌های مختلف نگهداری در انبار سرد بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی قارچ خوراکی تکمه‌ای پس از مدت انبارمانی در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد

پوسیدگی (%)	TSS (مواد جامد محلول) (%)	اسید آلی (g/100ml)	pH	کاهش وزن (%)	سفتی (N)	مراحل انبارمانی (روز)
۰ <sup>b</sup>	۶ <sup>a</sup>	۴/۸ <sup>a</sup>	۶ <sup>c</sup>	۰ <sup>e</sup>	۸/۶۲ <sup>a</sup>	۰
۰ <sup>b</sup>	۵/۳۶ <sup>b</sup>	۳/۶۸ <sup>b</sup>	۶/۳ <sup>b</sup>	۱/۹۶ <sup>d</sup>	۸/۰۹ <sup>b</sup>	۱۰
۰ <sup>b</sup>	۴/۷۴ <sup>c</sup>	۳/۴۲ <sup>c</sup>	۶/۳۷ <sup>b</sup>	۲/۸۲ <sup>c</sup>	۷/۰۳ <sup>c</sup>	۱۵
۰ <sup>b</sup>	۳/۹ <sup>d</sup>	۳/۱۱ <sup>d</sup>	۶/۵۶ <sup>a</sup>	۳/۶۱ <sup>b</sup>	۶/۶ <sup>d</sup>	۲۰
۶۵/۴۵ <sup>a</sup>	۳/۵۷ <sup>e</sup>	۲/۹۲ <sup>d</sup>	۶/۶۴ <sup>a</sup>	۷/۹۱ <sup>a</sup>	۶/۰۴ <sup>e</sup>	۲۵

در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشترک می‌باشند تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند.



شکل ۱. تغییرات سفتی بافت (نیوتن) قارچ خوراکی تکمه‌ای بسته بندی شده در پوشش‌های مختلف در طی زمان‌های بررسی



شکل ۲. تغییرات کاهش وزن (درصد) قارچ خوراکی تکمه‌ای بسته بندی شده در پوشش‌های مختلف در طی زمان‌های بررسی

پوسیدگی در بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک  $25\mu\text{m}$  و  $35\mu\text{m}$  دیده شد که با سایر بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک تفاوت معنی داری داشت. بیشترین مقدار این شاخص در بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک PE و PET مشاهده گردید که اختلاف معنی داری را با دیگر بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک داشت. به هر حال میزان پوسیدگی برای بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک BOPP و CPP در همه ضخامت‌ها کمتر از شاهد بود. تغییرات پوسیدگی (جدول ۳) نشان داد که پوسیدگی تا ۲۰ روز پس از نگهداری در انبار سرد مشاهده نشد و پس از آن افزایش معنی داری در میزان پوسیدگی دیده شد. روند تغییرات در شکل ۴ آمده است.

#### بحث

گزارش شده است که استفاده از بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک باعث افزایش عمر انباری این محصول می‌شود (۱۳) و (۲۱) که نتایج تحقیق حاضر نیز موید همین نکته است. اکبوداک (۱) گزارش کرد که استفاده از پوشش نازک پلی پروپیلن بر روی لفل دلمه‌ای در طول انبار اثر بهتری در مقایسه با پوشش نازک پلی وینیل کلراید داشت. هان و همکاران (۱۰) گزارش کردند که بین چهار ضخامت مختلف پوشش نازک پلی اتیلن به همراه اتمسفر تغییر یافته، تیمار ۰/۰۵ میلی‌متر پلی اتیلن بهترین اثر را در حفظ کیفیت انباری و پس از برداشت قارچ خوراکی صدفی داشت. کاهش وزن یک فرایند مهم فیزیولوژیکی است و یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت قارچ تازه به شمار می‌آید. کاهش وزن محصولات در طی دوره انبارمانی، به دلیل از دست دادن آب ناشی از فرآیندهای تنفس و تعرق به وقوع می‌پیوندد (۱۹). بر این اساس پوشش نازک که سبب حفظ آب محصول به مقدار بیشتری نسبت به سایر پوشش‌های نازک شود، تاثیر مثبتی در افزایش عمر انبارمانی محصول دارد. بر این اساس در این آزمایش که روی پوشش‌های نازک مختلف روی قارچ

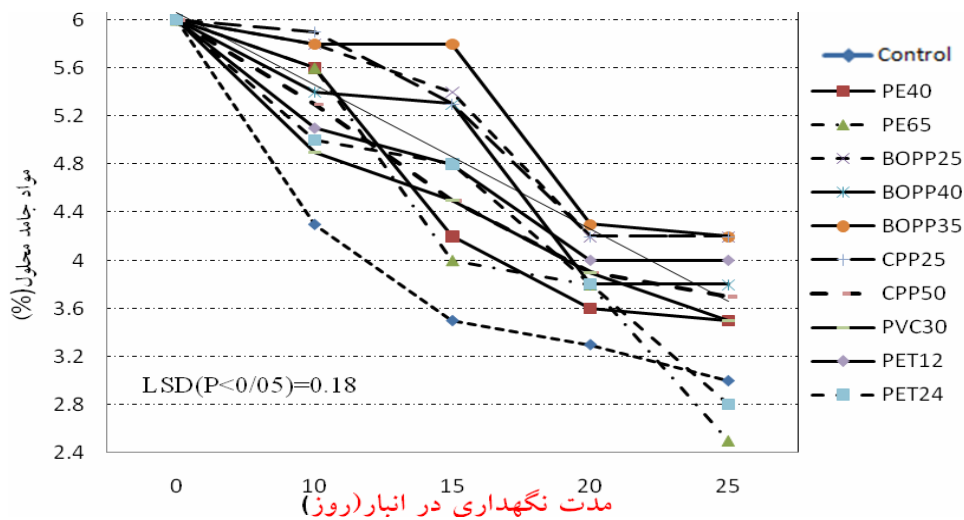
معنی داری نداشت. اثر زمان (جدول ۳) بیانگر این بود که میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با گذشت زمان در تمام بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک به تدریج کاهش یافته و میزان این کاهش معنی دار بود.

#### مواد جامد محلول

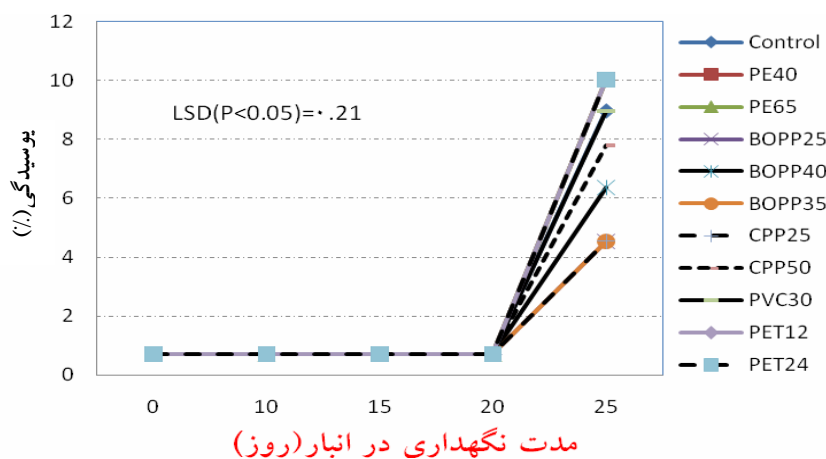
اثر بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک مختلف بر مواد جامد محلول (جدول ۲) نشان داد که بیشترین میزان مواد جامد محلول به ترتیب مربوط به بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک  $25\mu\text{m}$  BOPP-35 با مقدار ۵/۲۱ درصد بوده که با سایر بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک  $25\mu\text{m}$  BOPP و  $25\mu\text{m}$  CPP اختلاف معنی داری داشتند. کمترین میزان مواد جامد محلول نیز مربوط به بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک  $25\mu\text{m}$  BOPP-35 بود که با سایر بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک اختلاف معنی داری نشان داد. یعنی همه بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک نسبت به شاهد مواد جامد محلول بالاتری داشتند. نتایج اثر زمان (جدول ۳) حاکی از آن است که با گذشت زمان در طی دوره نگهداری در انبار سرد، میزان مواد جامد محلول در قارچ‌ها به طور معنی داری کاهش یافته است. روند تغییرات در شکل ۳ نشان داد که به مرور زمان و طی انبارمانی مواد جامد محلول کاهش یافت اما کمترین کاهش مربوط به بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک  $25\mu\text{m}$  BOPP،  $25\mu\text{m}$  BOPP و  $25\mu\text{m}$  CPP و بیشترین کاهش در بسته‌بندی قارچ در پوشش نازک  $24\mu\text{m}$  PET مشاهده شد. پس از ۲۰ روز انبارمانی تفاوت زیادی در میزان مواد جامد محلول بین بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک  $24\mu\text{m}$  PET و  $65\mu\text{m}$  PE مشاهده گردید.

#### پوسیدگی

بررسی اثر بسته‌بندی قارچ در پوشش‌های نازک مختلف بر میزان پوسیدگی (جدول ۲) مشخص نمود که کمترین مقدار



شکل ۳. تغییرات مواد جامد محلول (درصد) قارچ خوراکی تکمه‌ای بسته‌بندی شده در پوشش‌های مختلف در طی زمان‌های بررسی



شکل ۴. تغییرات پوسیدگی (درصد) قارچ خوراکی تکمه‌ای بسته‌بندی شده در پوشش‌های مختلف در طی زمان‌های بررسی

سفتی قارچ در طول دوره انبارمانی موجود است (۱۵ و ۲۰). دوآن و همکاران (۵) بر این اعتقادند که کاهش در میزان اسیدیته میوه بیانگر رسیدن و زوال آن است. پوشش‌ها تغییرات اسیدیته را کند کرده و به طور مؤثری رسیدن و زوال آنها را به تعویق می‌اندازند. پوشش نازک اتمسفر درونی را تغییر داده و میزان  $O_2$  و  $CO_2$  اطراف قارچ را تغییر می‌دهد، بنابراین رسیدن قارچ را به تعویق می‌اندازد که با نتایج ارائه شده توسط کوآن و

خوراکی تکمه‌ای انجام شد مشخص شد که پوشش‌های نازک BOPP-35 $\mu m$ , BOPP-25 $\mu m$  و CPP-25 $\mu m$  در مقایسه با سایرین بیشترین اثر را در حفظ آب محصول نشان دادند. تحقیقات زینگ و همکاران (۲۱) تاکید بر این موضوع دارد که فیلم پوششی BOPP در مقایسه با پوشش‌های نازک دیگر، باعث افزایش عمر انبارمانی قارچ خوراکی شی‌تاکه شد. پژوهش‌هایی نیز مبنی بر تاثیر سایر پوشش‌های نازک بر حفظ



تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده در تمامی پوشش‌های نازک بررسی گردید و میزان این بهبود بسته به نوع پوشش نازک متغیر بود به طوری که بالاترین میزان سفتی، مواد جامد محلول، اسید آلی، اسیدیته و کمترین کاهش وزن و پوسیدگی در قارچ بسته‌بندی شده با پوشش‌های نازک BOPP35  $\mu\text{m}$ , BOPP25 و CPP25  $\mu\text{m}$  و کمترین میزان آن در قارچ بسته بندی شده با پوشش‌های نازک شاهد، PVC، PET، و PE دیده شد. هم‌چنین اثر زمان بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده در طول دوره نگهداری در انبار، معنی‌دار بود. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق استفاده از پوشش‌های نازک مناسب ذکر شده جهت افزایش عمر انبارمانی قارچ خوراکی تکمه‌ای توصیه می‌شود.

همکاران (۱۲) مطابقت دارد. در تحقیقات تقی‌زاده و همکاران (۱۷) مشخص شد که پوشش نازک پلی‌اتیلن در مقایسه با پوشش نازک پلی‌وینیل کلراید خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی اندازه‌گیری شده قارچ خوراکی تکمه‌ای را در طی مدت انبارمانی بهتر حفظ کرد (۲۰). نرم شدن و یا کاهش سفتی در طول پس از برداشت میوه‌ها نیز به دلیل ایجاد تغییراتی در غشا اتفاق می‌افتد. از طرف دیگر تغییرات بافت وابسته به تخریب پروتئین و پلی‌ساکاریدها، شکستن واکوئل‌ها و گسترش در فضای بین سلولی است (۸ و ۹). افزایش پوسیدگی در طول انبار ممکن است به دلیل تجمع رطوبت در سطح میوه، شرایط غیرهوایی و تخریب آنزیم‌ها باشد (۷ و ۱۸). نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از پوشش نازک باعث بهبود

#### منابع مورد استفاده

1. Akbudak, B. 2007. Effect of polypropylene and polyvinyl chloride plastic film packaging materials on the quality of 'Yalova Charleston' pepper (*Capsicum annuum* L.) during storage. *Food Science and Technology* 14: 5-11.
2. Ares, G., C. Lareo and P. Lema. 2007. Modified atmosphere packaging for postharvest storage of mushrooms. *Review Fresh Production* 1: 32-40.
3. Braaksma, A., D. J. Schaap, J. W. Donkers and C. M. A. Schipper. 2001. Effect of cytokinin on cap opening in *Agaricus bisporus* during storage. *Postharvest Biology and Technology* 23: 171-173.
4. Drake, S. and R. D. Gix. 2000. Response of d'Anjou pears to controlled atmosphere storage in elevated temperature and carbon dioxide. *Good Fruit Grower* 51: 55-57.
5. Duan, J., R. Wu, B. C. Strik and Y. Zhao. 2011. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest Biology and Technology* 59: 71-79.
6. Farsi, M. and H. R. Pourianfar. 1390. Cultivation and Breeding of the White Button Mushroom. 2<sup>nd</sup> ed., Pub. of University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Farsi).
7. Frc, S. and M. Bo. 2003. Microbiological and biochemical changes in minimally processed fresh-cut Conference pears. *European Food Research and Technology* 217: 4-9.
8. Galvis Sanchez, A. C., S. C. Fonseca, A. M. M. B Morais and F. X. Malcata. 2003. Physicochemical and sensory evaluation of 'Rocha' pear following controlled atmosphere storage. *Journal of the Food Science and Technology* 68: 318-327.
9. Gimenez, M., C. Olarte, S. Sanz, C. Lomas, J. F. Echavarri and F. Ayala. 2003. Influence of packaging films on the sensory and microbiological evolution of minimally processed borage (*Borrigo officinalis*). *Sensory and Nutritive Qualities of Food* 68 : 343-350.
10. Han, I., Z. Jiang and S. Jiao. 2010. Effects of modified atmosphere packaging of PE film with different thickness on quality of *Pleurotus nebrodensis*. *Advanced Materials Research* 156: 371-374.
11. Jayathunge, L. and C. Iiiperuma. 2005. Extention of postharvest life of oytser mushroom by modified atmosphere packaging technique. *Journal of the Food Science* 70: 573-578.
12. Kwon, Y. B., S. W Park, S. I. Myunh and S. J. Hong. 2003. Effect of postharvest treatments on fruit quality during storage of 'Niitaka' pear. Korean. *Journal of Horticulture Science Technology* 21: 114-119.
13. Nath, A., B. C. A. Deka, R. K. Singh, D. P. Patel, L. K. Misra and H. Ojha. 2011. Extension of shelf life of pear fruits using different packaging materials. *Journal of Food Science and Technology* 49: 556-563.
14. Nerya, O., R. Ben-Arie, T. Luzzatto, R. Musa, S. Khativ and J. Vaya. 2006. Prevention of *Agaricus bisporus* postharvest browning with tyrosinase inhibitors. *Postharvest Biology and Technology* 39: 272-277.
15. Pongener, A., B. V. C. Mahajan and H. Singh. 2011. Effect of different packaging films on storage life and quality of peach fruits under cold storage conditions. *Indian Journal of Horticulture* 68: 240-245.

16. Singh, P., H. C. Langowski, A. Wani and S. Saengerlaub. 2010. Recent advances in extending the shelf life of fresh *Agaricus* mushrooms, A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90: 1393-1402.
17. Taghizadeh, M., A. Gowen, P. Ward and C. P. O'Donnell. 2010. Use of hyperspectral imaging for evaluation of the shelf-life of fresh white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) stored in different packaging films. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11: 423-431.
18. Tijsskens, L. and H. Vollebregt. Passive and semi-active modified atmosphere packaging of prickly pear cactus stems (*Opuntis spp.*). *Acta Horticulture* 604: 665-668.
19. Usda. 2009. Agricultural research service, National nutrient database for standard refrence, available online at <http://www.nal.usda.gov>.
20. Li X. H., Y. Y. Li, L. Zhang and X.L. Wang. 2010. Effects of modified atmosphere packaging of PE film with different thickness on quality of *Pleurotus nebrodensis*. *Advanced Materials Research* 156: 371-374.
21. Xing, Z., Y. Wang, Z. Feng and Q. Tan. 2008. Effect of different packaging films on postharvest quality and selected enzyme activities of *Hypsizygus marmoreus* mushrooms. *Journal of Agriculture Food Chemistry* 24(56): 11838-44.