

## اثر بسته‌بندی فعال با پوشش پلی وینیل کلرید بر بازارپسندی قارچ دکمه‌ای

نیره کریمی<sup>۱</sup>، لاله مشرف<sup>۲\*</sup>

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد دانشگاه منابع طبیعی و علوم کشاورزی گرگان

۲- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۸)

### چکیده

بسته‌بندی فعال یکی از مفاهیم نوین در بسته‌بندی مواد غذایی است که جهت کنترل پارامترهای محیطی مانند میزان رطوبت داخل بسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مطالعه خصوصیات کیفی و کمی قارچ دکمه‌ای شامل رنگ، اندیس رسیدگی، باز شدن کلاهک و کاهش وزن پس از نگهداری در دمای یخچال ( $5 \pm 2$  درجه سلسیوس) مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل پوشش بسته‌بندی در دو سطح (پلی وینیل کلرید کشسان و پلی وینیل کلرید شفاف)، جاذب الرطوبه در ۴ سطح و زمان نگهداری در ۵ سطح (صفر، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز) بودند. چهار تیمار جاذب الرطوبه شامل تیمار اول سیلیکاژل به میزان ۱/۲۵ گرم، تیمار دوم سیلیکاژل به میزان ۲/۵ گرم، تیمار سوم تنها ابر اسفنجی و تیمار چهارم شامل سیلیکاژل ۱/۲۵ گرم و ابر اسفنجی بودند. بررسی‌ها نشان داد میزان باز شدن کلاهک و کاهش وزن قارچ‌ها در پوشش پلی وینیل کلرید کشسان نسبت به پوشش پلی وینیل کلرید شفاف کمتر بود. تیمارهای سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) و همچنین ابر اسفنجی به همراه پوشش پلی وینیل کلرید کشسان دارای کمترین میزان باز شدن کلاهک بودند. نتایج حاصل از ارزیابی حسی قارچ دکمه‌ای نشان داد که از نظر اندیس رسیدگی تفاوت معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد. از نظر رنگ سطح کلاهک، تیمارهای پلی وینیل کلرید کشسان به همراه سیلیکاژل (۲/۵ گرم) و پلی وینیل کلرید شفاف به همراه سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) توسط داوران بهترین امتیاز را کسب نمودند.

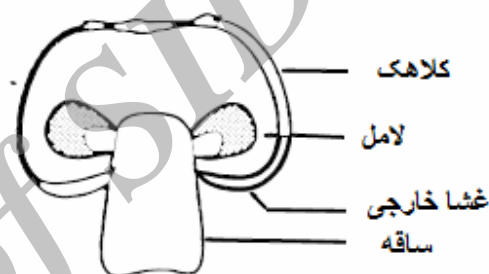
کلید واژگان: بسته‌بندی فعال، پلی وینیل کلرید، سیلیکاژل، ابر اسفنجی، قارچ دکمه‌ای

\* مسئول مکاتبات: mosharaf@ag.iut.ac.ir

## ۱- مقدمه

امروزه قارچ در خیلی از کشورهای جهان به عنوان یک منبع غذایی رایج مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اولین کنفرانس بین-المللی بیولوژی قارچ و محصولات آن که در سال ۱۹۹۳ در هنگ کنگ برگزار شد، قارچ به عنوان یک ماکرو قارچ با یک اندام باردهی مجزا تعریف شد که با چشم غیر مسلح قابل مشاهده است و با دست برداشتن می‌شود [۱۵].

قارچ دکمه‌ای از ۴ بخش اصلی شامل کلاهک، لامل، غشا خارجی و ساقه تشکیل شده است (شکل ۱).



شکل ۱ برش عرضی قارچ (Xiong, 2000)

تولید قارچ خوراکی تجاری در سرتاسر جهان از ۳۵/۵ هزار تن در سال ۱۹۶۵ میلادی به ۷/۵ میلیون تن در سال ۲۰۰۰ میلادی رسیده است و در واقع در طی این ۳۵ سال بیش از ۲۱ برابر افزایش یافته است. ارزش تولید جهانی قارچ های خوراکی در ۲۰۰۱ حدود ۲۳ بلیون دلار تخمین زده شده است [۱].

عمر نگهداری قارچ‌ها در دمای محیط کوتاه است (۳-۴ روز) و ارزش غذایی آن‌ها پس از چند روز به علت قهوه‌ای شدن، میزان تنفس ( $RR^1$ ) بالا، از دست دادن آب، پیری و فساد میکروبی کاهش می‌یابد. عمر نگهداری کوتاه قارچ مانعی برای توزیع و فروش آن است [۷]. میزان تنفس بسیار بالای قارچ‌های خوراکی سبب افت وزن آن در مقایسه با سایر میوه‌ها و سبزیجات شده و به دلیل عمر نگهداری کوتاه تر، این محصول از ارزش تجاری کمی برخوردار است [۱۲]. کلاهک قارچ‌ها بعد از ۱ روز نگهداری در دمای محیط باز می‌شود، طول ساقه افزایش می‌یابد، بافت نرم و اسفنجی می‌شود و در نتیجه ارزش تجاری قارچ

کاهش می‌یابد. سرد کردن سبب کاهش تنفس محصولات تازه برداشت شده در طی حمل و نقل و زنجیره توزیع می‌شود. در صنایع بسته بندی پوشش های پلاستیکی پلی وینیل کلرید به دلیل کاربرد گسترده و صرفه اقتصادی آن به وفور استفاده می‌گردد. امروزه محصول قارچ دکمه‌ای با پوشش پلی وینیل کلرید کشسان<sup>۲</sup> بسته‌بندی شده و در دمای یخچال نگهداری می‌شود. اگرچه این پوشش سبب تأخیر اندیس رسیدگی<sup>۳</sup> می‌شود اما به علت تجمع بخار آب ناشی از تنفس و در نتیجه رشد باکتری‌های سودوموناس تولاسی قهوه ای شدن سطح کلاهک را افزایش می‌یابد [۹].

بسته‌بندی فعال در انواع مختلفی تولید شده است مانند انواعی که دارای افزودنی‌هایی به منظور حفظ تازگی محصول است که می‌توانند کاربردهای متعددی داشته و در مقایسه با بسته بندی قدیمی در نگهداری ماده غذایی موثر است. مواد یا عوامل فعال به طور مستقیم یا غیرمستقیم در تماس با مواد غذایی می‌باشند. ترکیبات فعال شامل جاذب های اکسیژن، دی اکسید کربن، رطوبت، اتیلن، عوامل آزاد کننده اتانل، مواد طعم دهنده و عوامل ضد میکروب می‌باشد. بسته بندی فعال در مورد انواع گوناگون از مواد غذایی مانند، نان، کیک، شیرینی، پیتزا، خمیر تازه، پنیر، گوشت و فرآورده های آن و میوه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. در بسته‌بندی فعال قارچ دکمه‌ای تاکنون فقط از جاذب های رطوبت مانند سیلیکاژل، کلرید سدیم، کلرید کلسیم، گلو تن و خاک مونت موریلونیت استفاده شده است و سایر عوامل فعال تاکنون برای این محصول استفاده نگردیده است [۹].

بر اساس تحقیقات روی و همکاران<sup>۴</sup> خاک مونت موریلونیت و سیلیکاژل سبب کاهش اندیس رسیدگی و افزایش اندیس L (درجه سفیدی) در قارچ دکمه‌ای شده و رنگ سطح کلاهک را بهبود داد. اگرچه قارچ‌های حاوی خاک مونت موریلونیت و سیلیکاژل نسبت به شاهد بیشترین کاهش وزن را داشتند اما

2. Polyvinyl chloride stretch film  
3. Maturity index

1. Respiration Rate

نشت و تخریب بافت شد و سیلیکاژل افت وزن قارچ را افزایش داد.

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر نوع پوشش بسته‌بندی به همراه جاذب الرطوبه، به عنوان بسته بندی فعال، بر افزایش عمر ماندگاری و بازار پسنندی قارچ دکمه‌ای است.

## ۲- مواد و روش‌ها

این آزمایش در آزمایشگاه مرکز تحقیقات اصفهان انجام گرفت. قارچ‌های برداشت شده با قطر کلاهک ۳۰ تا ۴۰ میلی‌متر پس از انتقال به آزمایشگاه به مدت ۱۲ ساعت جهت بازیابی از استرس ناشی از تغییر محیط در دمای یخچال نگهداری شد. آزمایش شامل ۱۰ تیمار (۲ نوع پوشش به همراه ۴ جاذب الرطوبه و یک شاهد برای هر پوشش) و ۶ تکرار بود که در قالب طرح کاملاً تصادفی و با آرایش فاکتوریل انجام شد. هر واحد آزمایشی نیز شامل ۱۰۰ گرم قارچ بود. همه ی نمونه‌ها به جز نمونه‌های تیمار شاهد پس از قرار گیری جاذب الرطوبه بسته‌بندی و سپس تمام تیمارها در دمای یخچال (۲±۵ درجه سلسیوس) نگهداری شدند. جاذب الرطوبه‌های مورد استفاده شامل سیلیکاژل (خریداری شده از شرکت مرک آلمان) (۱/۲۵ و ۲/۵ گرم)، ابر اسفنجی و سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به همراه ابر اسفنجی و پوشش‌های مورد استفاده نیز شامل پلی‌وینیل کلرید شفاف<sup>۴</sup> (با ضخامت ۰/۳ میلی‌متر و نفوذپذیری نسبت به اکسیژن  $1 \text{ atm}^{-1} \cdot \text{Day}^{-1} \cdot \text{m}^2$ ، ۲۳۰۰۰ و نفوذپذیری نسبت به رطوبت  $1 \text{ day}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{g}$ ، ۵۲۰۰ عمق ۶/۵cm، عرض ۱۳cm و طول ۱۹cm، خریداری شده از شرکت شبنم)، پلی وینیل کلرید کثیف<sup>۵</sup> (با ضخامت ۱۲/۵ میکرومتر و نفوذپذیری نسبت به اکسیژن  $1 \text{ day}^{-1} \cdot \text{m}^2$ ،  $1 \text{ atm}^{-1} \cdot \text{g} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{day}^{-1}$  و نفوذپذیری نسبت به بخار آب  $1 \text{ day}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{g}$ ، ۲۵۰۰۰) خریداری شده از شرکت شبنم) بودند (جدول ۱).

حداکثر کاهش وزن قارچ پس از ۹ روز نگهداری کمتر از ۱۰ درصد بود.

بر اساس تحقیقات ماهجان<sup>۸</sup> قارچ‌های دکمه‌ای حاوی ۵ گرم مخلوط جاذب الرطوبه ( بنتونیت، سوربیتول و کلسیم کلرید) نسبت به بسته‌های بدون جاذب الرطوبه پس از ۵ روز نگهداری در دمای ۱۰ درجه سلسیوس داری کمترین میزان اندیس رسیدگی و بیشترین امتیاز از لحاظ ویژگی‌های ظاهری بودند. این پژوهش نشان داد که مقدار جاذب الرطوبه با توجه به نوع بسته‌بندی و میزان محصول متغیر است. انتخاب صحیح مقدار جاذب الرطوبه می‌تواند با کاهش قهوه‌ای شدن، سبب حفظ بهتر کیفیت و افزایش عمر نگهداری قارچ شود [۸].

گولئوم و همکاران<sup>۳</sup> عنوان کردند میزان دی‌اکسید کربن بیش از ۵٪ سبب تأخیر در رسیدگی و قهوه‌ای شدن قارچ می‌گردد و البته تأثیر نامطلوبی مانند زرد شدن سطح داخلی و خارجی کلاهک را به همراه دارد. تحقیقات نشان داد عمر نگهداری گوجه فرنگی‌های حاوی بسته‌های سدیم کلرید در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به علت تأخیر در رشد قارچ‌های سطحی از ۵ به ۱۵ الی ۱۷ روز گسترش یافت [۲]. نتایج تحقیقات کیم و همکاران<sup>۷</sup> نشان داد کاهش غلظت اکسیژن داخل بسته‌های قارچ دکمه‌ای ممکن است مزایایی داشته باشد اما غلظت اکسیژن کمتر از ۲٪ می‌تواند باعث رشد قابل توجه میکروب‌های غیر هوازی (کلوستریدیوم بوتولینوم، استافیلوکوکوس اورئوس) شود و در غلظت اکسیژن بسیار پایین (کمتر از ۱٪) تنفس غیر هوازی منجر به تخریب بافت و تولید سوبستراهای موثر در بدطعمی و بد بویی قارچ می‌شود.

شیرازی و همکاران<sup>۱۱</sup> از ۱۰ گرم سوربیتول، زایلیتول، سدیم کلرید، کلسیم کلرید در داخل بسته‌های حاوی میوه گوجه سبز (هر بسته حاوی ۷۰ تا ۹۰ گرم گوجه سبز) استفاده نمودند. نتایج نشان داد که رطوبت نسبی داخل بسته‌ها پس از ۴۸ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس برای سوربیتول، زایلیتول، سدیم کلرید، کلسیم کلرید به ترتیب در حدود ۷۵، ۸۰، ۷۵ و ۳۵ درصد است. در مطالعات ویلانیکاسا و همکاران<sup>۱۴</sup> سوربیتول سبب ارتقا

4. Clear polyvinyl chloride box  
5. polyvinyl chloride

جدول ۱ انواع پوشش‌های بسته‌بندی، جاذب الرطوبه‌های مورد استفاده و زمان‌های نگهداری قارچ دکمه‌ای

نوع پوشش بسته‌بندی	جاذب الرطوبه	زمان نگهداری
پلی وینیل کلرید کشسان	سیلیکاژل (۱/۲۵g)	۰
پلی وینیل کلرید شفاف	سیلیکاژل (۲/۵g)	۴
پلی پروپیلن در دو طرف جهت‌دار شده	سیلیکاژل (۱/۲۵g) به همراه ابر اسفنجی	۸
	ابراسفنجی	۱۲
		۱۶

و جمع امتیازات هر نمونه ملاک تجزیه آماری نمونه‌ها برای تعیین بهترین تیمارها قرار گرفت.

اندیس رسیدگی غشا خارجی کلاهک طبق روش گویلنوم و همکاران<sup>۳</sup> در ۴ سطح مورد ارزیابی قرار گرفت که عبارت‌اند از: (۱) غشا خارجی محکم یا کشسان است، (۲) غشا خارجی نسبتاً شکسته شده است، (۳) غشا خارجی کاملاً شکسته شده است، (۴) کلاهک باز است و سطح کلاهک قارچ صاف است [۳]. سپس مجموع امتیازات اکتسابی هر نمونه ملاک تجزیه آماری نمونه‌ها برای تعیین بهترین تیمارها قرار گرفت [۶].

یافته‌ها با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی ارزیابی شد. داده‌ها پس از وارد کردن در محیط اکسل، جهت مقایسه میانگین و تبدیل داده‌ها برای متغیر کیفی با استفاده از آزمون دانکن و برنامه‌ی آماری SPSS 16.0 بررسی شد. بررسی اثر متقابل تیمارها، به کمک نرم افزار MSTAT در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

### ۳- نتایج و بحث

به طور کلی با افزایش مدت زمان نگهداری میزان افت وزن قارچ نیز افزایش می‌یابد. مقایسه میانگین اثر پوشش بر کاهش وزن قارچ دکمه‌ای در شکل ۲ نشان داد میزان کاهش وزن پوشش پلی وینیل کلرید شفاف به طور معنی داری بیشتر از پلی وینیل کلرید کشسان است. این نتایج مشابه با یافته‌های گویلنوم و همکاران<sup>۳</sup> بود. این محققان بیان کردند نفوذپذیری بالای پلی وینیل کلرید شفاف نسبت به بخار آب سبب کاهش وزن بالای قارچ می‌شود.

جهت استفاده از جاذب الرطوبه‌ی سیلیکاژل، این کریستال پس از پودر شدن و توزین در داخل کاغذ صافی بسته بندی شده و بسته‌ها بدون تماس مستقیم با قارچ‌ها در بسته نهایی قرار گرفتند. جاذب الرطوبه‌ی ابر اسفنجی نیز به صورت لایه‌ای در کف بسته‌ی مورد نظر واقع شد. جهت بسته بندی قارچ با پوشش‌های پلی وینیل کلرید کشسان ابتدا قارچ‌ها در سبدهای PS<sup>۶</sup> (عمق ۵/۲ cm، عرض ۱۲cm و طول ۱۷ cm) قرار گرفته و سپس بسته بندی شدند.

بررسی صفات کمی و کیفی قارچ‌ها در زمان ورود نمونه‌ها به یخچال و در فواصل زمانی معین (صفر، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز پس از نگهداری) انجام شد. برای محاسبه‌ی درصد کلاهک‌های باز تعداد قارچ‌های با غشا باز در روز آخر نگهداری شمرده شده و طبق فرمول زیر میزان باز شدن کلاهک بر حسب درصد بیان گردید.

$$100 \times \frac{\text{تعداد قارچ با کلاهک باز}}{\text{تعداد کل قارچ}} = \text{درصد کلاهک های باز}$$

جهت تعیین میزان افت وزن قارچ‌ها، ابتدا در روز اول نگهداری (روز صفر) قارچ‌ها وزن شده سپس ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز پس از نگهداری نیز توزین گردیدند. درصد کاهش وزن بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید.

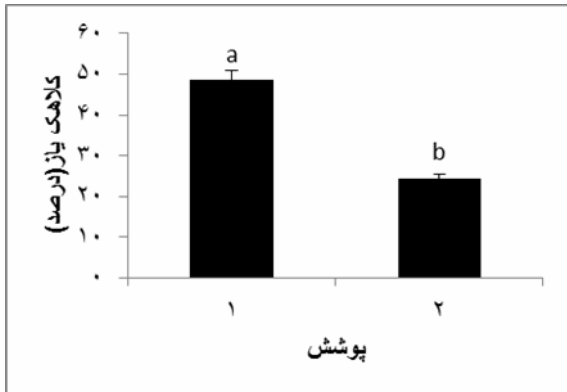
$$100 \times \frac{\text{وزن قارچ در روز X} - \text{وزن قارچ در روز صفر}}{\text{وزن قارچ در روز صفر}} = \text{درصد کاهش وزن}$$

$$X = \text{پس از ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز}$$

ارزیابی حسی رنگ سطح کلاهک و اندیس رسیدگی با حضور ۶ داور و با استفاده از روش آماری مقایسه چندگانه<sup>۷</sup> (مقایسه تیمارها بین یکدیگر) بر اساس روش کرامر صورت گرفت [۶]. امتیاز یک برای بهترین و امتیاز ۴ برای بدترین کیفیت ارزیابی شد

6. Poly styrene  
7. Multiple comparison test

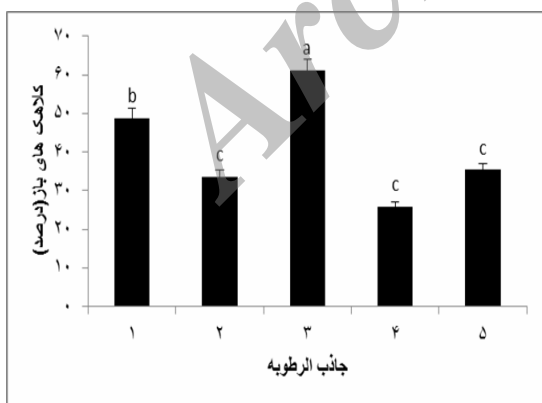
پوشش پلی وینیل کلرید کشسان نسبت به سایر پوشش‌ها دارای کمترین میزان کلاهی‌های باز بود. ویلایکاسا و همکاران<sup>۱۴</sup> در این رابطه نشان دادند نفوذپذیری پلی وینیل کلرید کشسان نسبت به اکسیژن و دی اکسید کربن به ترتیب ۱۶ کیلوپاسکال و ۲ کیلوپاسکال است و میزان باز شدن کلاهی با کاهش غلظت اکسیژن و افزایش دی اکسید کربن کاهش می‌یابد (شکل ۴).



شکل ۴ اثر نوع پوشش بر میزان کلاهی‌های باز قارچ دکمه‌ای

۱. پلی وینیل کلرید شفاف، ۲. پلی وینیل کلرید کشسان

همچنین در رابطه با اثر جاذب الرطوبه بررسی‌ها نشان داد بیشترین درصد کلاهی‌های باز مربوط به جاذب الرطوبه سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به همراه ابر اسفنجی است که با جذب بیش از حد رطوبت و کاهش بسیار بالای رطوبت بافت قارچ سبب افزایش درصد کلاهی‌های باز می‌گردند (شکل ۵). این نتایج با تحقیقات تقی زاده و همکاران<sup>۱۳</sup> مطابقت داشت.

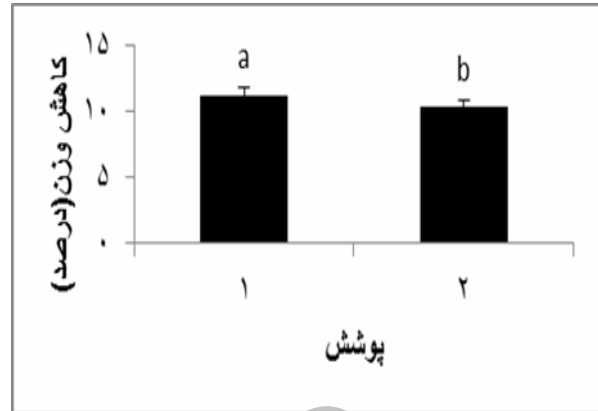


شکل ۵ نوع جاذب الرطوبه بر درصد کلاهی‌های باز قارچ دکمه‌ای. ۱.

سیلیکاژل (۱/۲۵g)

۲. سیلیکاژل (۲/۵g)، ۳. سیلیکاژل (۱/۲۵g) به همراه ابر اسفنجی ۴.

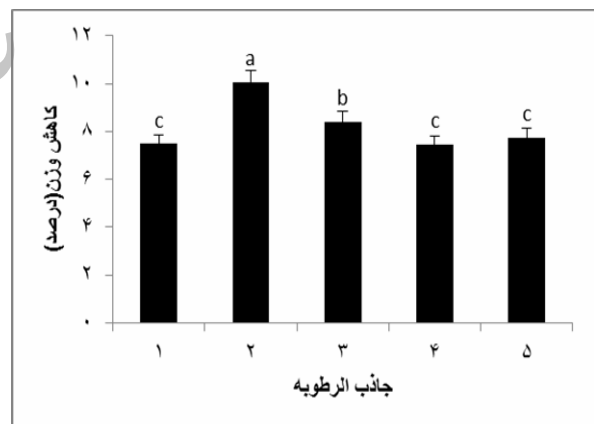
ابر اسفنجی ۵. شاهد)



شکل ۲ اثر نوع پوشش بر درصد کاهش وزن قارچ دکمه‌ای

۱. پلی وینیل کلرید شفاف، ۲. پلی وینیل کلرید کشسان

بیشترین میزان کاهش وزن مربوط به تیمار حاوی سیلیکاژل (۲/۵ گرم) بود (شکل ۳). تیمارهای سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)، ابر اسفنجی و شاهد از نظر کاهش وزن تفاوت معنی داری نداشتند. جاذب الرطوبه ی سیلیکاژل (۲/۵ گرم) به علت جذب آب بیش از حد سبب افزایش تنفس قارچ شده و این عامل کاهش وزن را باعث می‌گردد. این نتایج با یافته‌های ماهاجان و همکاران<sup>۹</sup> مطابقت داشت.



شکل ۳ نوع جاذب الرطوبه بر میزان کاهش وزن قارچ دکمه‌ای. ۱. سیلیکاژل

(۱/۲۵g)

۲. سیلیکاژل (۲/۵g)، ۳. سیلیکاژل (۱/۲۵g) به همراه ابر اسفنجی ۴. ابر

اسفنجی ۵. شاهد)

بررسی‌ها نشان می‌دهد به طور کلی با افزایش مدت زمان نگهداری باز شدن کلاهی نیز افزایش می‌یابد [۴]. طبق نتایج به دست آمده برای باز شدن کلاهی در بین پوشش‌های به کار رفته

تیمارها تفاوت معنی داری دارد. پوشش پلی وینیل کلرید کشسان دارای نفوذپذیری کمی نسبت به بخار آب است و این عامل سبب کاهش افت وزن می‌شود. این مشاهدات با یافته های ماهاجان و همکاران<sup>۹</sup> مطابقت داشت.

در جدول ۲ اثر متقابل پوشش و جاذب الرطوبه بر کاهش وزن قارچ دکمه‌ای قابل مشاهده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها نشان داد تیمار شاهد به همراه پوشش پلی وینیل کلرید کشسان دارای کمترین میزان کاهش وزن است و نسبت به سایر

جدول ۲ مقایسه میانگین اثر نوع پوشش و جاذب الرطوبه بر کاهش وزن

کاهش وزن	نوع جاذب الرطوبه	نوع پوشش
۹/۳±۰/۳d	سیلیکاژل (۱/۲۵g)	پلی وینیل کلرید شفاف
۹/۶±۰/۴۸d	سیلیکاژل (۲/۵g)	
۱۱/۶±۰/۰۱c	سیلیکاژل (۱/۲۵g) به همراه ابر اسفنجی	
۹/۰±۰/۳۳d	ابراسفنجی	
۱۱/۸±۰/۲۱ b	شاهد	
۸/۲±۰/۵f	سیلیکاژل (۱/۲۵g)	پلی وینیل کلریدکشسان
۱۵/۵±۰/۴۵ a	سیلیکاژل (۲/۵g)	
۸/۴±۰/۱۶e	سیلیکاژل (۱/۲۵g) به همراه ابر اسفنجی	
۷/۷۰±۰/۰۵ g	ابراسفنجی	
۷/۱۰±۰/۴۱ h	شاهد	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک ستون از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی داری ندارند

گرم) و ابر اسفنجی به همراه پلی وینیل کلرید کشسان دارای کمترین میزان درصد باز شدن کلاهک بودند.

تاثیر متقابل پوشش و جاذب الرطوبه بر ویژگی‌های کمی قارچ دکمه‌ای در جدول ۳ آورده شده است. اثر متقابل پوشش و جاذب الرطوبه بر درصد کلاهک باز نشان داد تیمارهای سیلیکاژل (۱/۲۵

جدول ۳ مقایسه میانگین اثر نوع پوشش و جاذب الرطوبه بر میزان باز شدن کلاهک

باز شدن کلاهک	نوع جاذب الرطوبه	نوع پوشش
۷۰/۸±۰/۲۹ a	سیلیکاژل (۱/۲۵g)	پلی وینیل کلرید شفاف
۶۱/۱±۰/۱۱ b	سیلیکاژل (۲/۵g)	
۷۰/۸±۰/۲۳a	سیلیکاژل (۱/۲۵g) به همراه ابر اسفنجی	
۱۴/۳±۰/۴۰d	ابراسفنجی	
۵۲/۵±۰/۲۰b	شاهد	
۰/۰±۰/۵e	سیلیکاژل (۱/۲۵g)	پلی وینیل کلریدکشسان
۲۸/۶±۰/۰۶ c	سیلیکاژل (۲/۵g)	
۱۲/۵±۰/۹d	سیلیکاژل (۱/۲۵g) به همراه ابر اسفنجی	
۰/۰±۰/۵e	ابراسفنجی	
۲۵/۰±۰/۰۳c	شاهد	

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی داری ندارند

سیلیکاژل (۲/۵ گرم) به همراه پلی وینیل کلرید شفاف و کاهش رطوبت داخل بسته در تیمار حاوی سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به همراه پلی وینیل کلرید کثیف سبب کاهش فعالیت میکروب‌ها و در نتیجه کاهش لکه‌های قهوه‌ای باکتریایی ایجاد شده بر سطح کلاهک می‌شود [۵].

جدول ۴ نشان داد تیمارهای سیلیکاژل (۲/۵ گرم) به همراه پلی وینیل کلرید شفاف و سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به همراه پلی وینیل کلرید کثیف از نظر رنگ سطح کلاهک با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند و این تیمارها بهترین امتیاز را توسط داوران کسب نمودند. این نتایج حاکی از آن بود که نفوذپذیری بسیار بالای پوشش پلی وینیل کلرید شفاف نسبت به رطوبت در تیمار حاوی

جدول ۴ نتایج امتیاز رنگ در تیمارهای مختلف قارچ دکمه‌ای

روز ۱۶	روز ۱۲	روز ۸	روز ۴	روز صفر	نوع جاذب الرطوبه	نوع پوشش
۱۴b	۱۲b	۱۰b	۱۰b	۶a	سیلیکاژل (۱/۲۵g)	پلی وینیل کلرید شفاف
۸a	۸a	۸a	۶a	۶a	سیلیکاژل (۲/۵g)	
۱۴b	۱۲b	۱۰b	۸b	۷a	سیلیکاژل (۱/۲۵g) به همراه ابر اسفنجی	
۱۹b	۹b	۹b	۹b	۶a	ابراسفنجی	
۱۹b	۱۳b	۱۰b	۱۰b	۸a	شاهد	
۸a	۸a	۸a	۸a	۸a	سیلیکاژل (۱/۲۵g)	پلی وینیل کلرید کثیف
۱۵b	۱۵b	۱۴b	۱۱b	۶a	سیلیکاژل (۲/۵g)	
۱۵b	۱۱b	۸a	۸a	۶a	سیلیکاژل (۱/۲۵g) به همراه ابر اسفنجی	
۱۷b	۱۰b	۱۰b	۱۰b	۶a	ابراسفنجی	
۱۲b	۱۲b	۱۲b	۱۰b	۹b	شاهد	

a= کیفیت مطلوب b= کیفیت متوسط c= کیفیت بد

همچنین مقدار آب بافت قارچ، بیش از حد لازم، کاهش می‌یابد. تقی زاده و همکاران<sup>۱۳</sup> در این رابطه بیان نمودند اندیس رسیدگی قارچ با افزایش خشکی آن افزایش می‌یابد. در واقع کاهش میزان آب بافت در طی دوره نگهداری سبب کاهش نیروهای چسبندگی آب و سایر مولکولهای هیدروفیل مانند پروتئین، که مسئول سالم ماندن کلاهک است، می‌شود و این عامل سبب افزایش اندیس رسیدگی می‌گردد.

نتایج حاصل از جدول ۵ در رابطه با اندیس رسیدگی نشان داد تیمار سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به همراه ابر اسفنجی با پوشش پلی وینیل کلرید شفاف نسبت به سایر تیمارها توسط داوران بدترین امتیاز را کسب نمود و سایر تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند. در این تیمار به علت نفوذپذیری بالای پلی وینیل کلرید شفاف نسبت به بخار آب و همچنین جذب آب توسط ابر اسفنجی و سیلیکاژل مقدار رطوبت داخل بسته و

جدول ۵ نتایج امتیاز اندیس رسیدگی در تیمارهای مختلف قارچ دکمه‌ای

نوع پوشش	نوع جاذب‌الرطوبه	روز صفر	روز ۴	روز ۸	روز ۱۲	روز ۱۶
پلی وینیل کلرید شفاف	سیلیکاژل (۱/۲۵g)	۶a	۸a	۱۴b	۱۶b	۱۸b
	سیلیکاژل (۲/۵g)	۶a	۶a	۶a	۶a	۱۲b
	سیلیکاژل (۱/۲۵g) به همراه ابر اسفنجی	۶a	۶a	۶a	۱۴b	۳۸c
	ابراسفنجی	۶a	۶a	۶a	۱۸b	۱۸b
	شاهد	۶a	۶a	۶a	۱۲b	۲۴b
پلی وینیل کلرید کشسان	سیلیکاژل (۱/۲۵g)	۶a	۱۲b	۱۲b	۱۲b	۱۲b
	سیلیکاژل (۲/۵g)	۶a	۸a	۱۲b	۱۴b	۱۸b
	سیلیکاژل (۱/۲۵g) به همراه ابر اسفنجی	۶a	۶a	۶a	۱۴b	۱۴b
	ابراسفنجی	۶a	۸a	۱۲b	۱۲b	۱۵b
	شاهد	۶a	۶a	۱۲b	۱۲b	۱۸b

a= کیفیت مطلوب b= کیفیت متوسط c= کیفیت بد

#### ۴- نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار پوشش بسته‌بندی از نوع پلی وینیل کلرید کشسان به همراه سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به عنوان جاذب الرطوبه جهت بسته‌بندی فعال قارچ دکمه‌ای در مدت زمان شانزده روز مناسب است. به طور کلی طبق نتایج بدست آمده میزان کاهش وزن و باز شدن کلاهک پوشش بسته‌بندی پلی وینیل کلرید کشسان نسبت به پلی وینیل کلرید شفاف کمتر بود. همچنین در بین جاذب الرطوبه های به کار رفته تیمار سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) با شاهد (هر دو نوع پوشش بسته‌بندی پلی وینیل کلرید بدون جاذب الرطوبه) از نظر میزان کاهش وزن تفاوت معنی داری نداشت. در رابطه با ارزیابی حسی نیز، تیمارهای پوشش بسته‌بندی از نوع پلی وینیل کلرید شفاف به همراه سیلیکاژل (۲/۵ گرم) و پلی وینیل کلرید کشسان به همراه سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) از نظر رنگ توسط داوران بهترین امتیاز را کسب نمودند.

#### ۵- منابع

- [2] Arte's, F., Conesa, M.A., Herná'ndez, S. and Gil, M.I. (1999). Keeping quality of fresh-cut tomato. *Journal Of Postharvest Biology and Technology*. 17, 153-162.
- [3] Guillaume, C., Schwab, I. and Gontard, N. (2010). Bio based packaging for improving preservation of fresh common mushrooms (*Agaricus bisporus* L.). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 11, 690-696.
- [4] Jiang, T., Zheng, X., Li, J. and Ying, T. (2011). Integrated application of nitric oxide and MAP to improve quality retention of button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food Chemistry*. 126, 1693- 1699.
- [5] Jolivet, S., Arpin, N., Wichers, H. J., and Pellon, G. (1998). *Agaricus bisporus* Browning: A review. *Mycological Research*. 102, 1459-1483.
- [6] Kramer, A. and Twigg, B.A. 1966. Quality control for the food industry. AVI publishing Company. 54.
- [7] Kim, K.M., Park, H.J. and Hanna, M.A. (2006). Effect of modified atmosphere packaging on the shelf-life of coated, whole and sliced mushrooms, *LWT-Food Science and Technology*. 39(4), 365-372.
- [8] Mahajan, P.V., Oliveira, F.A.R. and Frias, J. (2007). Development of user friendly software

- [1] Ares, G., Lareo, C. and Lema, P. (2007). Modified atmosphere packaging for post harvest storage of mushroom. *Journal of Fresh Product*. 1, 32-40.



- [12] Simon, A., Gonzalez-Fandos, E. (2005). Ways of prolonging the shelf-life of fresh mushrooms. *Mushroom Science*. 6,463-474.
- [13] Taghizadeh, M., Gowen, A., Ward, P. and O'Donnell, C.P. (2011). Use of hyperspectral imaging for evaluation of the shelf-life of fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Innovative Food*. 11, 423-431.
- [14] Villaescusa, R. and Gil, M.I. (2003). Quality improvement of *Pleurotus* Mushrooms by MAP and moisture absorbers. *Postharvest Biology and Technology*. 28, 169-179.
- [15] Xiong, L. (2000). Extend Shelf Life of Mushroom by Using Micro-perforated Film (research proposal). Department of Food Science. Pennsylvania State University. 1-22.
- for design of MAP for fresh and freshcut produce. *Innovative Food Science Technologies*. 8(1), 84-92.
- [9] Mahajan, V.P., Motel, A. and Leonhard, A. (2008). Development of a moisture absorber for packaging of fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biology and Technology*. 48, 408-414.
- [10] Roy, S., Anantheswaran, R. C., and Beelman, R. B. (1995). Fresh mushroom quality as affected by MAP. *Food Science*. 60(2), 334-340.
- [11] Shirazi, A., Cameron, A.C. (1992). Controlling relative humidity in MAP of tomato fruit. *HortScience*. 27, 336-339.

Archive of SID

## The effect of active packaging by polyvinyl chloride film on the marketability of button mushroom

Karimi, N. <sup>1</sup>, Mosharraf, L. <sup>2\*</sup>

1. M.S.c student of Gorgan university

2. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department

(Received: 91/8/16 Accepted: 92/3/8)

Active packaging is one of the innovative concepts in food packaging that has been used for controlling environmental parameters such as moisture content in the package. In this study the quality and quantity characteristics of button mushroom were investigated by color, maturity index, opening caps and weight loss after the storage at refrigerator temperature ( $5 \pm 2$  ° C). The treatments included packaging film at two levels: (clear PVC box and stretch PVC), moisture absorber at four levels: and storage time at five levels: (0, 4, 8, 12 and 16 days). Four moisture absorber treatments were included: the first treatment containing silica gel 1.25 g, the secondary treatment silica gel 2.5 g, the third treatment only spongy foam, the fourth treatment containing silica gel 1.25 g and spongy foam. The analyses showed that the stretch PVC in comparison to clear PVC films had the lowest open cap mushroom and weight loss. Silica gel (1.25g) treatment and only foam treatment with stretch PVC film had the lowest open cap. The sensorial evaluation showed there was no significant difference between treatments in terms of maturity index. In terms of cap color, judges preferred button mushrooms treatments by silica gel (1.25 g) with clear PVC box and Silica gel (1.25g) with stretch PVC treatments and there were significant differences between them and other treatments.

**Key word:** Active packaging, Polyvinyl chloride, Silica gel, Spongy foam, button mushroom

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: mosharaf@ag.iut.ac.ir