

(مقاله پژوهشی)

## تاثیر بسته بندی نانوکامپوزیتی پلی اتیلن - نانوسلولز بر افزایش ماندگاری قارچ دکمه ای

راحله اسماعیلی دارابی<sup>۱</sup>، حامد افشاری<sup>۲\*</sup>، رسول لسان خوش منفرد<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، مدیر عامل شرکت دانش بنیان بسپار پیشرفته شریف، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۴

### چکیده

امروزه مصرف قارچ دکمه ای با توجه به طعم مطلوب و ارزش تغذیه ای بالای آن رو به افزایش است. نگهداری و ماندگاری قارچ دکمه ای یکی از معضلات این محصول می باشد. در این تحقیق، تاثیر بسته بندی از جنس نانوکامپوزیت پلی اتیلن - نانوسلولز با درصدهای مختلف نانوسلولز (صفر [نمونه شاهد]، ۱٪، ۲٪، ۵٪ و منتشرکننده شاهد) و همچنین پدهای ساطع کننده گاز دی اکسید کربن بر روی زمان نگهداری قارچ دکمه ای مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این منظور، نمونه های قارچ دکمه ای در بسته بندی های مذکور و در یخچال با دمای ۳ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. قارچ دکمه ای در روزهای ۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۳ از لحاظ تنفس، وزن، ظاهر، طعم و همچنین مقدار رطوبت و pH مورد بررسی قرار گرفتند. داده ها از طریق تجزیه و تحلیل واریانس توسط نرم افزار SPSS در سطح اطمینان ۹۵٪ بر اساس نتایج به دست آمد، تیمار حاوی ۲ درصد نانوسلولز به عنوان تیمار بهینه از لحاظ ماندگاری معرفی گردید که دارای کم ترین افزایش رطوبت، کمترین میزان کاهش وزن و دی اکسید کربن، بیشترین امتیاز رنگ کلاهک، ساقه و داخل کلاهک تا روز ۱۰ام نگهداری می باشد. بنابراین می توان نگهداری قارچ دکمه ای را با بسته بندی کامپوزیت نانوسلولز ۲ درصد، تا مدت ۱۰ روز افزایش داد.

**واژه های کلیدی:** بسته بندی، قارچ دکمه ای، نانوکامپوزیت نانوسلولز.

\* مسؤل مکاتبات: [Hamedafshari@gmail.com](mailto:Hamedafshari@gmail.com)

## ۱- مقدمه

استفاده می شود. الیاف سلولزی می توانند به عنوان یک ماده زمینه آب دوست موثر نسبت به تشکیل هسته و رشد ذرات معدنی در محلول های آب دوست عمل کنند (۶). به طور کلی، میزان ماندگاری یکی از چالش های اصلی نگهداری قبل از مصرف و صادرات محصولات کشاورزی می باشد. طراحی یک پلیمر مهندسی شده می تواند کمک شایانی در افزایش ماندگاری و افزایش ارزش افزوده محصول کشاورزی داشته باشد (۱۶، ۲۵). در این پژوهش با بکارگیری نانوسلولز با درصد های مختلف، در پلیمر پلی اتیلن، نانوکامپوزیتی مرکب از اتیلن و نانوسلولز ایجاد گردید تا علاوه بر کنترل تنفس و میزان بار میکروبی بتواند میزان نگهداری قارچ را افزایش دهد. این تحقیق از این حیث حائز اهمیت است که می تواند به رفع چالش نگهداری و محصولات کشاورزی کمک کند. هدف این پژوهش بررسی اثر بسته بندی کامپوزیتی پلی اتیلن\_نانو سلولز و تاثیر آن بر زمان ماندگاری قارچ دکمه ای است.

## ۲- مواد و روش ها

## ۱-۲- قارچ دکمه ای

جهت به حداقل رساندن تلفات و ضایعات احتمالی محصول دستیابی به قارچ تازه جهت پژوهش؛ ۹ کیلو گرم از قارچ دکمه ای در زمان برداشت از تولید کننده دریافت و در مدت زمان کوتاه (همان روز) به آزمایشگاه جهت بسته بندی انتقال داده شد.

## ۲-۲- نانوسلولز

با توجه به عدم وجود نانو سلولز کریستالی در ایران، ۴۰۰ گرم پودر نانو کریستال سلولز از شرکت Alberta Innovates Technology Futures مستقر در ایالت آلبرتا کانادا تهیه گردید. مشخصات نانو سلولز تهیه شده در جدول ۱ جمع آوری شده است.

تقاضای روز افزون برای رژیم های غذایی سالم و ابداع راهکارهای مناسب به منظور کاهش ضایعات فراوان میوه و سبزیجات (قارچ) و نیاز به بسته بندی مناسب جهت حفظ ارزش تغذیه ای و تازگی این محصولات از اهمیت خاصی برخوردار است (۱۲، ۱۴، ۳۳). مصرف قارچ با توجه به طعم و رایحه مطلوب و ارزش تغذیه ای آن (منبعی غنی از اسیدهای آمینه ضروری متعدد، ویتامینها و مواد معدنی)، رو به افزایش است. قارچ ها دوره ماندگاری کوتاه ۳-۴ روزه دارند (۱۱، ۷، ۳۰). کیفیت محصول رابطه مستقیمی با زمان برداشت تا زمان عرضه آن به دست مشتری و مصرف کننده دارد. شایع ترین عوامل افت کیفیت در قارچ ها؛ واکنش قهوه ای شدن، از دست رفتن آب، بد طعمی و فساد میکروبی است (۱۳). "نانوکامپوزیت های پلیمری" با توجه به قابلیت های بسیار، امکان دستیابی به صنعت هوشمند بسته بندی مواد غذایی را فراهم می سازد که نتیجه آن حصول اطمینان از ایمنی مواد غذایی و جلب رضایت مصرف کننده است (۱۸، ۲۱). این بسته بندی ها نسبت به شرایط داخل بسته، تغییرات فعالانه ای ایجاد می کند که به افزایش عمر محصول، بهبود ایمنی و خواص حسی و حفظ کیفیت محصول در مدت زمان نگهداری منجر می شود. هدف از بسته بندی قارچ جلوگیری از فساد میکروبی و از دست رفتن مواد مغذی و در نتیجه افزایش مدت زمان ماندگاری آن ها است، بسته بندی مواد غذایی از عمده ترین کاربردهای فناوری نانو می باشد (۱۲، ۱۳، ۱۵، ۲۴). استفاده از نانوسلولز به عنوان یکی از راه های افزایش ماندگاری قارچ در این تحقیق مورد بحث قرار گرفت. سلولز به عنوان فراوان ترین پلیمر طبیعی دارای خصوصیات بی نظیری است که قابل مقایسه با الیاف مصنوعی نمی باشد. از روش های سل ژل به طور گسترده ای در آماده سازی مواد پیوند آلی

جدول ۱- مشخصات فنی ذرات CNC

رنگ	دانسیته (g.cm <sup>-3</sup> )	قطر ذرات <sup>۲</sup> (nm)	طول ذرات (nm)	مورفولوژی	سطح ویژه (m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	دمای شروع تخریب (°C)
سفید	۱/۶	۵-۱۵	۱۰۰-۲۰۰	سوزنی شکل	۲۰۰-۳۰۰	۲۵۰

حالت مذاب دمای دستگاه اکسترودر از ۱۸۰ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد و سرعت ماریچ ۱۰۰ تا ۱۶۰ دور بر دقیقه تنظیم گردید. در مرحله بعد، جهت تهیه فیلم های بسته بندی از گرانول های تولید شده از دستگاه تولید فیلم با برند برابندر آلمان در پژوهشگاه پلیمر ایران استفاده شد. در این دستگاه نیز گرمکن ها از ۱۸۰ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد تنظیم شد. خروجی دستگاه، فیلم هایی با عرض ۲۵ سانتیمتر و ضخامت ۲۰ میکرون تهیه شد. لازم به ذکر است که قبل از تولید فیلم جهت دفع آب می بایست گرانولهای پلیمر را به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد در آون نگهداری شوند. پودر نانو سلولز در چهار ترکیب مطابق جدول ۲ با پلی اتیلن مخلوط شدند.

پلی اتیلن سبک (LDPE) گرانول پلی اتیلن سبک از پتروشیمی بندر امام تهیه شد که دارای چگالی ۰/۹۶ گرم بر سانتیمتر مکعب و شاخص جریان مذاب (MFI) ۱/۷ (۱۰ دقیقه، ۲۳۰ درجه سانتیگراد، ۲/۱۶ گرم) می باشد.

### ۳-۲- روش ها

#### ۳-۲-۱- روش تهیه نمونه نانو کامپوزیتی

در ابتدا پودر ذرات نانوسلولز و گرانول پلی اتیلن سبک با درصدهای ۰/۵، ۱، ۲ و ۵ درصد وزنی بصورت فیزیکی مخلوط شد. سپس مخلوطهای تهیه شده از داخل دستگاه اکسترودر همسو دو ماریچ (با قطر ماردون ۱۹ میلیمتر و نسبت طول به قطر ۴۰ با برند ZSK، آلمان) در پژوهشگاه پلیمر ایران، جهت اختلاط در حالت مذاب عبور داده شد. در حین اختلاط در

جدول ۲- تیمارهای مختلف نانو سلولز کریستال در نانو کامپوزیت

Sample designation	CNC (wt%)
NC0 <sup>۱</sup>	-
NC1	0.5
NC2	1
NC3	2
NC4	5

<sup>۱</sup> pure PE

#### ۳-۳-۲- تهیه نمونه های تحقیق

از قبل کسیه های نانوسلولز آماده و شماره گذاری شدند. نمونه های مورد نظر از قارچ های تازه و با سطح سفید انتخاب، وزن کشی و عکسبرداری شدند. سپس داخل هر نمونه سلولز دو عدد قارچ قرار داده شد، با استفاده از دستگاه دوخت حرارتی دستی Fs-300 نمونه های قارچ را بسته بندی نموده و

#### ۳-۳-۲- میکروسکوپ های الکترونی روبشی (SEM)

با استفاده از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مرکز پژوهش متالوژی رازی (مدل TeScan - Mira III، ساخت ساخت کشور جمهوری چک) تصویر میکروسکوپی از مواد اولیه تهیه شد.

آمریکا) مبتنی بر بکارگیری سنسور مادون قرمز برای گاز CO<sub>2</sub> و سنسور الکتروشیمیایی برای گاز O<sub>2</sub> در روزهای ۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ و ۱۳ نگهداری برای بسته‌های کامپوزیتی پلی اتیلن-نانوسولوز قارچ دکمه‌ای مورد آزمون قرار گرفت (۲).

### ۲-۳-۴-۵- ارزیابی رنگ ظاهری کلاهک، ساقه و داخل کلاهک قارچ

به دلیل محدودیت امکانات و عدم امکان استفاده از دستگاه، از روش هدونیک نه نقطه ای جهت ارزیابی رنگ و ظاهر قارچ استفاده شد. بر اساس تست هدونیک نه نقطه‌ای (رنگ معمول و یکنواخت و قوی=۹، نسبتا قوی=۷، متوسط=۵، بد=۳، خیلی بد=۱) از پانلیست‌ها خواسته شد نمونه‌ها را ارزیابی نمایند. جامعه آماری کل واحدهای تولید قارچ دکمه‌ای استان تهران بودند بر اساس معیار نزدیکی مکانی و نقش تعیین کننده زمان در تازگی محصول و انتقال آن به آزمایشگاه، محصول از تولید زندی دریافت شد. نمونه‌های تحقیق در ۴ سطح از نانوسولوز (۰، ۱، ۲، ۵ درصد و منتشر کننده دی‌اکسید کربن) و نمونه شاهد که در ۶ دوره زمانی (روزهای ۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۳ ام نگهداری) و با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند در مجموع ۴۵ تیمار جهت انجام آزمون‌ها می‌باشند. برای مقایسه تست‌ها از جداول تجزیه و تحلیل واریانس و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و جهت تجزیه تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS در سطح اطمینان ۹۵٪ و به منظور رسم شکل‌ها و جداول از نرم افزار Excel، استفاده شد. پس دو تیمار غلظت نانوسولوز و زمان نگهداری یا سطوح مختلف در این تحقیق دیده شده است؟

### ۳-نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی نتایج pH بسته‌های کامپوزیتی پلی اتیل- نانوسولوز قارچ دکمه‌ای  
با توجه به نتایج ذکر شده در شکل ۱ مشخص گردید که درصدهای مختلف نانوسولوز در سطح ۵ درصد و زمان

در دمای معمولی ۳ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری و با فاصله‌های زمانی ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۳ روز آزمون‌ها انجام گردید. لازم به ذکر است که علاوه بر نمونه‌ی شاهد، یک تیمار حاوی ساطع کننده‌ی گاز دی‌اکسید کربن (به شکل پد) تهیه شد. این پد حاوی ترکیب پودری شکل بی‌کربنات سدیم و اسید استیک به نسبت ۱:۱ می‌باشد. این پد نقش تولید کننده گاز دی‌اکسید کربن را در بسته بندهای دارد تا تاثیر حضور دی‌اکسید کربن بر ماندگاری قارچ دکمه‌ای بررسی شود.

### ۲-۳-۴- روش آزمون‌ها

#### ۲-۳-۴-۱- اندازه‌گیری pH

یکی از قارچ‌ها را از وسط نصف کرده و pH متر کاغذی (سطح رنگی) را به روی قسمت برش خورده آن قرار داده و بعد از یک دقیقه از روی سطح قارچ برداشته و تغییرات رنگی مشاهده شده را با راهنمای رنگی سطح جلد بسته pH متر کاغذی، مقایسه و نتیجه بدست آمده ثبت شد.

#### ۲-۳-۴-۲- اندازه‌گیری میزان رطوبت

از دستگاه رطوبت سنج مدل CEM DT-129 استفاده شد بدین منظور قارچ‌ها به دو نیم مساوی برش داده و در پروب‌های سوزنی شکل دستگاه قرار می‌گرفتند تا میزان رطوبت اندازه‌گیری گردد.

#### ۲-۳-۴-۳- اندازه‌گیری میزان کاهش وزن قارچ‌ها

در طول مدت نگهداری به صورت منظم، وزن قارچ‌ها اندازه‌گیری و نسب به وزن اولیه سنجیده شده و به درصد ثبت شدند. برای محاسبه از رابطه ۱، استفاده شد. بطوری که W درصد افت وزن، MI وزن اولیه و M2 وزن روز آزمایش می‌باشد (۲۳).

$$W = [(M1 - M2) / M1] \times 100$$

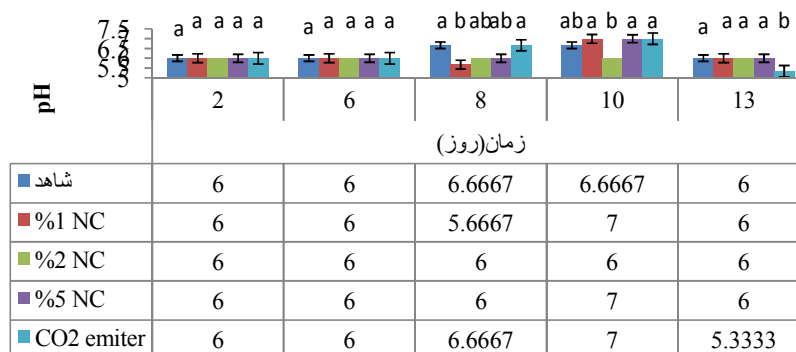
رابطه ۱:

#### ۲-۳-۴-۴- تعیین غلظت گاز CO<sub>2</sub> و O<sub>2</sub>

به صورت درصدی با استفاده از دستگاه گاز آنالیزور (مدل دیوآل تراک با دقت ۰/۰۱ ± ساخت شرکت کوانتک،

به دلیل کاهش شکسته شدن کربوهیدرات‌ها و مواد پکتینی و جلوگیری از هیدرولیز پروتئین‌ها و تجزیه گلیکوساکاریدها به واحدهای کوچکتر (سازنده) در طی تنفس می باشد (۵). حفظ اسیدهای آلی در قارچ‌ها نتیجه کاهش فرایندهای مربوط به رسیدن و پیری و کاهش سرعت تنفس و سایر فعالیت‌های متابولیکی می‌باشد. همچنین می‌تواند به دلیل نفوذ پذیری کم اکسیژن و میزان تنفس کمتر و در نتیجه جلوگیری از اکسیداسیون اسیدهای آلی باشد (۳۲). همچنین با جلوگیری از رسیدن بیش از حد باعث حفظ بهتر pH قارچ‌ها تا روز ۱۰ ام نگهداری شده است. احتمالاً حضور نانوسولوز باعث کاهش تنفس قارچ در داخل نمونه بسته‌بندی نسبت به نمونه شاهد می‌شود که این امر باعث کاهش pH در روز ۱۳ ام می‌شود. طبق بررسی‌ها pH تا مقدار ۶ الی ۷ در مورد قارچ دکمه‌ای مناسب است (۳۵، ۷). نتایج مشابهی با تحقیق اصغری و توحیدیان (۱۳۹۶) به دست آمد. آن‌ها گزارش کردند که در طی مدت نگهداری (۴۵، ۳۰، ۱۵ روز) هلو بسته‌بندی شده در ظروف بسته‌بندی مختلف (نانونقره، نانوکامپوزیت و پلی پروپیلن)، با افزایش دوره نگهداری میزان pH تا روز ۳۰ ام نگهداری تا حدودی حفظ و از افزایش بیش از حد آن جلوگیری شده و از روز ۳۰ به ۴۵ ام نگهداری، میزان pH در تمام ظروف افزایش یافت (۴).

نگهداری و اثر متقابل درصدهای مختلف نانوسولوز و زمان نگهداری بر pH بسته‌های کامپوزیتی پلی اتیلن-نانوسولوز قارچ دکمه‌ای در سطح ۱ درصد تأثیر کاملاً معنی‌داری داشتند ( $p < 0.01$ ). که علت آن می‌تواند به دلیل کاهش تنفس قارچ‌های دکمه‌ای بسته‌بندی شده باشد. در اکثر میوه‌ها و سبزیجات در طول مدت نگهداری pH افزایش می‌یابد و این به دلیل کاهش اسیدهای آلی است (۲۷). افزایش قندها و کاهش اسیدها طی نگهداری در برخی از میوه‌ها و سبزیجات منجر به افزایش pH می‌شود ولی این افزایش در اکثر محصولات کشاورزی متفاوت می‌باشد، چون علاوه بر اسیدها سایر مواد موجود نظیر قندها نیز امکان تأثیر بر pH را دارند (۲۸). عواملی که منجر به کاهش تنفس و کاهش سرعت فرآیندهای متابولیکی سلول می‌گردند، می‌توانند از کاهش اسیدهای آلی جلوگیری کرده و در بلند مدت باعث تجمع اسیدهای آلی و پایین ماندن pH گردند (۳). افزایش رطوبت (حفظ رطوبت) سبب کاهش اختلاف بخار آب بین محصول و بسته‌بندی شده در نتیجه سبب کاهش تنفس و به دنبال آن سبب کاهش تجزیه قند میوه و سبزیجات به اسید و جلوگیری از کاهش pH می‌شود (۹). pH سبزیجات و میوه‌جات در طول نگهداری با گذشت زمان به واسطه تجزیه اسیدهای آلی در فرایند تنفس به علت فرایند رسیدگی و پیرشدن افزایش می‌یابد. پایین ماندن pH در قارچ‌های بسته‌بندی شده احتمالاً



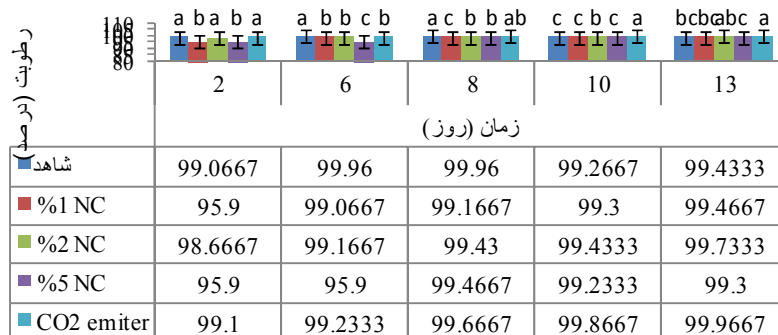
شکل ۱- تأثیر تیمارها بر pH طی مدت زمان نگهداری

مقادیر دارای حروف مشابه در روز بررسی شده در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند ( $p > 0.05$ ).

### ۲-۳- ارزیابی نتایج میزان رطوبت بسته‌های کامپوزیتی پلی اتیلن\_نانوسولز قارچ دکمه‌ای

با توجه به نتایج ذکر شده در شکل ۲، مشخص گردید که درصدهای مختلف نانو سولوز و زمان نگهداری تاثیر کاملاً معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر میزان رطوبت داشتند ( $p < 0/01$ ). علت این امر به نوع پوشش بسته‌بندی که سبب افزایش تنفس و به دنبال آن تغییرات در میزان رطوبت، است. افزایش رطوبت (حفظ رطوبت) سبب کاهش اختلاف بخار آب بین محصول و بسته‌بندی شده در نتیجه سبب کاهش تنفس و به دنبال آن سبب کاهش تجزیه قند میوه و سبزیجات به اسید و جلوگیری از کاهش pH می‌شود (۹). به نظر می‌رسد حضور نانو سولوز در دیواره بسته‌بندی باعث کاهش تنفس و ایجاد رطوبت ناشی از فرآیند پیرشدن می‌شود. در هر حال در نمونه ۲٪ و تا حدودی ۵٪ رطوبت اولیه کمتر از نمونه شاهد است که این موضوع نشان دهنده انتقال رطوبت از دیواره بسته‌بندی حاوی نانو سولوز می‌باشد. نتایج به دست آمده

از تحقیق حاضر هم پوشانی با نتیجه تحقیق کرمانی و همکاران (۱۳۹۵) دارد که در بررسی " تاثیر بسته‌بندی نانو کامپوزیت‌های زیست تخریب بر پایه پلی اتیلن- نشاسته - نانورس بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بافتی قارچ دکمه‌ای طی دوره نگهداری" به این نتیجه رسیدند در بین نمونه‌های پوشش داده شده با پلی اتیلن، نسبت به نمونه‌های دیگر بیشتر سبب حفظ رطوبت شده و در نتیجه سبب بهتر بودن رنگ و بافت نمونه‌ها شده است (۱۴). نتایج مشابهی با تحقیق Rezaee و همکاران (۲۰۱۸) بدست آمد. این محققین اثر بسته‌بندی پلی لاکتیک اسید (PLA) اصلاح شده با نانوذرات رس در کیفیت و عمر مفید قارچ را بررسی نموده و نتایج نشان داد که ظاهر و ویژگی کیفی قارچ در این بسته انتخاب شده در طول مدت نگهداری، به طور معنی‌داری از نمونه شاهد متفاوت بوده است، لذا کمترین کاهش وزن، حفظ رطوبت در قارچ‌ها مشاهده گردید (۲۹).



شکل ۲- تاثیر تیمارها بر میزان رطوبت طی مدت زمان نگهداری

مقادیر دارای حروف مشابه در روز بررسی شده در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند ( $p > 0/05$ ).

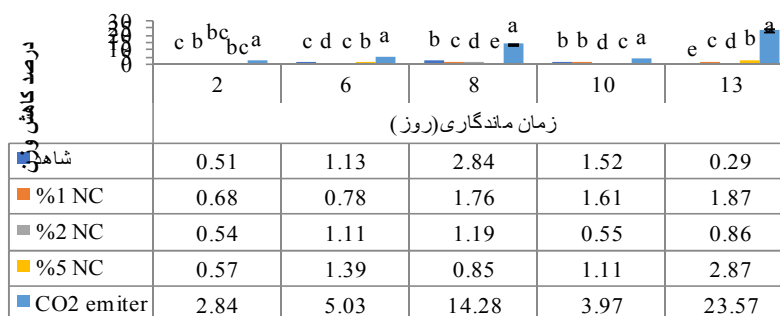
### ۳-۳- ارزیابی نتایج کاهش وزن بسته‌های کامپوزیتی پلی اتیلن\_نانوسولز قارچ دکمه‌ای

با توجه به نتایج ذکر شده در شکل ۳، مشخص گردید که درصدهای مختلف نانو سولوز تاثیر معنی‌دار بر درصد کاهش وزن ( $0/05 < p < 0/01$ ) و زمان نگهداری و اثر متقابل درصدهای مختلف نانو سولوز و زمان نگهداری در سطح ۱

درصد تاثیر کاملاً معنی‌دار بر کاهش وزن داشتند ( $p < 0/01$ ). این نتایج نشان داد که بسته‌بندی کامپوزیت نانو سولوز ۲ درصد اثر بیشتری در پیشگیری از کاهش وزن قارچ دکمه‌ای دارد. علت آن می‌تواند به ایجاد مانع بهتر در مقابل مولکول آب نسبت داده شود (۲۲).

تبدیل کرده و باعث ترش شدن و خرابی و در نتیجه آفت وزن آن‌ها می‌شود. تنفس میوه‌ها و سبزیجات تازه را می‌توان با استفاده از یک بسته‌بندی مناسب، در حد متعارف کاهش داده به طوری که میوه‌ها و سبزیجات با حفظ ترکیبات اولیه همچنان شاداب باقی بماند و آفت وزن نداشته باشند. همچنین وجود نانوسلولز که مانعی در برابر اکسیژن و رطوبت می‌باشد باعث کاهش شدت تنفس میوه و سبزیجات می‌گردد. کاهش وزن میوه و سبزیجات در نتیجه دهیدراسیون و از دست دادن آب سطح میوه‌ها و سبزیجات است (۲۵).

کاهش وزن یکی از عمده‌ترین تغییراتی است که در میوه‌ها و سبزیجات در پروسه نگهداری رخ می‌دهد. در پی این کاهش، رطوبت به طور آهسته از سطح محصول به تدریج خارج می‌شود و محصول شادابی و تازگی خود را از دست می‌دهد. در پی این پدیده وزن محصول کم شده و از نظر ظاهری محصول دچار پوسیدگی و چروکیدگی می‌شود (۲۳). علت آفت وزن قارچ در طول نگهداری می‌توان این طور بیان کرد که سبزیجات پس از برداشت تنفس می‌کنند یعنی اکسیژن هوا را جذب و دی‌اکسید کربن دفع می‌کند و اکسیژن جذب شده قندهای داخل سبزیجات را به اسیدها، الکل‌ها و غیره



شکل ۳- تأثیر تیمارها بر درصد کاهش وزن طی مدت زمان نگهداری

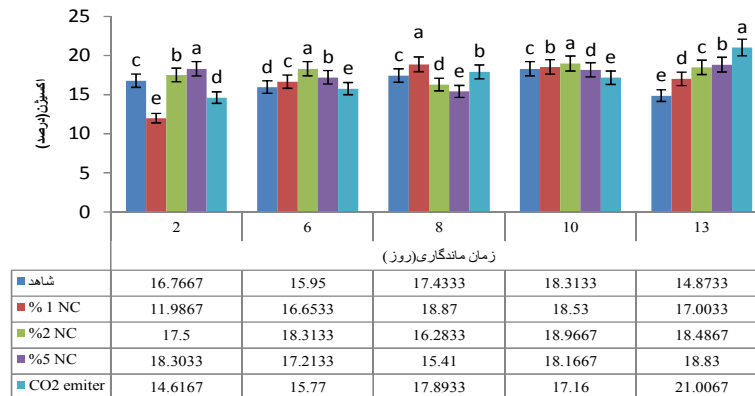
مقادیر دارای حروف مشابه در روز بررسی شده در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند ( $p > 0.05$ ).

کمتری مشاهده شد (۴). همچنین Rezaee و همکاران (۲۰۱۸) اثر بسته‌بندی پلی‌لاکتیک اسید (PLA) اصلاح شده با نانوذرات رس در کیفیت و عمر مفید قارچ را بررسی نموده و گزارش کردند ظاهر و ویژگی کیفی قارچ در این بسته انتخاب شده در طول مدت نگهداری، به طور معنی‌داری از نمونه شاهد متفاوت بوده و کمترین کاهش وزن و حفظ رطوبت، در نمونه‌های قارچ مشاهده شد (۲۹). به نظر می‌رسد یکی از مهمترین آزمون‌های مربوط به این تحقیق، بررسی تنفس قارچ باشد که آیا این بسته بندی توانسته است نفشی در آن داشته باشد یا خیر؟ آیا منظور از ارزیابی قسمت ۳-۴، آن همین است؟

نتایج مشابهی با نتایج سایر محققان بدست آمد. کرمانی و همکاران در سال ۱۳۹۵ به مطالعه "تأثیر بسته‌بندی نانو کامپوزیت‌های زیست تخریب بر پایه پلی اتیلن - نشاسته - نانورس بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بافتی قارچ دکمه‌ای طی دوره نگهداری" پرداختند و به این نتیجه رسیدند در بین نمونه‌های پوشش داده شده با پلی اتیلن، نسبت به نمونه‌های دیگر بیشتر سبب حفظ رطوبت شده و در نتیجه کاهش آفت وزن نمونه‌ها شده است (۱۴). اصغری و توحیدیان در سال ۱۳۹۶ گزارش کردند که در بسته‌بندی میوه هلو با نانو کامپوزیت‌ها در مقایسه با ظروف پلی اتیلنی، کاهش وزن

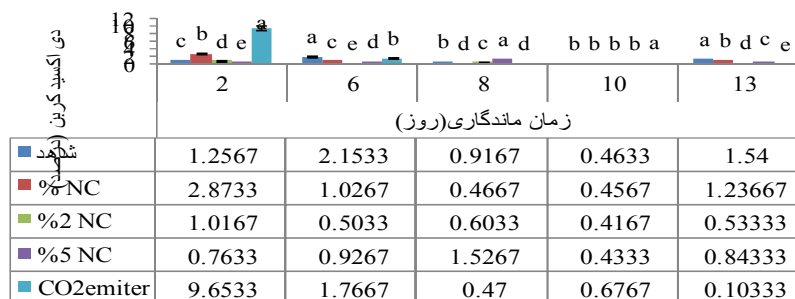
CO<sub>2</sub> و O<sub>2</sub> در تیمارهای قارچ دکمه‌ای نشان داد که میزان O<sub>2</sub> در بسته‌بندی کامپوزیتی نانوسلولز در حال افزایش و نیز میزان CO<sub>2</sub> در حال کاهش است. این تغییرات در اثر عدم فعالیت تنفس قارچ است که با کاهش تنفس قارچ، میزان CO<sub>2</sub> کاهش می‌یابد.

۳-۴- ارزیابی نتایج میزان اکسیژن و دی‌اکسیدکربن بسته‌های کامپوزیتی نانوسلولز قارچ دکمه‌ای  
با توجه به نتایج ذکر شده در شکل ۴ و ۵، مشخص گردید که درصدهای مختلف نانوسلولز، زمان نگهداری و اثر متقابل آن‌ها، تاثیر کاملاً معنی‌دار در سطح ۱ درصد بر میزان اکسیژن و دی‌اکسیدکربن داشتند ( $p < 0.01$ ). بررسی نتایج تغییرات



شکل ۴- تاثیر تیمارها بر میزان اکسیژن طی مدت زمان نگهداری

مقادیر دارای حروف مشابه در روز بررسی شده در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند ( $p > 0.05$ ).



شکل ۵- تاثیر تیمارها بر میزان دی‌اکسید کربن طی مدت زمان نگهداری

مقادیر دارای حروف مشابه در روز بررسی شده در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند ( $p > 0.05$ ).

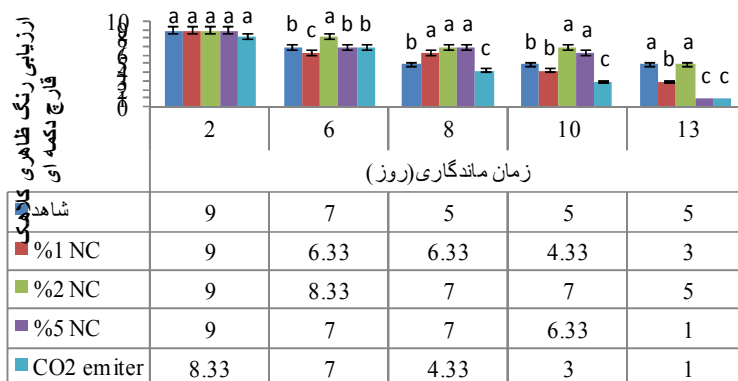


آن‌ها، در سطح ۱ درصد تاثیر کاملاً معنی‌دار بر رنگ ظاهری و داخل کلاهک، رنگ و مبدا تغییر رنگ ساقه قارچ دکمه‌ای داشتند ( $p < 0.01$ ) به طوری که با افزایش زمان نگهداری، امتیاز رنگ ظاهری کلاهک قارچ بطور معنی‌داری کاهش یافت ( $p \leq 0.05$ ). می‌توان گفت که بهترین نتیجه‌ی آزمون رنگ ظاهری مربوط به کیسه حاوی ۲٪ نانوسلولز می‌باشد. رنگ یکی از ویژگی‌های ظاهری در محصول ارائه شده می‌باشد. این پارامتر یکی از خصوصیات کیفی است که بر روی مصرف‌کننده تاثیر گذاشته و از نظر اقتصادی تاثیرات مشخصی را اعمال می‌کند (۲۳). با گذشت زمان فعالیت آنزیمی افزایش می‌یابد. این آنزیم سبب می‌شود رنگ قارچ‌های بسته‌بندی شده و شاهد به تدریج تیره‌تر و قهوه‌ای‌تر گردید. نتایج بدست آمده با نتایج سایر محققان مشابهت دارد. کرمانی و همکاران در سال ۱۳۹۵ به این نتیجه رسیدند در بین نمونه‌های پوشش داده شده با پلی‌اتیلن، نسبت به نمونه‌های دیگر سبب بهتر بودن رنگ نمونه‌ها شده است (۱۴). همچنین Eissa در سال ۲۰۰۷ که بر روی قارچ خرد شده صورت گرفت، کاهش امتیاز رنگ را گزارش نمودند (۲۰). Rezaee و همکاران (۲۰۱۸) بیان نمودند که ظاهر و ویژگی کیفی قارچ در این بسته انتخاب شده در طول مدت نگهداری، به طور معنی‌داری از نمونه شاهد متفاوت بوده است، لذا طراوت و رنگ قارچ‌ها حفظ می‌شود (۲۹).

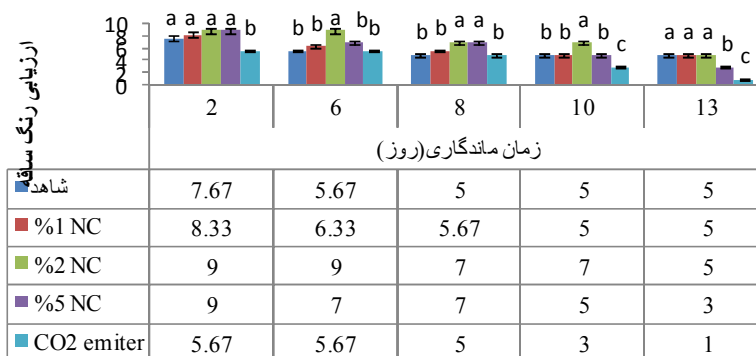
تنفس فرآیند زیستی غیرقابل اجتناب است. این پروسه یکی از مشخصه‌های بارز عوامل پس از برداشت است که در طی آن ذخایر قندی به آهستگی کم شده و محصول دچار تغییرات برگشت پذیری می‌گردد. با افزایش شدت تنفس فرآیند پیری با سرعت بیشتری به جریان می‌افتد و هر عاملی که شدت تنفس را به تعویق بیندازد سبب افزایش عمر انبارمانی محصول می‌گردد (۳۱). شهدادی ساردو و همکاران در سال ۱۳۹۳ در بررسی خود به این نتیجه رسیده‌اند که میوه‌ها و سبزیجات پس از برداشت به دلیل تعرق آب چروکیده شده و علاوه بر درخشش و تازگی مواد مغذی خود را از دست خواهند داد و پوشش دهی سطحی محصول سرعت تنفس را از طریق تنظیم نفوذپذیری اکسیژن و دی‌اکسیدکربن کاهش می‌دهد و می‌تواند مدت ماندگاری محصولات تازه را افزایش داده و باعث کاهش ضایعات شود (۸) که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت دارد. عامل بسته‌بندی به این علت اثرگذار است که با خاصیت سدکنندگی ورود اکسیژن را محدود کرده و از این طریق پدیده تنفس را کند می‌کند (۲۶). شدت تنفس بالا سبب بروز چروکیدگی و فرآیند پیری می‌شود، به همین سبب محصولات با میزان تنفس بالا شکل ظاهری و بازار پسندی خود را از دست می‌دهند. این نتیجه با فعالیت های Jiang و همکاران در سال ۲۰۱۲ که بر روی قارچ شیتاکه<sup>۱</sup> انجام یافت (۲۳)، مغایرت دارد.

### ۳-۵- ارزیابی نتایج رنگ ظاهری کلاهک، ساقه و داخل کلاهک قارچ دکمه‌ای در بسته‌بندی‌های کامپوزیتی پلی‌اتیلن\_نانوسلولز

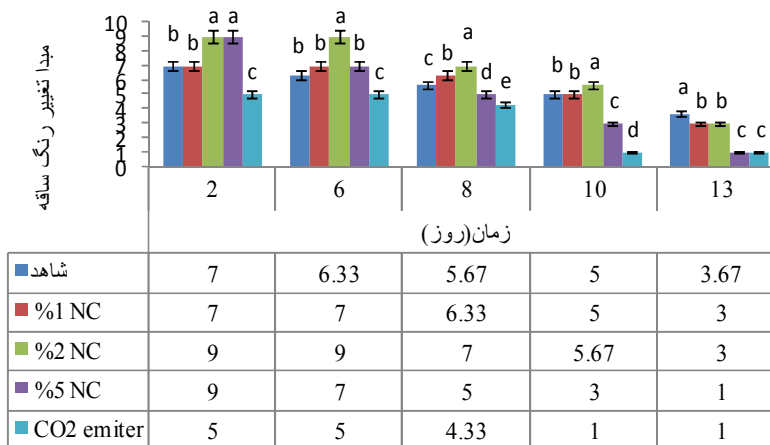
با توجه به نتایج ذکر شده در شکل ۹-۶ مشخص گردید که درصدهای مختلف نانوسلولز، زمان نگهداری و اثر متقابل



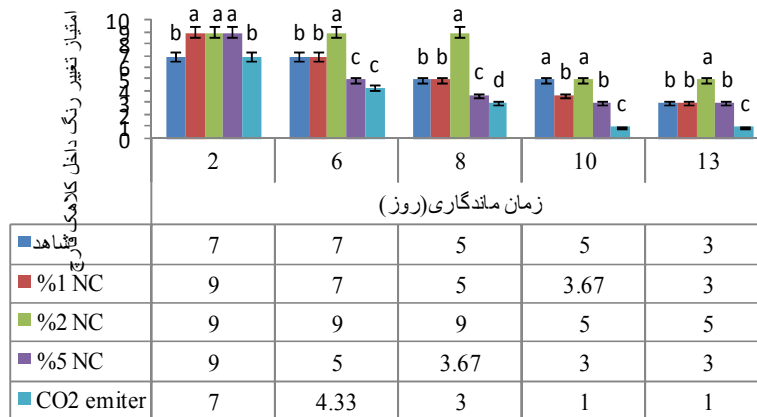
شکل ۶- تاثیر تیمارها بر ارزیابی رنگ ظاهری کلاهک قارچ دکمه ای طی مدت زمان نگهداری



شکل ۷- تاثیر تیمارها بر ارزیابی رنگ ساقه قارچ دکمه ای طی مدت زمان نگهداری



شکل ۸- تاثیر تیمارها بر ارزیابی مبدأ تغییر رنگ ساقه قارچ دکمه ای طی مدت زمان نگهداری



شکل ۹- تاثیر تیمارها بر ارزیابی تغییر رنگ داخل کلاهک قارچ دکمه ای طی مدت زمان نگهداری مقادیر دارای حروف مشابه در روز بررسی شده در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند ( $p > 0.05$ ).

#### ۴- نتیجه گیری

نانوسلولز به عنوان یکی از نانومواد جدید با قابلیت های بالا و کاربردهای متعدد و قابل دسترس در صنایع غذایی از اهمیت بالایی برخوردار می باشد. طی تحقیقات صورت گرفته با استفاده از نانوسلولز می توان تنفس محصول را کنترل نمود بر همین اساس در این پژوهش تیمار حاوی ۲ درصد نانوسلولز به عنوان تیمار برتر معرفی گردید که دارای کمترین افزایش رطوبت، کمترین میزان کاهش وزن (تا روز ۱۰ ام نگهداری)، کمترین میزان دی اکسید کربن (تا روز ۱۰ ام نگهداری)، بیشترین امتیاز رنگ کلاهک، ساقه و داخل کلاهک (تا ۱۰ ام نگهداری) می باشد. همچنین مشخص گردید که می توان نگهداری قارچ دکمه ای را با بسته بندی کامپوزیت نانوسلولز ۲ درصد، به مدت ۱۰ روز افزایش داد.

#### ۵- منابع

۱. آقاجانی، ن.، گوهری اردبیلی، ا.، ساری، ع.ع.، دارائی گرمه خانی، ا. ۱۳۹۶. مروری بر پوشش های خوراکی، تولید و کاربرد آنها در صنایع غذایی. اولین همایش ملی تکنولوژی های نوین در علوم و صنایع غذایی و گردشگری ایران.

۲. احسانی، ن.، شهریاری، ش. و فامیل مومن، ر. ۱۳۹۶. توسعه دو روش بسته بندی بر پایه نانو ذرات نقره برای افزایش ماندگاری توت فرنگی. علوم غذایی و تغذیه. جلد ۱۵، شماره ۱، ۱۵-۲۶.
۳. اصغری، م. ر. ۱۳۸۷. اندازه گیری اثرات کاربرد اسیدسالیسیلیک در مرحله پس از برداشت بر ویژگی های کیفی و عمر انبارمانی سیب، و انگور. پروژه تحقیقاتی.
۴. اصغری، م. ر. و توحیدیان، م. ۱۳۹۶. بررسی کاربرد بسته بندی نانو بر ماندگاری و خواص کیفی میوه هلو رقم آلبرتا. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۱، شماره ۲، ۲۳۵-۲۴۵.
۵. توحیدیان، م.، اصغری، م.، واعظی، س. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر بسته بندی نانو کامپوزیت نقره و سیلیکا بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی و فنل کل میوه هلو. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.

۶. حاتمی، ا.، باریکانی، م. ۱۳۹۰. بررسی ساختار و تاثیر نانو کریستال های سلولزی. ماهنامه فناوری نانو. ص ۹.
۷. رضایی، ش.، لکزبان، ا.، فارسی، م.، ابوالحسنی زراعتکار، م.، حقنی، غ. ۱۳۹۲. امکان جایگزینی پیت با کمپوست مصرف شده در تولید قارچ خوراکی دکمه ای سفید ( *Agaricus bisporus* ). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۷، شماره ۱. ۹-۱.
۸. شهدادی ساردو، ع.، صداقت، ن.، تقی زاده، م.، میلانی، ا. ۱۳۹۶. تاثیر بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده و پوشش خوراکی کیتوزان بر ویژگیهای فیزیکیوشیمیایی و حسی خیارگلخانهای رویال طی دوره نگهداری. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، ۳۷۸-۳۶۳.
۹. شیخ الاسلامی، ز. ۱۳۸۴. اثر زمان برداشت و مدت زمان انبارمانی بر خواص کمی و کیفی زردآلو. مجله تحقیقات مهندسی.
۱۰. صداقت، ن.، واحدی، ن. ۱۳۹۴. بررسی روش مختلف نگهداری و بسته بندی قارچ دکمه ای سفید برای افزایش دوره ماندگاری. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران. جلد ۱۱. ۳۰-۲۳.
۱۱. عبادی، ز.، محمدی گل تپه، ا.، بصیری، ع. ر. ۱۳۸۳. مروری بر عوامل موثر بر کیفیت نهایی قارچ دکمه ای خشک شده در ایران. مجله پژوهش و سازندگی، دوره ۱۷، شماره ۲، ۲۰-۱۲.
۱۲. فارسی، م.، گردان، ح. ر. ۱۳۸۶. پرورش و اصلاح قارچ های خوراکی با تأکید بر قارچ دکمه ای سفید، جلد اصلی، مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۱۳. فلاحیان، فتح ا... . ۱۳۴۶. قارچ های سمی و خوراکی، انتشارات دانشگاه تهران.
۱۴. کرمانی، م.، مهدیان، ا.، کاراژیان، ر. ۱۳۹۵. تاثیر بسته بندی نانوکامپوزیتهای زیست تخریب پذیر بر پایه پلی اتیلن - نشاسته - نانورس بر خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و بافتی قارچ دکمه ای طی دوره نگهداری. اولین کنگره بین المللی و بیست و چهارمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، ۶-۱.
۱۵. نانو سلولز. سایت مرکز نانو سلولز ارس. ریاست جمهوری معاونت علمی و فناوری. شرکت توسعه نانو فناوری ارس. [http://nanomat.ir/edu/?page\\_id=79](http://nanomat.ir/edu/?page_id=79) . 1. (مهر 96).
۱۶. نورالهی، ب.، آزادبخت، م. و درویشی. ح. ۱۳۹۵. تعیین برخی از خواص مکانیکی قارچ دکمه ای، دومین همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری های نوین در کشاورزی، اهواز، موسسه عالی سیمای دانش، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۱۱-۱.
17. Azizi Sami, M. A., Alloin, S., Duferene, A. 2005. Review of recent research in to cellulosic whiskers, their proper ties and their application in nano composite field. *Biomacromolacules*, 6:612-626.
18. Bharimalla, A. K., Deshmukh, S. P., Vigneshwaran, N. Patil, P. G. and Prasad, V. 2017. Nanocellulose-Polymer Composites for Applications in Food Packaging: Current Status, Future Prospects and Challenges. *Journal Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 56(8):805-823.
19. Brown, E., Laborie, M. PG. 2007. Bio engineering bacterial cellulose poly ethylene oxide nano composites, 8(10):3074-3081.
20. Eissa, H. A. 2007. Effect of chitosan coating on shelf life and quality of

- of Mushroom. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 8(2):29-40.
30. Riberioci, M., Vicente, A. A., Teixeira, J. A. 2007. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Post harvest Biol Technol*, 44:63-70.
  31. Snowdon, A. L. 2010. Post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables: Volume 2: Vegetables, Manson Publishing.
  32. Yaman, O. Bayindirli, L. 2002. Effects of an edible coating and cold storage on shelf life and quality of cherries. *Lebensmittel- Wissenschaft and Technologie*, 35:146-150.
  33. Zandi, K. H., Weisany, W., Ahamdi, H., Bazargan, I., Naseri, L. 2013. Effect of nano composite based packaging on postharvest quality of strawberry during storage. *Bulletin of Environment pharmacology and life sciences*, 2(2):28-36.
  34. Zhao, Y., Babin, J., Lepage, M. 2008. "Decoration" of shell cross-linked reverse polymer micelles using ATRP: a new route to stimuli-responsive nanoparticles. *Macromolecules*, 41(4):1246-1253.
  35. Allison, W. H., Kneebone, L. R. 1963. Influence of Compost Ph and Casing Soil Ph on Mushroom Production. *International Society for Horticultural Science*, 5:81-90. (2018 December 20). Available In: [http://www.pubhort.org/isms/5/1/v5\\_p1\\_a9.htm](http://www.pubhort.org/isms/5/1/v5_p1_a9.htm).
  - fresh-cut mushroom. *Journal of food quality*, 30:623-645.
  21. Gray, W. D. 1972. The use of Fungi as Food and In Food Processing I and II, *CRC Critical Reviews in Food Technology*, 1-100.
  22. Jalili marandi, R. 2007. Pomology. Urmia University Jihad Publications.
  23. Jiang, T., Feng, L. & Li, J. 2012. Changes in microbial and postharvest quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) treated with chitosan-glucose complex coating under cold
  24. Joseph, M. Morrison. 2006. Nano technology in agriculture and Food.
  25. Martinez-Romero, DN., Alburquerque, J., Valverde, M., Guilln, F., Castillo, S., Valero, D and Serrano, M. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment, a new edible coating. *Postharvest Bio Technology*, 39:93-100.
  26. Perdones, A., Sánchez-gonzález, L., Chiralt, A. & Vargas, M. 2012. Effect of chitosan-lemon essential oil coatings on storage-keeping quality of strawberry. *Postharvest Biology and Technology*, 70:32-41.
  27. Perkins-Vaezie, P. 2007. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. *Postharvest biology, Technology*, 10:1005-1016.
  28. Raskin, I. 1992. Salicylic, a new plant hormone. *Plant Physiology*, 99:799-803.
  29. Rezaee, P., Shahriari, Sh., Mostaghim, T. 2018. The Effect of Polylactic Acid Packaging Modified with Clay Nanoparticles on Quality and Shelf life

(Original Research Paper)

## The Effect of Nanocellulose Composite Packing on Longer Preservation of Button Mushroom

Raheleh Esmaeili Darabi<sup>1</sup>, Hamed Afshari<sup>2\*</sup>, Rasool Lesan Khosh Monfared<sup>3</sup>

1-MSc Student of Food Science and Technology, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2-Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3-Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Managing Director of Knowledge Foundation, of Advanced Sharif Plasma, Tehran Iran.

Received:17/02/2019

Accepted:04/05/2019

### Abstract

The button mushroom (*Agaricus bisporus*) is widely consumed with respect to good taste and high nutritional value. The nanocellulose composite packs were prepared by various percent of nanocellulose (zero percent as control sample, 1, 2, and 5 nanocellulose and CO<sub>2</sub>-emitter) in this study. The samples of button Mushroom were stored after packing in refrigerator at 3°C and all tests were conducted in three repeated treatments during storage periods (2, 6, 8, 10 and 12 days). ANOVA tables were utilized to compare data using SPSS software and the related diagrams and tables were drawn by Excel software at significance level (95%). The results showed that different percents of nanocellulose at 5% level and storage time and the interaction of different nanocellulose percents and storage time on the pH of the composite packs of the fungus nanocellulose had a significant effect on the level of 1% ( $p < 0.01$ ). Different percents of nanocellulose and storage time had a significant effect on 1% moisture content, electrical resistance, oxygen, carbon dioxide, ocular evaluation of decay mushroom ( $p < 0.01$ ). The treatment with 2% of nanocellulose content was introduced as the preferred treatment including the least rise of humidity, the smallest weight loss and carbon dioxide and maximum score in terms of cap color, stipe and inside cap by the 10<sup>th</sup> day of storage. Therefore, period of storage of button Mushrooms can be extended to 10 days by nanocellulose composite packing (2%).

**Keywords:** Button Mushroom, Composite Nanocellulose, Packing.

---

\* Corresponding Author: [Hamedafshari@gmail.com](mailto:Hamedafshari@gmail.com)