

## اثر غلظت اسانس‌های روغنی آویشن و رزماری و طول زمان نگهداری بر خواص کیفی قارچ تکمه‌ای

نفیسه وطن‌خواهان<sup>۱</sup>، مهرداد جعفرپور<sup>۲</sup>، محمد گلی<sup>۳</sup>

### مقاله پژوهشی

#### چکیده

**مقدمه:** قارچ تکمه‌ای به دلیل عدم وجود کوتیکول، سرعت بالای تنفس، رطوبت زیاد و فعالیت شدید آنزیمی، به سرعت و بلافضله پس از برداشت، فاسد و تغییر رنگ آن آغاز می‌شود. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی تأثیر اسانس‌های روغنی گیاهان دارویی آویشن و رزماری بر برخی خصوصیات کیفی قارچ تکمه‌ای بود.

**روش‌ها:** این پژوهش در قالب یک طرح تصادفی انجام شد و تأثیر غلظت‌های صفر، ۵/۷ و ۱۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس‌های رزماری و آویشن و زمان‌های صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ روز را بر خصوصیات کیفی قارچ تکمه‌ای شامل سفتی بافت، رطوبت اندام بارده‌ی، شاخص قهوه‌ای شدن و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بررسی نمود.

**یافته‌ها:** با افزایش مدت زمان نگهداری، رطوبت و سفتی بافت نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. بیشترین رطوبت در غلظت‌های صفر و ۵ میکرولیتر بر لیتر اسانس‌ها به میزان ۱۳/۵ درصد و بیشترین سفتی به ترتیب در غلظت‌های ۷/۵، ۵، ۱۰ و ۲/۵ میکرولیتر بر لیتر اسانس آویشن با میزان ۹/۹۰، ۱۰/۵۲ و ۹/۸۷ درصد به دست آمد. بیشترین آنتی‌اکسیدان نیز در غلظت‌های مورد بررسی در روزهای صفر، ۵ و ۱۰ در بازه‌ای بین ۶۰ تا ۷۵ درصد مشاهده شد. همچنین، با افزایش مدت زمان نگهداری نسبت به روز صفر، شاخص قهوه‌ای شدن افزایش معنی داری را نشان داد.

**نتیجه‌گیری:** کاربرد اسانس‌ها با توجه به نوع، غلظت و مدت زمان نگهداری محصول، نتایج متفاوتی را بر خصوصیات کیفی قارچ تکمه‌ای نشان داد که با توجه به هدف مورد بررسی می‌توان غلظت مناسب را انتخاب نمود. بر اساس نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد که غلظت ۵ میکرولیتر بر لیتر اسانس آویشن، تیمار مناسبی جهت حفظ خصوصیات کیفی اندام بارده‌ی قارچ تکمه‌ای در طول دوره نگهداری می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** اثر آنتی‌اکسیدان، آویشن، رزماری، شاخص قهوه‌ای شدن، سفتی

**ارجاع:** وطن‌خواهان نفیسه، جعفرپور مهرداد، گلی محمد. اثر غلظت اسانس‌های روغنی آویشن و رزماری و طول زمان نگهداری بر خواص کیفی قارچ تکمه‌ای. مجله تحقیقات نظام سلامت، ۱۳۹۶؛ ۱۳: ۴۷۱-۴۷۷.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۴/۸

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۸

ساختمانی‌ها می‌باشد و به همین دلیل به سرعت فاسد و بلافضله پس از برداشت، تغییر رنگ آن آغاز می‌شود (۱). در برخی از پژوهش‌ها به اثبات رسیده است که کاهش رنگ سفید قارچ تکمه‌ای در اثر قهوه‌ای شدن آنزیمی صورت می‌گیرد (۲). همچنین، قارچ تکمه‌ای به صدمات مکانیکی ناشی از حمل و نقل حساس است و این عامل سبب ایجاد خسارت از طریق قهوه‌ای شدن و اختلال در یکپارچگی سلولی می‌شود (۳).

صنعت سبزی و میوه‌های پرش دیده، از بخش‌های به نسبت جدید و در حال رشد صنعت تولید فرآورده‌های تازه می‌باشد. بنابراین، پارگی بافت و از هم گسیختگی سلولی در این فرآورده‌ها، منجر به کاهش ماندگاری آن‌ها می‌گردد. از سوی دیگر، به دلیل افزایش فعالیت آنزیمی و ملاحظات میکروب‌شناسی که بر سلامت این فرآورده‌ها تأثیر می‌گذارد، نیازمند توجه جدی است. بدین منظور، برای افزایش ماندگاری محصولات پرش دیده و همچنین، جلوگیری از ایجاد تغییرات نامطلوب در محصولات تازه، استفاده از پوشش‌هایی بر سطح این فرآورده‌ها پیشنهاد شده است. امروزه، استفاده از ترکیبات شیمیایی جهت افزایش

#### مقدمه

قارچ تکمه‌ای با نام علمی *Agaricus bisporus* و متعلق به تیره Agaricaceae، به دلیل عطر و طعم منحصر به فرد و خواص تغذیه‌ای و دارویی بالا، به عنوان غذای ایمن و ارزشمندی شناخته می‌شود و یکی از محبوب‌ترین انواع قارچ‌های خوارکی در دنیا به شمار می‌رود (۴، ۵). این قارچ به واسطه دارا بودن پروتئین، املاح معدنی، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه ضروری و ترکیبات فعال زیستی، از منابع مهمن کم کالری در رژیم‌های غذایی محسوب می‌شود و به دلیل داشتن خواص ضد توموری، آنتی‌اکسیدانی و ضد سرطانی، در جهت افزایش سیستم ایمنی بدن و درمان بیماری‌های قلبی-عروقی کاربرد دارد (۶). کاهش رنگ، اندازه، وزن، تغییرات بافت و در برخی موارد تشکیل اسپور روی بافت‌های قارچ‌های تکمه‌ای می‌تواند نقش مؤثری در کاهش تقاضای مصرف کنندگان این محصول داشته باشد (۷).

اندام بارده‌ی قارچ تکمه‌ای به دلیل عدم وجود کوتیکول، سرعت بالای تنفس، رطوبت زیاد و فعالیت شدید آنزیمی، دارای ماندگاری کمتری نسبت به

- کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد اصفهان (خوارسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد اصفهان (خوارسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد اصفهان (خوارسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

Email: jafarpour@khusf.ac.ir

نویسنده مسؤول: مهرداد جعفرپور

روغنی آویشن و رزماری به وسیله دستگاه سملپر به صورت نقطه‌ای (۱/۲۵) میکرولیتر بر لیتر اسانس در هر نقطه‌گذاری) روی کاغذ صافی Whatman در داخل ظروف بسته‌بندی قرار داده شد. در نهایت، هر ظرف حاوی ۴ عدد قارچ تکمه‌ای به وسیله پوشش پلی‌وینیل کلراید مهر و موم و بسته‌بندی گردید. جهت انتشار اسانس‌های روغنی در ظروف بسته‌بندی شده، ظرف‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در محیط با دمای ۱۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. سپس ظروف به مدت ۲۰ روز به یخچال با دمای کنترل شده ۴ درجه سلسیوس انتقال یافت و هر ۵ روز یکبار نمونه‌ها ارزیابی گردید و آزمایش‌های لازم انجام گرفت (۱۵).

در صد رطوبت نسبی پس از اندازه‌گیری وزن تر و وزن خشک اندام باردی فارج پس از خشک شدن در آون با دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت، به دست آمد. میزان رطوبت نمونه‌ها نیز از طریق رابطه ۱ محاسبه شد (۱۶).

$$\text{رابطه ۱} \quad \text{وزن تر-وزن خشک/وزن تر} \times 100$$

بدین منظور، از روش Kelebek و همکاران با اندکی تغییر استفاده گردید (۱۷). یک گرم از قارچ تکمه‌ای هموژنیزه شده به ۲۰ میلی‌لیتر محلول یک به یک آب و اتانول ۸۰ درصد اضافه شد و با استفاده از دستگاه ورتكس، محلول همگنی به دست آمد. سپس محلول حاصل به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوز گردید و ۱۰ میلی‌لیتر محلول به ۳/۹ میلی‌لیتر 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) متانولی (۰/۰۳ گرم بر لیتر) (شرکت Sigma-Aldrich، آمریکا) اضافه شد. پس از این مدت زمان، طیف جذبی محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر قرائت گردید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی با توجه به رابطه ۲ محاسبه گردید (۱۷، ۱۸).

$$\text{رابطه ۲} \quad \text{جب نمونه-جب DPPH/جب DPPH} \times 100$$

بدین منظور، آزمون ضرب نفوذ در کلاهک قارچ تکمه‌ای با استفاده از یک تحلیلگر یافت انجام گرفت. بنابراین، یک پرپوپ استوانه‌ای ۵ میلی‌متری با سرعت ۲ میلی‌متر بر ثانیه تا عمق ۵ میلی‌متری در کلاهک نفوذ و داده‌های نیروی وارد شده در واحد زمان در نرم‌افزار سنجش یافت گردید (۱۵).

آزمون رنگ‌سنگی طبق روش جعه مخصوص انجام شد. در این روش، ابتدا از کارت‌های رنگی استاندارد در شرایط یکسان عکسبرداری صورت گرفت و سپس از نمونه‌ها تحت همان شرایط عکس گرفته شد و عکس‌ها در نرم‌افزار شاخص Adobe Photoshop نسخه ۸ تجزیه و تحلیل گردید. در نهایت، نمونه‌ها به شاخص Lab تبدیل شد؛ به طوری که L میزان روشنایی (رنگ سیاه تا سفید) از اعداد صفر تا ۱۰۰، a میزان قرمزی (سبز تا قرمز) از اعداد -۶۰ تا +۶۰ و b میزان زردی (آبی تا زرد) از اعداد -۶۰ تا +۶۰ در نظر گرفته شد (۱۹). شاخص قهقهه‌ای شدن نیز طبق رابطه ۳ ارزیابی گردید.

$$\text{رابطه ۳}$$

$$X = \frac{\alpha^{*} + 1.75L^{*}}{5.645L^{*} + \alpha^{*}3.012b^{*}} \quad \text{که} \quad X \times 0.31 = \text{شاخص شدن قهقهه‌ای}$$

در مجموع، ۱۵۰ واحد آزمایشی تشکیل شد و در هر واحد، ۴ قارچ تکمه‌ای قرار گرفت. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل معنی‌داری شد. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نمودارها نیز در نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ ترسیم گردید.

عمر پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها کمتر به وسیله مصرف کننده پذیرفته می‌شود؛ چرا که این ترکیبات ممکن است آلاینده محیط باشند و یا برای سلامتی انسان مضر باشند. امروزه تکنولوژی‌های جدیدی مانند کاربرد اسانس‌های گیاهی جهت افزایش عمر پس از برداشت و ماندگاری محصولات به کار می‌رود (۹). کاربرد اسانس‌های گیاهی با توجه به نقش آنتی‌اکسیدانی آن‌ها، از قهقهه‌ای شدن آنزیمی جلوگیری می‌نماید. علاوه بر این، خواص ضد میکروبی برخی اسانس‌ها نیز به اثبات رسیده است. بنابراین، کاربرد این مواد تأثیر زیادی در افزایش ماندگاری مواد غذایی دارد (۱۰).

رزماری با نام علمی *L. Rosmarinus officinalis*, متعلق به خانواده نعنایان و از جمله گیاهان دارویی با اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی بالای است. در اسانس این گیاه، موادی مانند بورنول، لیمونن، کامفن، کامفر، اسید رزماریک، اسید کافئیک و اسید کلوروئیک وجود دارد (۱۱). آویشن شیرازی نیز با نام علمی *Zataria multiflora* Boiss. گیاهی مطر و ادویه‌ای از تیره نعنایان می‌باشد که به دلیل وجود ترکیبات فنولی تیمول و کارواکرول، P-سایمین و گاما‌تریپن دارای خواص ضد میکروبی، ضد باکتری و فعالیت‌های ضد قارچی است (۱۲). تتابع بررسی اثر اسانس مورد استفاده در ظروف بسته‌بندی شده، نمونه‌های قارچ را در برابر کاهش وزن حفاظت نمود و فعالیت آنزیم‌های پلی‌فنول اکسیداز و پراکسیداز را در طول دوره نگهداری کاهش داد (۱۳). در پژوهش دیگری، عصاره آویشن بیشترین فعالیت ضد قارچی را علیه پاتوژن‌های بیماری‌زا در قارچ تکمه‌ای نشان داد و حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت قارچ کشی، ۰/۰۲ میکرولیتر بر میلی‌لیتر به دست آمد (۱۴). با توجه به بررسی‌های صورت گرفته توسط محققان، به نظر می‌رسد تاکنون پژوهشی مبنی بر بررسی تأثیر هم‌زمان دو اسانس دارویی در غلظت‌های مختلف بر خصوصیات کیفی قارچ تکمه‌ای انجام نشده است. بدین منظور، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر اسانس‌های روغنی گیاهان آویشن و رزماری هر یک به طور جداگانه در غلظت‌های مختلف بر برخی خصوصیات کیفی و بیوشیمیایی قارچ تکمه‌ای در زمان‌های مختلف انجام گردید.

## روش‌ها

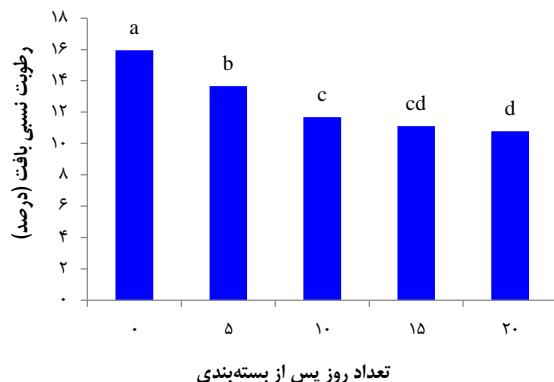
این پژوهش در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه علوم باگیانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خواراسکان) انجام گرفت. مطالعه در قالب یک طرح تصادفی با ۱۰ تیمار در سه تکرار و پنج دوره زمانی اجرا گردید و تأثیر اسانس‌های روغنی آویشن و رزماری هر یک به طور جداگانه (با غلظت‌های صفر، ۵/۵، ۲/۵ و ۱۰/۰ میکرولیتر بر لیتر) و مدت زمان نگهداری مختلف (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز) مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور، قارچ‌های تکمه‌ای پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل گردید و جهت حفظ رطوبت اندام باردی، ظروف قارچ با پوشش پلی‌وینیل کلراید پوشانده شد. سپس قارچ‌های دارای اندازه یکسان، سالم و عاری از هرگونه آسیب مکانیکی جداسازی گردید و جهت کاهش بار میکروبی، به مدت ۱ تا ۲ دقیقه در آب قرار گرفت و پس از آن به سرعت با آب سرد به آرامی شستشو داده شد. ۱۵۰ عدد ظرف قابل بسته‌بندی (ظرف به طور جداگانه برای هر یک از اسانس‌ها) با ظرفیت ۵۰۰ سی‌سی از جنس پلی‌پروپیلن انتخاب گردید و غلظت‌های مختلف مورد مطالعه اسانس‌های

جدول ۱. تحلیل واریانس اثر تیمارهای مختلف بر برخی از خصوصیات قارچ‌های تکمه‌ای

میانگین مربعات						منابع تغییرات
شاخص قهوه‌ای شدن	سفرتی بافت	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	رطوبت نسبی	درجه آزادی		
#۰/۰۰۱	***۵۶/۴۲	#۲/۴۳	#۰/۰۲	۱		نوع اسانس
***۴۰۸۲/۵۳۶	***۱۸/۳۰	***۲۵۹/۳۰	**۱۱/۹۲	۴		غلظت
***۱۴۶۰۴۵/۴۱۱	***۴۲۰/۱۶	***۸۶۸۳/۹۵	***۱۴۰/۰۹	۴		زمان
***۴۱۱۹/۲۵۲	**۷/۸۰	***۸۰/۱۵	#۰/۱۵	۴		غلظت × نوع اسانس
#۱۲۹/۱۳۵	*۵/۷۸	#۲۱/۵۲	#۰/۸۴	۴		زمان × نوع اسانس
***۱۲۴۶/۶۴۲	#۲/۳۹	***۹۶/۶۴	#۳/۰۲	۱۶		زمان × غلظت
***۹۷۷/۴۷۱	#۱/۵۹	***۴۱/۴۹	#۰/۳۱	۱۶		زمان × اسانس × غلظت
۲۹۸/۲۴۰	۲/۱۷	۱۳/۴۷	۲/۸۷	۱۰۰		خطا
۱۹/۰/۱۰	۱۶/۲۱	۷/۲۴	۱۲/۴۰			ضریب تغییرات

<sup>\*</sup> عدم تفاوت معنی دار، <sup>\*\*</sup> وجود تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد، <sup>\*\*\*</sup> وجود تفاوت معنی دار در سطح ۱ درصد و \*\*\* وجود تفاوت معنی دار در سطح ۰/۱ درصد

آویشن ۵ میکرولیتر بر لیتر و ۵ روز، رزماری ۲/۵ میکرولیتر بر لیتر و ۵ روز و آویشن ۷/۵ میکرولیتر بر لیتر و ۵ روز مشاهده گردید. کمترین میزان نیز (۲۷/۴۴) تا ۴۲/۵۱ درصد) به ترتیب در تیمارهای ۱۵ و ۲۰ روز شاهد و غلظت‌های مختلف آویشن و رزماری حاصل شد (شکل ۳).

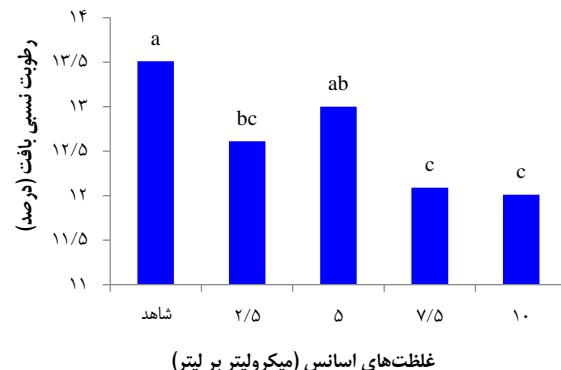


شکل ۲. میانگین اثر زمان بر درصد رطوبت نسبی بافت قارچ‌های تکمه‌ای هر دو میانگینی که حداقل یک حرف مشابه داشته باشند، بر اساس آزمون (LSD) Least Significant Difference

**سفرتی بافت:** اثر نوع اسانس، غلظت و زمان نگهداری در سطح ۱/۰ درصد، اثر غلظت × نوع اسانس در سطح ۱ درصد و اثر زمان نگهداری × نوع اسانس در سطح ۵ درصد بر سرفتی بافت معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین سرفتی بافت (۱۰/۹۵ و ۱۰/۵۲ درصد) به ترتیب در تیمارهای ۵ و ۵ میکرولیتر بر لیتر آویشن و کمترین میزان (۷/۷۸ و ۹/۰۹ درصد) در غلظت‌های مختلف رزماری به دست آمد (شکل ۴). همچنین، بیشترین سرفتی بافت (۱۳/۶۴ و ۱۳/۶۳ درصد) به ترتیب در تیمارهای شاهد (بدون زمان نگهداری) رزماری و آویشن و کمترین میزان (۲/۹۶ و ۴/۸۸ درصد) به ترتیب در زمان نگهداری ۲۰ روز رزماری و آویشن مشاهده گردید (شکل ۵).

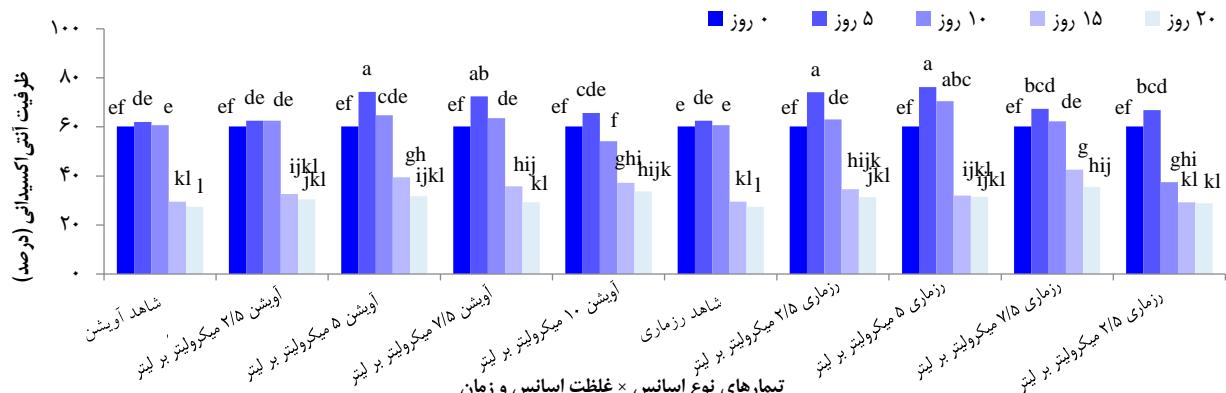
### یافته‌ها

**رطوبت نسبی:** بر اساس یافته‌ها، اثر زمان نگهداری و غلظت در سطح ۱/۰ درصد بر رطوبت نسبی معنی دار بود (جدول ۱)؛ به طوری که بیشترین رطوبت نسبی (۱۳/۵۱) در تیمار شاهد و کمترین میزان (۱۲/۰۹ و ۱۲/۰۱) درصد) به ترتیب در تیمارهای ۱۰ و ۷/۵ میکرولیتر بر لیتر اسانس مشاهده گردید (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف اسانس بر درصد رطوبت نسبی بافت قارچ‌های تکمه‌ای میانگین‌ها با حروف مشترک یکسان، فاقد تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد (LSD) Least Significant Difference آزمون آزمون

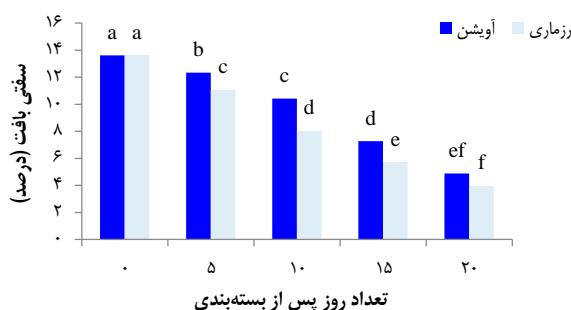
از طرف دیگر، بیشترین و کمترین رطوبت نسبی (۱۵/۹۶ و ۱۰/۷۹ درصد) به ترتیب در زمان‌های صفر و ۲۰ روز به دست آمد (شکل ۲). **ظرفیت آنتی‌اکسیدانی قارچ:** اثر غلظت، زمان نگهداری × غلظت × نوع اسانس، زمان نگهداری × غلظت، زمان نگهداری × غلظت × نوع اسانس در سطح ۱/۰ درصد بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی قارچ‌های تکمه‌ای معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی قارچ (۱۳/۶۲، ۱۴/۲۲، ۷۶/۲۴ و ۷۴/۱۲ درصد) به ترتیب در تیمارهای رزماری ۵ میکرولیتر بر لیتر و ۵ روز،



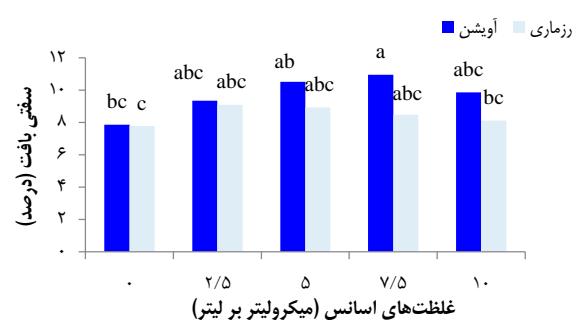
شکل ۳. مقایسه میانگین‌های اثر زمان بر ظرفیت آنتی اکسیدانی قارچ‌های تکمه‌ای

هر دو میانگینی که حداقل یک حرف مشابه داشته باشد، بر اساس آزمون (LSD) Least Significant Difference فاقد تفاوت معنی دار هستند.

۰۰۷/۱۰ و ۰۰۳/۲۷ و ۰۰۷/۱۴ و ۰۰۸/۱۴) به ترتیب در تیمارهای آویشن و رزماری شاهد و ۰۰۵ میکرولیتر بولیتر و مدت زمان ۲۰ روز مشاهده شد؛ در حالی که کمترین میزان (۰۰۷/۱۷ تا ۰۰۷/۲۴ درصد) در تیمارهای آویشن و رزماری در تمامی غلظت‌ها و مدت زمان‌های صفر و ۵ روز به دست آمد (شکل ۶).

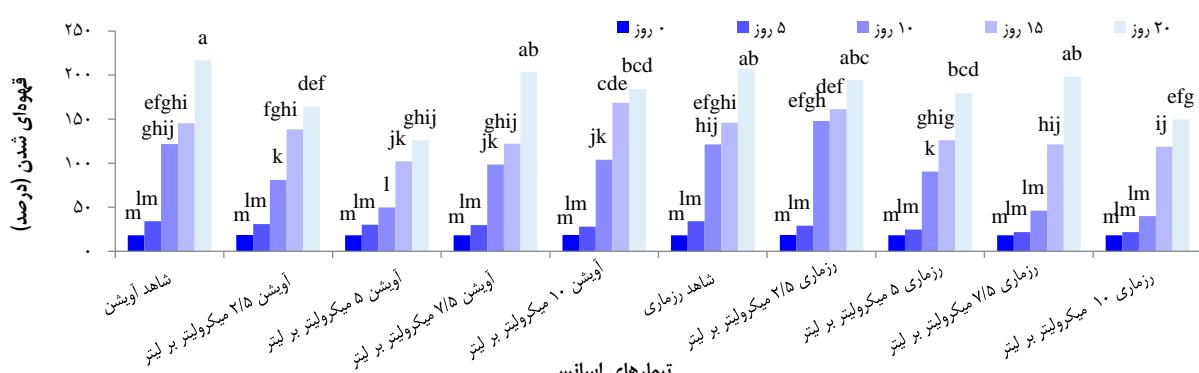


شکل ۵. مقایسه میانگین‌های اثر زمان بر میزان سقفتی بافت قارچ‌های تکمه‌ای  
هر دو میانگینی که حداقل یک حرف مشابه داشته باشد، بر اساس آزمون (LSD) Least Significant Difference فاقد تفاوت معنی دار هستند.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر زمان بر میزان سقفتی بافت قارچ‌های تکمه‌ای  
هر دو میانگینی که حداقل یک حرف مشابه داشته باشد، بر اساس آزمون (LSD) Least Significant Difference فاقد تفاوت معنی دار هستند.

**شاخص قهوه‌ای شدن:** اثر غلظت، زمان نگهداری، غلظت × نوع اسانس، زمان نگهداری × غلظت و اثر زمان نگهداری × غلظت × نوع اسانس در سطح ۰/۰ درصد بر میزان شاخص قهوه‌ای شدن قارچ تکمه‌ای معنی دار بود (جدول ۱). بر اساس یافته‌ها، بیشترین میزان شاخص قهوه‌ای شدن (۰/۰۶/۸۹)



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل نوع زمان و غلظت‌های اسانس بر شاخص قهوه‌ای شدن قارچ‌های تکمه‌ای  
هر دو میانگینی که حداقل یک حرف مشابه داشته باشد، بر اساس آزمون (LSD) Least Significant Difference فاقد تفاوت معنی دار هستند.

نمود. به همین دلیل، افزایش فالیت پکتین استراز و پلی گالاکتوروناز، منجر به کاهش طول زنجیره مواد پکتینی و نرمی بافت قارچ تکمه‌ای می‌گردد (۲۳). اعمال پوشش‌های خوراکی از جمله انسان‌های روغنی از طریق ایجاد یک لایه بازدارنده نیمه تراوا نسبت به گازها و بخار آب، موجب کاهش شدت تنفس، قهوه‌ای شدن آنزیمی، خروج آب و در نتیجه، افزایش ماندگاری محصولات تازه می‌شود. کاهش سفتی بافت در طول نگهداری به دلیل تخریب پروتوبکتین نامحلول و تبدیل آن به اسید پکتین و پکتین محلول است. انسان‌های از فالیت آنزیم‌های نرم کننده دیواره سلولی مانند پلی گالاکتوروناز و گالاکتوسیداز می‌کاهد و باعث حفظ اندام بارده‌ی قارچ می‌گردد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انسان‌آویشن در حفظ سفتی بافت اندام بارده‌ی قارچ مؤثرتر از انسان‌زماری بود. همچنین، با افزایش زمان نگهداری، میزان سفتی بافت کاهش معنی‌داری را نشان داد. از دلایل این امر ممکن است این باشد که انسان‌آویشن نسبت به زماری حاوی ترکیباتی است که از تجزیه بیشتر دیواره سلولی ممانعت می‌نماید (۲۴).

از طرف دیگر، با افزایش مدت زمان نگهداری، شاخص قهوه‌ای شدن نیز افزایش یافته؛ بدین معنی که از میزان قرمزی و زردی محصول کاسته شد. در برخی از تحقیقات اثبات شده است که کاهش رنگ سفید قارچ تکمه‌ای، در اثر قهوه‌ای شدن آنزیمی صورت می‌گیرد (۷). نقش آنتی‌اسیدانی انسان‌های گیاهی، موجب کاهش جمیعت باکتری و جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی می‌گردد (۲۵). بر طبق نتایج به دست آمده، کمترین میزان قهوه‌ای شدن قارچ تکمه‌ای در مدت زمان‌های صفر و ۵ روز نگهداری مشاهده شد؛ به طوری که با افزایش زمان نگهداری، میزان قهوه‌ای شدن نیز افزایش یافت. کاربرد تیمارهای انسان نسبت به گروه شاهد، میزان قهوه‌ای شدن را کاهش داد که البته با توجه به غلظت انسان و زمان نگهداری قارچ، تأثیر آن متفاوت بود. از دلایل کاهش میزان قهوه‌ای شدن در انسان‌های آویشن و زماری، می‌توان به وجود مقادیر بالای اسیدهای فنولیک و در نتیجه، خاصیت آنتی‌اسیدانی و رادیکال‌زدایی آن اشاره نمود. به طور کلی، ترکیبات پلی‌فنولی از جمله مهارکنندگان آنزیم تیروزیناز محسوب می‌شوند و آنزیم را در اثر واکنش به جایگاه فعال، مهار می‌نمایند. این ترکیبات سبب کمپلکس کردن فلز مس (کوافکتور آنزیم تیروزیناز) می‌شوند (۲۶).

بر اساس نتایج حاصل از مطالعه حاضر، تیمارهای مختلف انسان بسته به غلظت و مدت زمان نگهداری اندام بارده‌ی قارچ، می‌توانند تأثیرات متفاوتی را بر خصوصیات کیفی و ماندگاری قارچ تکمه‌ای داشته باشند؛ به طوری که غلظت ۵ میکرولیتر بر لیتر انسان، بیشترین تأثیر را در حفظ رطوبت اندام بارده‌ی نشان داد. همچنین، غلظت‌های ۵ و ۷/۵ میکرولیتر بر لیتر انسان آویشن و زماری، بیشترین تأثیر را در حفظ سفتی بافت و ظرفیت آنتی‌اسیدانی نمونه‌های قارچ تکمه‌ای داشت. از طرف دیگر، با افزایش مدت زمان نگهداری غلظت ۵ میکرولیتر بر لیتر آویشن و ۱۰ میکرولیتر بر لیتر زماری، کمترین شاخص قهوه‌ای شدن بافت مشاهده گردید. بنابراین، نتایج حاکی از آن است که غلظت ۵ میکرولیتر بر لیتر آویشن، تیمار مناسبی جهت حفظ خصوصیات کیفی اندام بارده‌ی قارچ تکمه‌ای در طول دوره نگهداری می‌باشد.

## نتیجه‌گیری

کاربرد انسان‌ها با توجه به نوع، غلظت و مدت زمان نگهداری محصول، نتایج

## بحث

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر، بیشترین میزان رطوبت اندام بارده‌ی قارچ تکمه‌ای در تیمار شاهد و کمترین میزان نیز در تیمارهای ۱۰ و ۷/۵ میکرولیتر بر لیتر انسان مشاهده شد. از طرف دیگر، بیشترین و کمترین میزان رطوبت به ترتیب در مدت زمان‌های نگهداری صفر و ۲۰ روز به دست آمد. از دلایل کاهش میزان رطوبت اندام بارده‌ی قارچ تکمه‌ای با افزایش مدت زمان نگهداری می‌توان به آسیب‌هایی از جمله شکسته شدن غشا، باز شدن کلاهک، افزایش طول ساقه و تشکیل اسپور اشاره نمود که میزان رطوبت را کاهش می‌دهد و ماندگاری پس از برداشت قارچ را محدود می‌سازد. همچنین، در مرحله پس از برداشت، اغلب به علت تعرق، افزایش فعالیت‌های متابولیکی، تنفس و یا تغییرات بیولوژیک، میزان رطوبت محصول کاهش می‌شود و بازرسنده آن را کاهش می‌دهد (۲۰). از سوی دیگر، کاهش میزان رطوبت اندام بارده‌ی قارچ می‌تواند به دلیل کاهش نیروی چسبندگی میان مولکول‌های هیدروفیل و غیرفعال شدن پروتئین‌های مسؤول حفظ غشای کلاهک باشد (۲۱).

با اضافه نمودن انسان‌ها به ظروف بسته‌بندی قارچ تکمه‌ای، میزان اکسیژن در اطراف محصول کاهش می‌یابد که منجر به کاهش فعالیت اکسیدازها مانند پلی‌فنول اکسیداز، اسید آسکوربیک اکسیداز و گلیکولیک اسید اکسیداز می‌شود. بدین ترتیب، باعث تأخیر در میزان تنفس و تجزیه اکسیدانتیو سوبسٹراهای پیچیده محصول می‌گردد و در نهایت، ماندگاری محصول افزایش می‌یابد (۶). این نتایج با خاصیت ضد باکتریایی و ضد قارچی انسان‌ها در مطالعه حاضر همخوانی داشت. تأثیر انسان‌آویشن در جلوگیری از رشد باکتری به دلیل وجود تیمول و کارواکرول است که از اجزای ضد میکروبی بسیار مؤثر به شمار می‌روند و اثر ضد میکروبی آن به دلیل نفوذپذیر نمودن غشای سلول توسط آن‌ها می‌باشد. کارواکرول موجود در انسان‌آویشن نیز موجب حذف ستر یا هیدرولیز بدون تغییر در نفوذپذیری غشا نسبت به ورود ATP می‌گردد. همچنین، خواص آنتی‌اسیدانی و ضد میکروبی انسان‌زماری در تحقیقات مختلف به اثبات رسیده است (۲۲). به همین دلیل، برخی از خصوصیات کیفی اندام بارده‌ی قارچ تکمه‌ای تأثیر می‌گذارد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر با یافته‌های تحقیقات انجام شده مبنی بر کاهش فساد میکروبی و حفظ سفتی گوجه‌فرنگی با استفاده از انسان دارچین (۲۳) و بهبود خصوصیات کیفی و ماندگاری قارچ تکمه‌ای با کمک انسان اسطوخودوس، زماری و میخک (۸) مطابقت داشت.

بر اساس نتایج بررسی حاضر، با افزایش مدت زمان نگهداری، میزان سفتی بافت قارچ تکمه‌ای کاهش معنی‌داری را نشان داد؛ در حالی که در غلظت‌های ۷/۵ و ۵ میکرولیتر بر لیتر انسان آویشن و زماری نسبت به سایر غلظتها، بافت اندام بارده‌ی قارچ تکمه‌ای نسبت به شاهد امتیاز بالاتری را کسب کرد؛ به طوری که در پی اعمال انسان‌های خوراکی بر اندام بارده‌ی قارچ تکمه‌ای، انسان‌آویشن توانست کمترین میزان کاهش سفتی بافت را نشان دهد و تأثیر انسان‌آویشن در حفظ سفتی بافت قارچ تکمه‌ای بیشتر از انسان‌زماری بود. کاهش سفتی بافت اندام بارده‌ی قارچ تکمه‌ای به میزان بسیار زیادی به تبدیل نشاسته به قندهای محلول مربوط می‌شود. از دیگر دلایل این امر می‌توان به تخریب پروتوبکتین نامحلول و تبدیل آن به اسید پکتین و پکتین محلول اشاره

### تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با شماره ۰۶۹۷۹۴۱۰۰۶، مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوارسگان) می‌باشد. بدین وسیله از همکاری‌های علمی و عملی این واحد دانشگاهی در جهت اجرای صحیح آزمایش‌ها، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

متفاوتی را بر خصوصیات کیفی قارچ تکمه‌ای نشان می‌دهد که با توجه به هدف مورد بررسی، می‌توان غلطت مناسب را انتخاب نمود. بر اساس نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد که غلطت ۵ میکرولیتر بر لیتر اسانس آویشن، تیمار مناسبی جهت حفظ خصوصیات کیفی اندام باردهی قارچ تکمه‌ای در طول دوره نگهداری می‌باشد..

### References

1. Heleno SA, Barros L, Martins A, Morales P, Fernandez-Ruiz V, Glamocilja J, et al. Nutritional value, bioactive compounds, antimicrobial activity and bioaccessibility studies with wild edible mushrooms. *LWT-Food Science and Technology* 2015; 63(2): 799-806.
2. Sanchez C. Cultivation of Pleurotus ostreatus and other edible mushrooms. *Appl Microbiol Biotechnol* 2010; 85(5): 1321-37.
3. Xu Y, Tian Y, Ma R, Liu Q, Zhang J. Effect of plasma activated water on the postharvest quality of button mushrooms, *Agaricus bisporus*. *Food Chem* 2016; 197(Pt A): 436-44.
4. Barros L, Baptista P, Correia DM, Morais JS, Ferreira IC. Effects of conservation treatment and cooking on the chemical composition and antioxidant activity of Portuguese wild edible mushrooms. *J Agric Food Chem* 2007; 55(12): 4781-8.
5. XiaoG, Zhang M, Shan L, You Y, Salokhe VM. Extension of the shelf-life of fresh oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) by modified atmosphere packaging with chemical treatments. *Afr J Biotechnol* 2011; 11(46): 9509-17.
6. Ares G, Lareo C, Lema P. Modified atmosphere packaging for postharvest storage of mushrooms. A review. *Fresh Produce* 2007; 1(1): 32-40.
7. Wrona M, Bentayeb K, Nerin C. A novel active packaging for extending the shelf-life of fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Food Control* 2015; 54(Supplement C): 200-7.
8. Farokhian F, Jafarpour M, Goli M, Askari-Khorasgani O. Quality preservation of air-dried sliced button mushroom (*Agaricus bisporus*) by lavender (*Lavandula angustifolia Mill.*) Essential Oil. *J Food Process Eng* 2017; 40(3): e12432.
9. Lemoine ML, Civello PM, Chaves AR, Martknez GA. Influence of a combined hot air and UV-C treatment on quality parameters of fresh-cut broccoli florets at 0 °C. *Food Sci Technol* 2010; 45(6): 1212-8.
10. Sams T, Zivanovic S, Mount JR, Draughon FA, Sams CE. Extension of fresh produce shelf life with novel chitosan coatings. Proceedings of the 2004 IFT (Institute of Food Technologists) Annual Meeting and Food Expo; 2004 July 13-16; Las Vegas, NV.
11. Outaleb T, Hazzit M, Ferhat Z, Baaliouamer A, Yekkour A, Zitouni A, et al. Composition, antioxidant and antimicrobial activities of algerian Rosmarinus Officinalis L. Extracts. *J ESSENT OIL BEAR PL* 2015; 18(3): 654-65.
12. Sadeghi H, Robati Z, Saharkhiz MJ. Variability in Zataria multiflora Bioss. essential oil of twelve populations from Fars province, Iran. *Ind Crops Prod* 2015; 67(Supplement C): 221-6.
13. Alikhani-Koupaei M, Mazlumzadeh M, Sharifani M, Adibian M. Enhancing stability of essential oils by microencapsulation for preservation of button mushroom during postharvest. *Food Sci Nutr* 2014; 2(5): 526-33.
14. Potocnik I, Todorovic B, Durovic-Pejcev R, Stepanovic M, Rekanovic E, Milijasevic-Marcic S. Antimicrobial activity of biochemical substances against pathogens of cultivated mushrooms in Serbia. *Pestic Phytomed (Belgrade)* 2016; 31(1-2): 19-27.
15. Gao M, Feng L, Jiang T. Browning inhibition and quality preservation of button mushroom (*Agaricus bisporus*) by essential oils fumigation treatment. *Food Chem* 2014; 149: 107-13.
16. Rehman MK, Ali MA, Hussain A, Khan WA, Khan AM. Effect of different casing materials on the production of button mushroom (*Agaricus bisporous* L.). *Journal of Environmental &Agricultural Sciences* 2016; 7: 55-61.
17. Kelebek H, Sellı S, Canbas A, Cabaroglu T. HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine made from a Turkish cv. Kozan. *Microchemical Journal* 2009; 91(2): 187-92.
18. Nazem N, Jafarpour M. The effect of different drying methods on nutritional properties of agaricus blazei. *J Health Syst Res* 2016; 11(4): 762-8. [In Persian].
19. Saxena S, Gautam S, Sharma A. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chem* 2010; 118(2): 391-7.
20. Yi J, Jiang B, Zhang Z, Liao X, Zhang Y, Hu X. Effect of ultrahigh hydrostatic pressure on the activity and structure of mushroom (*Agaricus bisporus*) polyphenoloxidase. *J Agric Food Chem* 2012; 60(2): 593-9.
21. Taherzadeh L, Jafarpour M. The effect of different casing soils on quantitative indices blazei mushroom (*Agaricus blazei*). *Intl J Agri Crop Sci* 2013; 5(6): 656-61.
22. Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. Biological effects of essential oils-a review. *Food Chem Toxicol* 2008; 46(2): 446-75.
23. Jolivet S, Arpin N, Wichers HJ, Pellon G. *Agaricus bisporus* browning: A review. *Mycol Res* 1998; 102(12): 1459-83.
24. Tzortzakis NG. Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds. *Innov Food Sci Emerg Technol* 2007; 8(1): 111-6.
25. Nicoli MC, Anese M, Severini C. Combined effects in preventing enzymatic browning reactions in minimally processed fruit. *J Food Qual* 1994; 17(3): 221-9.
26. Vargas M, Albors A, Chiralt A, Gonzalez-Martinez C. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosanoleic acid edible coatings. *Postharvest Biol Technol* 2006; 41(2): 164-71.

## The Effect of Different Concentrations and Storages Time of Thyme and Rosemary Essential Oils on Qualitative Properties of Button Mushroom

Nafiseh Vatankhahan<sup>1</sup>, Mehrdad Jafarpour<sup>2</sup>, Mohammad Goli<sup>3</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Background:** Button mushroom gets rotten rapidly immediately after harvest and its color changes, due to lack of cuticle, high respiration rate, high humidity, and severe enzymatic activity. The aim of this study was to investigate the effect of essential oils of thyme and rosemary herbs on some qualitative characteristics of the button mushroom.

**Methods:** This research was conducted in a completely randomized design with the aim of evaluating the effects of concentrations of 0, 2.5, 5.0, 7.5, and 10.0 µl/l of rosemary and thyme, and storage duration of 0, 5, 10, 15, and 20 days on the qualitative properties of the button mushroom including tissue stiffness, moisture of the fruiting body, browning index, and antioxidant capacity.

**Findings:** With increasing the storage time, the moisture and texture stiffness decreased compared to those in control treatment. Evaluating the essential oil concentration, it was observed that the highest moisture content was obtained in the concentrations of 0 and 5.0 µl/l in 13.5% and 13% of essential oils, respectively; and the highest stiffness was obtained at concentrations of 7.5, 5.0, 10.0, and 2.5 µl/l of thyme essential oil as 10.95%, 10.52%, 9.90%, and 9.87%, respectively. The highest rate of antioxidants was observed at 0, 5 and 10 days in the range of 60%-75%. Moreover, increasing the storage time compared to the day of zero, a significant increase was found in the browning index.

**Conclusion:** Using the essential oils based on the type, concentration, and storage time of the product showed different results on the qualitative properties of the button mushrooms; the suitable concentrations can be selected based on the objective. According to the results, it seems that the concentration of 5 µl/l of thyme essential oil is a suitable treatment to maintain the qualitative properties of the fruiting body of button mushroom during the storage period.

**Keywords:** Antioxidant effect, Thyme, Rosemary, Browning index, Hardness

**Citation:** Vatankhahan N, Jafarpour M, Goli M. The Effect of Different Concentrations and Storages Time of Thyme and Rosemary Essential Oils on Qualitative Properties of Button Mushroom. J Health Syst Res 2018; 13(4): 471-7.

1- Department of Horticulture, School of Agriculture, Isfahan (Khorasan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Horticulture, School of Agriculture, Isfahan (Khorasan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

3- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, School of Agriculture, Isfahan (Khorasan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

**Corresponding Author:** Mehrdad Jafarpour, Email: jafarpour@khusif.ac.ir