نشریه علمی «علوم و فنون بسته‌بندی»
سال دوازدهم، شماره ۴۷، پاییز ۱۴۰۰؛ ص ۴۱-۳۱

**علمی – پژوهشی**

# اثر افزودن عصاره گیاه پولک به فیلم کامپوزیتی سدیم کازئینات/ پکتین/ صمغ زدو بر ماندگاری فیله مرغ

**صابر امیری[1*]، ژاله صادق‌نژاد[2]، محمود رضازاد باری[3]، هادی الماسی[4]**

۱- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران، ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی صبا، ارومیه، ایران، ۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران، ۴- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران،

(دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۲، پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۸ )

## چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر فیلم کامپوزیتی سدیم کازئینات/ پکتین/ صمغ زدو حاوی عصاره آبی گیاه پولک بر خصوصیات کیفی فیله مرغ در طول نگه‌داری در یخچال بود. فیله‌های تازه مرغ با فیلم کامپوزیتی حاوی سدیم کازئینات ۶/۷۴ درصد، پکتین ۰/۸۹ درصد، صمغ زدو ۰/۳۷۱ درصد و عصاره پولک ۵/۸۵ درصد، بسته‌بندی و در یخچال نگه‌داری شدند. در روزهای ۰، ۲، ۴، ۶ و ۸، آزمون‌های شیمیایی (pH، تیوباربیتوریک اسید) و آزمون‌های میکروبی (شمارش کل میکروبی) روی آن‌ها انجام شد. کلیه محاسبات و آنالیز داده‌ها به روش آنالیز واریانس و در سطح احتمال کمتر از ۵ درصد ($p<0/05$) انجام گرفت. نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری در ویژگی‌های کیفی نمونه فیله‌های مرغ بسته‌بندی شده در فیلم کامپوزیتی سدیم کازئینات- پکتین- صمغ زدو حاوی عصاره گیاه پولک به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست‌فعال و خاصیت ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی عصاره موجود در فیلم به مدت ۸ روز در دمای یخچال وجود نداشت ($p>0/05$)، ولی در نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($p<0/05$). هم‌چنین از نظر بار میکروبی، نمونه‌های بسته‌بندی شده با فیلم به مدت ۸ روز قابلیت مصرف انسانی داشت. در حالی‌که، تعداد باکتری نمونه‌های شاهد بیش از حد مجاز بود. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که فیلم تولیدشده می‌تواند در ماندگاری فیله مرغ مؤثر باشد.

**کلیدواژه‌ها: فیلم کامپوزیتی، عصاره پولک، فیله مرغ، ماندگاری**

## ۱- مقدمه

فیله مرغ از گوشت‌های مورد علاقه مصرف‌کنندگان و منبع پروتئینی محبوب در سراسر جهان است [۱]. گوشت مرغ بر مبنای قوانین سازمان دامپزشکی حداکثر ۲ ساعت در دمای یخچال ماندگاری دارد. معمولاً با گذشت این زمان، در اثر دو عامل تغییرات شیمیایی یا افزایش بار میکروبی دچار فساد می‌شود [۲]. رشد مصرف گوشت مرغ در سال‌های اخیر و عمر نگهداری پایین این نوع گوشت موجب گردیده تولیدکنندگان به‌منظور جلوگیری از رشد پاتوژن‌ها از نگه‌دارنده‌های شیمیایی در بسیاری از فرآورده‌های گوشتی مرغ استفاده کنند تا عمر مفید آن‌ها را به هنگام نگه‌داری در یخچال افزایش دهند که این موضوع ایمنی و سلامت مصرف‌کنندگان را تهدید می‌نماید. به‌منظور رفع این مشکل، در سال‌های اخیر نگه‌دارنده‌های طبیعی جایگزین انواع شیمیایی شده‌اند که در این میان استفاده از ادویه‌ها، عصاره‌ها و اسانس‌های روغنی برای محصولات گوشتی گسترش یافته است [۱، ۳ و ۴].

فیلم بسته‌بندی، لایه نازکی از مواد بیوپلیمری (پروتئینی یا پلی‌ساکاریدی) با ضخامت کمتر از ۲۵۰ میکرون است که در سطح یا بین اجزای مواد غذایی قرار گرفته و به‌عنوان سدی در برابر انتقال مواد (رطوبت، چربی و گازها) عمل می‌کند. این فیلم‌ها از محصول در برابر رشد میکروارگانیسم‌ها محافظت کرده و به بهبود ظاهر، کیفیت و افزایش ماندگاری محصول کمک می‌کنند [۵].

پکتین مخلوط پیچیده‌ای از پلی‌ساکاریدهای موجود در بافت‌های گیاهی است که اجزای اصلی آن را گالاکتورونیک اسید و قندهای طبیعی از قبیل L-رامنوز، L-آرابینوز و D- گالاکتوز تشکیل می‌دهند [۶ و ۷].

* رایانامه نویسنده مسئول: sa.amiri@urmia.ac.ir

صمغ‌ها گروهی از پلیمرهای زیستی هستند که در موادغذایی به‌عنوان امولسیون‌کننده، پایدارکننده، بهبوددهنده بافت، ژل‌کننده، قوام‌دهنده و غیره کاربرد دارند [۸]. زدو، صمغ شفافی است که از درخت بادام کوهی[1] استخراج می‌شود. درخت بادام کوهی بومی ایران محسوب می‌شود و در مناطق وسیعی از کشور به‌ویژه استان‌های مرکزی می‌روید. این صمغ به نام‌های فارسی و شیرازی نیز معروف است و کاربردهای دارویی، غذایی و صنعتی بسیاری دارد. عوامل مؤثر در درجه‌بندی صمغ زدو شامل مواد خارجی و اندازه قطعات است. صمغ زدو با رنگ‌های سفید، زرد روشن تا نارنجی و قرمز یافت می‌شود [۹].

گیاهان پولک[2] با نام علمی *Stachys schtschegleevii* از خانواده گیاهان علفی تا نیمه بوته‌ای است که حاوی ترکیباتی از جمله ورباسکوزید، استاکیزوئید، مشتقات کافئیک اسید، فلاوونوئیدها و ترکیبات فنلی است. این گیاه به‌عنوان تب‌بر، ضدعفونی‌کننده، ضدتشنج، داروی قابض، نیروبخش، اشتهاآور، ضدنفخ و ضد انعقاد خون و نیز به‌عنوان یک جوشانده طبی در درمان گلودرد و خونریزی معده، ریه و قلب و عروق مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۰]. نتزیمانی و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی خصوصیات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی گیاه پولک پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش آن‌ها علاوه بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی گیاه پولک، اثرات ضدباکتریایی عصاره متانولی این گیاه را بر باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلی که به آنتی‌بیوتیک آمپی‌سیلین مقاوم بودند را به اثبات رساند [۱۱].

یکی از انواع فیلم‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر، فیلم‌های پروتئینی بر پایه سدیم کازئینات می‌باشند. سدیم کازئینات به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین مولکولی وسیع، به راحتی قادر به تشکیل ژل است [۱۲]. فیلم‌های کازئینی شفاف، زیست‌تخریب‌پذیر، با مقاومت مکانیکی بالا و مانع خوب در برابر نفوذ اکسیژن بوده و کیفیت تغذیه‌ای بالای آن، پتانسیل این بیوپلیمر در تولید فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی را نشان می‌دهد [۱۳ و ۱۴]. در سال‌های اخیر پوشش و فیلم‌های خوراکی سدیم کازئینات در بسته‌بندی ماهی قزل‌آلای رنگین کمانی، گوشت بوقلمون پخته‌شده و فیله مرغ مورد بررسی قرار گرفته است [۱۵-۱۷].

تاکنون پژوهشی در رابطه با تولید فیلم کامپوزیتی سدیم کازئینات/ پکتین/ صمغ زدو حاوی عصاره گیاه پولک، کاربرد آن در بسته‌بندی فیله مرغ و بررسی تأثیر این فیلم بر فیله مرغ انجام نشده است. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر فیلم کامپوزیتی فوق بر فیله مرغ و افزایش ماندگاری مرغ در دمای یخچالی بود.

## ۲- روش تحقیق

### ۲-۱- مواد مورداستفاده

پودر سدیم کازئینات (CS[3]) (محتوای پروتئینی ۸۵-۷۵٪) از شرکت کازئینات ایران (L.C.C)، پکتین و گلیسرول (با خلوص ۹۹/۵٪ به‌عنوان پلاستی‌سایزر) از شرکت Merck آلمان و گیاه پولک و صمغ زدو نیز از بازار محلی تبریز خریداری شدند. سایر مواد شیمیایی ( نظیر گلیسرول، کلسیم سولفات، پتاسیم سولفات و غیره) دارای خلوص آزمایشگاهی بوده و از شرکت Sigma-Aldrich (آمریکا) خریداری شدند.

### ۲-۲- آماده‌سازی عصاره آبی گیاه پولک

این گیاه همه ساله در اوایل تابستان، به مقدار زیاد از دامنه‌های کوهستان‌های اطراف تبریز توسط مردم محلی جمع‌آوری و به فروش می‌رسد [۱۸]. گیاه پولک بعد از جداسازی ناخالصی‌ها، شستن با آب سرد (جهت زدودن گرد و خاک) و خشک کردن مجدد، آسیاب گردید. عصاره‌گیری به روش خیساندن انجام گرفت، به این صورت که پودر گیاه پولک به مدت دو ساعت در ظرف درپوش‌دار حاوی آب با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس صاف گردید. برای گرفتن کامل ناخالصی‌ها از کاغذ صافی واتمن شماره ۴ استفاده شد. سپس جهت تغلیظ، عصاره به‌دست آمده در دستگاه روتاری تحت دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا حجم به یک سوم مقدار اولیه رسید. بعد از آن نیز در ظرف تیره درب‌دار در یخچال نگه‌داری گردید [۱۹].

### ۲-۳- آماده‌سازی صمغ زدو

برای این منظور از روش رحیمی و همکاران (۱۳۹۲) استفاده شد. صمغ‌های تراوش شده از تنه و شاخه درختان بادام کوهی به‌صورت دستی جمع‌آوری و پس از بسته‌بندی در کیسه‌های نایلونی به آزمایشگاه منتقل شدند. صمغ‌ها پس از جدا کردن ناخالصی‌ها طی دو مرحله آسیاب و گردیدند. جهت یکنواخت ساختن پودر به‌دست آمده، دوبار با غربال با مش ۶۰ الک گردید. سپس در ظرف درب‌دار نگه‌داری گردید [۲۰].

### ۲-۴- آماده‌سازی فیلم‌ها

برای تهیه فیلم‌ها از روش شو و همکاران (۲۰۰۵) و برومند و همکاران (۲۰۱۱) استفاده گردید [۱۴ و ۲۱]. ابتدا محلول فیلم‌ها

[1] *Amygdalus scoparia Spach*
[2] Hedgenettles
[3] Sodium Caseinate

با ترکیب سدیم کازئینات (۸٪-۶٪)، پکتین (۲٪-۰٪)، صمغ زدو (۲٪-۰٪)، عصاره آبی پولک (۲۵٪-۵٪) و گلیسرول (۳۵٪) در فاز آبی، با قرار گرفتن روی شیکر هیتردار تحت دمای ۳۰ درجه و سرعت ۵۰۰ دور در دقیقه آماده شدند. سپس به‌منظور از بین بردن حباب‌های هوای ایجادشده در محلول‌ها، به‌صورت ساکن در دمای اتاق قرار داده شدند تا محلول یکنواختی به‌دست آمد. سپس در سانتریفیوژ با دور پایین (g× ۱۰۰۰) به مدت ۳ دقیقه قرار گرفتند تا مواد ناخالصی جدا گردند و محلول کاملاً یکنواخت و خالص به‌دست آید. نهایتاً محلول‌ها در پتری‌دیش‌ها ریخته شدند و تحت دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ ساعت و ۳۰ دقیقه خشک گردیدند.

## ۲-۵- آزمون‌های انجام‌گرفته بر روی فیلم

### ۲-۵-۱- اندازه‌گیری ضخامت فیلم

ضخامت نمونه فیلم‌ها با استفاده از میکرومتر دیجیتالی در ۵ نقطه تصادفی از هر فیلم (پیرامون و مرکز هر فیلم) اندازه‌گیری شد [۲۲].

### ۲-۵-۲- اندازه‌گیری میزان رطوبت

فیلم‌ها با ابعاد مشخص ۲×۲ سانتی‌متر بریده و با دقت وزن شدند. سپس در ظروف آلومینیومی قرار داده شده و در ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک گردیدند. میزان رطوبت با توجه به تفاوت وزن اولیه و نهایی نمونه‌ها محاسبه گردید [۲۳].

### ۲-۵-۳- اندازه‌گیری میزان حلالیت در آب

به‌منظور اندازه‌گیری حلالیت فیلم‌ها در آب، نمونه‌های فیلم در ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر تهیه شدند و برای رسیدن به وزن خشک اولیه، به مدت ۶ ساعت در آون ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. نمونه‌ها پس از توزین ($W_1$) در داخل ظروف دربدار حاوی ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر غوطه‌ور شدند. ظروف در حالی‌که به‌صورت مقطعی هم‌زده می‌شدند، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت قرار گرفتند. سپس فیلم‌ها از داخل آب خارج شده و دوباره به مدت ۶ ساعت در آون ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا به وزن ثابت برسند. با وزن دوباره نمونه‌ها، وزن خشک نهایی ($W_2$) به‌دست آمد. درصد حلالیت در آب از رابطه زیر محاسبه گردید [۲۴]:

$$\text{Water solubility (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \qquad (۱)$$

### ۲-۵-۴- اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری به بخار آب

برای اندازه‌گیری انتقال بخار آب از روش ASTM E96-05 استفاده شد [۲۵]. برای این منظور از ویال‌های مخصوصی استفاده می‌شود. در درپوش این ویال‌ها منفذی به قطر ۵ میلی‌متر وجود دارد که قطعه‌ای از فیلم مورد آزمون در این قسمت قرار گرفت. ۳ گرم کلسیم سولفات در داخل ویال‌ها قرار داده شد. قطعه‌ای از فیلم بریده شده و در درپوش ویال قرار گرفت و بر روی ویال بسته شد. ویال‌ها با تمام محتویات توزین و درون دسیکاتور حاوی محلول اشباع پتاسیم سولفات قرار گرفت. جهت اطمینان از حفظ حالت اشباع، اجازه داده شد که مقداری رسوب پتاسیم سولفات در کف دسیکاتور ایجاد شود. پتاسیم سولفات اشباع در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۹۷٪ ایجاد می‌کند. سپس به مدت ۴ روز و هر چند ساعت یکبار وزن ویال‌ها اندازه‌گیری شد.

مقدار بخار آب انتقال‌یافته از فیلم‌ها، از روی افزایش وزن ویال‌ها تعیین شد. منحنی افزایش وزن ویال‌ها با گذشت زمان رسم و پس از محاسبه رگرسیون خطی، شیب خط حاصل محاسبه گردید. از تقسیم کردن شیب خط مربوط به هر ویال، به سطح کل فیلم که در معرض انتقال بخار آب قرار می‌گیرد، آهنگ انتقال بخار (WVTR) به‌دست آمد. سپس با استفاده از رابطه زیر، نفوذپذیری نسبت به بخار آب (WVP) محاسبه شد:

$$\text{WVP} = \frac{\text{WVTR}}{\text{P}(\text{R}_1 - \text{R}_2)} . \text{X} \qquad (۲)$$

که در این رابطه، X: ضخامت فیلم (m)، P: فشار بخار آب خالص در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (۳۱۶۹ پاسکال)، $R_1$: رطوبت نسبی در دسیکاتور (۹۷٪) و $R_2$: رطوبت نسبی در داخل ویال (۰٪).

### ۲-۵-۵- اندازه‌گیری رنگ

جهت تعیین رنگ سطحی نمونه‌های فیلم از دستگاه رنگ سنجی استفاده شد. نتایج به‌صورت روشنی- تاریکی (L*)، سبز- قرمز (a*) و آبی- زرد (b*) بیان شدند. با رابطه زیر مقادیر کل اختلاف رنگ (ΔE) نمونه‌ها محاسبه گردید [۲۶ و ۲۷]:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \qquad (۳)$$

ΔL، Δa و Δb تفاوت میان پارامترهای رنگ مربوط به نمونه فیلم‌ها و پارامترهای صفحه سفید استاندارد می‌باشند.

### ۲-۵-۶- اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد فیلم‌های تولیدی با روش اسپکتروفتومتری و بر اساس بی‌رنگ کردن محلول بنفش رنگ DPPH به‌عنوان معرف اندازه‌گیری شد [۲۸ و ۲۹]. ابتدا ۲۵ میلی‌گرم از هر نمونه فیلم با ۴ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و به مدت ۲ دقیقه همزده شد. سپس مخلوط سانتریفیوژ شده و ۲ میلی‌لیتر از عصاره استخراج‌شده از فیلم با ۰/۲ میلی‌لیتر محلول

متانولی (۱ میلی‌مولار) DPPH مخلوط و به مدت ۱ دقیقه توسط ورتکس با سرعت مشخص مخلوط گردید. پس از یک ساعت قرار دادن نمونه در دمای محیط و مکان تاریک، جذب آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. درصد بازدارندگی رادیکال‌های آزاد DPPH توسط فیلم‌های فعال تولیدشده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\text{مهارکنندگی رادیکال آزاد}(\%) = \frac{A_c - A_s}{A_c} \times 100 \qquad (۴)$$

در این رابطه Ac: میزان جذب محلول متانولی DPPH در طول موج ۵۱۷ نانومتر و As: میزان جذب عصاره‌های نمونه‌های فیلم است.

### ۲-۵-۷- بررسی خاصیت ضدمیکروبی فیلم‌ها به روش دیسک‌های انتشاری

برای تعیین خاصیت ضدمیکروبی فیلم‌های فعال از روش نفوذ ترکیبات ضدمیکروبی در محیط آگار (هر ۴ روز) استفاده شد. در این روش فیلم‌ها به‌صورت صفحه‌های دایره‌ای بریده و به محیط کشت آگار مغذی که از قبل با CFU/mL ۱۰۶ از میکروارگانیسم‌های اشریشیاکلی PTCC 1763 و یا استافیلوکوکوس اورئوس PTCC 1431 تلقیح می‌شود، منتقل گردید. پس از آن پتری‌دیش‌های حاوی محیط کشت آلوده همراه با فیلم‌های ضدمیکروبی به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری می‌شدند. برای آگاهی از میزان ممانعت فیلم از رشد میکروارگانیسم‌ها قطر هاله عدم رشد تشکیل‌شده در اطراف فیلم‌ها با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد [۳۰].

### ۲-۶- بسته‌بندی فیله مرغ

این مرحله طبق روش رنجبریان و همکاران (۱۳۹۵) انجام شد [۱۷] فیله مرغ بسته‌بندی شده از بازار محلی ارومیه خریداری گردید. سپس تحت شرایط استریل و بهداشتی به ابعاد ۳×۳ سانتی‌متر تقسیم شد (به تعداد ۱۶ قطعه). آزمون‌های مورد نظر (اندازه‌گیری pH، تیوباربیتوریک اسید، ازت فرار، شمارش میکروبی کل و ارزیابی حسی) بر روی فیله مرغ تهیه‌شده در روز صفر انجام گرفت. طبق درصدهای به‌دست آمده، فیلم‌های بهینه به تعداد مورد نظر تهیه شدند و نهایتاً فیله‌های آماده‌شده در شرایط استریل بسته‌بندی شدند و با فاصله از هم در زیپ پک قرار گرفتند. هوای داخل زیپ پک برای هر دو گروه نمونه با فشردن غلتکی زیپ پک که فقط در حد یک منفذ از زیپ آن باز بود و بر سطح استریل قرار داشت، تخلیه گردید. نمونه‌های فوق به همراه نمونه‌های شاهد که فقط پوشش زیپ پک را داشتند، در دمای یخچال نگه‌داری شدند و در فواصل زمانی روزهای صفر، ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمون‌های میکروبی، شیمیایی (pH و تیوباربیتوریک‌اسید) و ارزیابی حسی بر روی آن‌ها انجام گرفت.

### ۲-۷- ارزیابی فساد مرغ

#### ۲-۷-۱- اندازه‌گیری pH

مقادیر pH نمونه‌های فیله مرغ بعد از هموژناسیون شدید ۱۰ گرم از نمونه‌ها در ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر طی فواصل زمانی توسط pH متر دیجیتالی انجام گرفت [۳۱].

#### ۲-۷-۲- اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید

۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه گوشت فیله مرغ میکس شده، به بالن ۲۵ میلی‌متری انتقال یافته، با ۱- بوتانول به حجم رسانده شد. ۵ میلی‌لیتر از این محلول به لوله فالکون خشک درب‌دار انتقال یافت و ۵ میلی‌لیتر معرف TBA (که از انحلال ۲۰۰ میلی‌گرم پودر TBA در ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال ۱- بوتانول و صاف کردن به‌وسیله کاغذ صافی به‌دست آمد) به آن افزوده شد. لوله‌ها در بن‌ماری با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. سپس در دمای محیط سرد شده و با استفاده از اسپکتروفتومتر، میزان جذب آن‌ها در ۵۳۰ نانومتر در مقابل نمونه شاهد (آب مقطر) خوانده شد. با استفاده از رابطه زیر، میزان TBA (برحسب میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در هر کیلوگرم از بافت ماهی) مورد محاسبه قرار گرفت [۳۲]:

$$\text{TBA} = \frac{(A_s - A_b) \times 50}{200} \qquad (۵)$$

که در این رابطه $A_s$، میزان جذب نمونه و $A_b$، جذب نمونه شاهد (آب مقطر) است.

#### ۲-۷-۳- اندازه‌گیری ازت فرار

برای اندازه‌گیری ازت فرار از روش کلدال استفاده شد. ۱۰ گرم گوشت فیله مرغ میکس شده و در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲ گرم اکسید منیزیم به‌عنوان کاتالیزور، ۲ قطره اکتانول به‌عنوان ضد کف و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به بالن کلدال منتقل شدند. سپس دستگاه کلدال نصب شده و در زیر لوله خروجی سیستم، ارلنی حاوی ۲۵ میلی‌لیتر اسید بوریک ۳ درصد، ۰/۰۴ میلی‌لیتر مخلوط متیل رد و متیلن بلو به‌عنوان شاخص ریخته شد به‌طوری‌که سر لوله خروجی کاملاً درون محلول ارلن بود. عمل جوشیدن محتویات بالن کلدال و تقطیر گازهای متصاعد شده که معرف بازهای نیتروژنی فرار هستند تا رسیدن حجم بالن به ۱۲۵ میلی‌لیتر و تغییر رنگ محلول به رنگ سبز ادامه یافت و سپس با هیدروکلریک اسید ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیتر شد. با

قرار دادن میزان اسید مصرفی جهت تیتراسیون در رابطه زیر بازهای نیتروژنی فرار بر حسب میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه فیله مرغ محاسبه شد [۳۳]:

$$TVB-N=\frac{V\times C\times 14\times 100}{10} \quad (۶)$$

که در این رابطه V، حجم هیدروکلریک اسید مصرفی و C، غلظت هیدروکلریک اسید است.

### ۲-۷-۴- شمارش میکروبی کل [1]

یک گرم از هر نمونه فیله مرغ در ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژیک استریل شده مخلوط شد و برای هر نمونه ۴ رقت تهیه گردید. سپس از هر رقت یک میلی‌لیتر به پلیت‌ها جهت کشت پورپلیت منتقل شد (محیط کشت استفاده‌شده نوترینت آگار بود). نمونه‌های کشت داده‌شده در انکوباتور به مدت ۴۸ ساعت در ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. نهایتاً شمارش باکتریایی انجام گرفت و تعداد کلونی‌ها طبق فرمول (تعداد کلونی× عکس رقت) محاسبه گردیدند [۳۴].

### ۲-۷-۵- ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی محصول در طول دوره نگه‌داری از روش رئیسی و همکاران (۲۰۱۵) استفاده گردید. در این آزمون از گروه ۱۰ نفره‌ای خواسته شد که نمونه‌ها را بر اساس بو، رنگ و بافت مورد بررسی قرار دهند. جهت امتیازدهی از مقیاس ۰ تا ۱۰ استفاده شد ( نمره ۹ فوق‌العاده بد و نمره ۱ فوق‌العاده خوب) [۳۵].

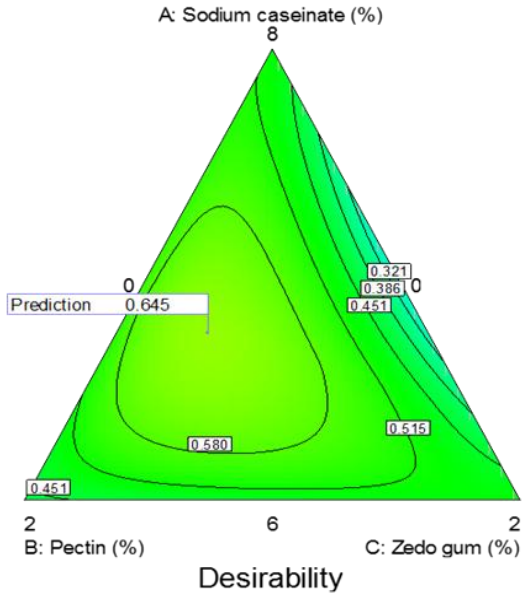
## ۲-۸- آنالیز آماری

تمامی آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) در سطح احتمال ۵٪ ($p<۰/۰۵$) و تأیید وجود اختلاف بین میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری Minitab Version 18.1 انجام گرفت. همچنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2016 استفاده شد.

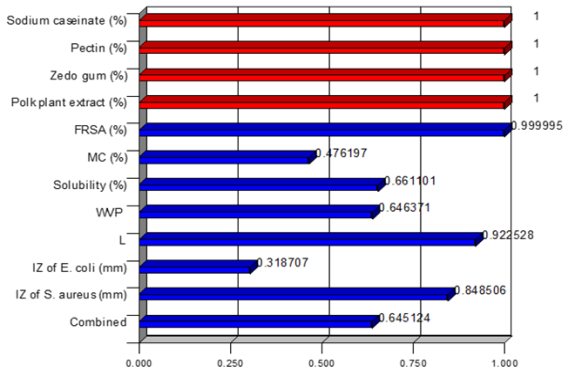
## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- انتخاب نمونه بهینه

بعد از انجام آزمون‌ها بر روی فیلم‌های تهیه‌شده (اندازه‌گیری ضخامت فیلم، رطوبت، حلالیت در آب، نفوذپذیری به بخار آب، رنگ، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و خاصیت ضدمیکروبی)، بهینه‌سازی عددی بر اساس بیشینه مقدار فعالیت ضدمیکروبی علیه باکتری‌های اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس، آنتی اکسیدانی و شاخص L* و همچنین کمینه مقدار محتوای رطوبت، حلالیت در آب و نفوذپذیری به بخار آب انجام شد. شرایط تولید نمونه بهینه شامل دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان خشک کردن ۲۰ ساعت و سی دقیقه، با درصد سدیم کازئینات ۶/۷۴ درصد، پکتین ۰/۸۹ درصد، صمغ زدو ۰/۳۷۱ درصد و عصاره پولک ۵/۸۵ درصد تولید شد (شکل ۱ و ۲). جدول (۱) ویژگی‌های فیلم خوراکی بهینه‌سازی شده را نشان می‌دهد. نهایتاً فیلم بهینه تحت شرایط بهینه فوق، به تعداد لازم و جهت بسته‌بندی قطعات فیله مرغ تولید شدند. مطلوبیت کلی این فیلم خوراکی ۰/۶۵ بود که قابل قبول است.




**شکل (۱):** شرایط بهینه فیلم خوراکی کامپوزیت




**شکل (۲):** نمودار میله‌ای مطلوبیت شرایط بهینه

[1] Total Count

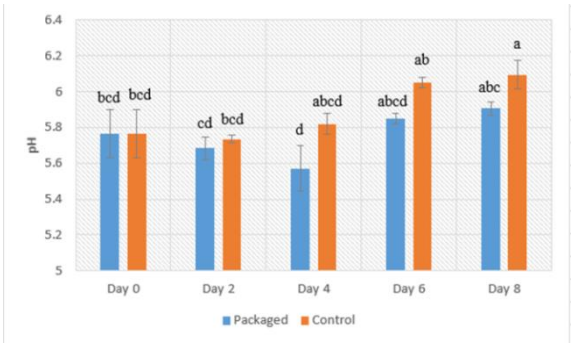
**جدول (۱:)** خصوصیات فیلم خوراکی کامپوزیتی بهینه‌سازی شده

| خصوصیات | مقدار | انحراف معیار |
|---|---|---|
| نفوذپذیری به بخار آب (g/m h Pa) | ۲/۸۹×۱۰$^{-۶}$ | ۰/۱۵×۱۰$^{-۶}$ |
| انحلال‌پذیری (٪) | ۶۶/۶۷ | ۶/۷۳ |
| محتوای رطوبتی (٪) | ۱۴/۲۰ | ۰/۹۸ |
| pH | ۶/۵۰ | ۰/۰۴ |
| قطر هاله عدم رشد *اشرشیاکلی* (میلی‌متر) | ۱۲/۶۲ | ۰/۵۳ |
| قطر هاله عدم رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* (میلی‌متر) | ۱۸/۱۱ | ۴/۳۱ |
| ضخامت (میلی‌متر) | ۰/۱۹ | ۰/۰۱ |
| خاصیت آنتی‌اکسیدانی (٪) | ۳۵/۸۰ | ۰/۳۶ |
| شاخص سبز- قرمز (a*) | ۶/۳۰ | ۱/۹۳ |
| شاخص آبی- زرد (b*) | -۵/۰۶ | ۱/۵۴ |
| شاخص روشنی- تاریکی (L*) | ۶۳/۴ | ۰/۶۵ |
| اندیس سفیدی | ۶۲/۴۱ | ۱/۱۶ |

### ۳-۲- بررسی میزان pH

بر اساس نتایج شاخص pH، بین نمونه‌های بسته‌بندی شده در روزهای ۰ تا ۸ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$)؛ که این موضوع بیانگر سرعت پایین فساد در نمونه‌ها بود. افزایش جزئی این شاخص را می‌توان به تولید مواد آمونیاکی در نمونه‌ها نسبت داد. بین pH نمونه‌های شاهد در روزهای ۰ تا ۸ اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۵$)، که بیانگر فساد در نمونه‌ها بود. هم‌چنین در مقایسه نتایج pH نمونه‌های شاهد و بسته‌بندی شده در روزهای صفر تا ۸، اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۵$) که این موضوع بیانگر قدرت نگه‌دارندگی فیلم مورد استفاده در جلوگیری از فساد فیله مرغ پوشش داده شده بود. مطابق شکل (۳)، حداقل و حداکثر میزان pH در نمونه‌های مختلف، بین ۵/۵۷-۶/۰۹ بود. بر این اساس، میزان اولیه pH اندازه‌گیری شده در روز صفر برای نمونه فیله مرغ عدد ۵/۷۶ بود که در روز دوم این مقدار در نمونه بسته‌بندی شده به ۵/۶۸ و در نمونه شاهد به ۵/۷۳ رسید که در هر دو حالت روند نزولی مشاهده گردید. کاهش pH را می‌توان به تولید اسید لاکتیک ناشی از گلیکولیز نسبت داد [۳۵]. طبق نتایج به‌دست آمده، بجز روز دوم که pH در نمونه‌های تیمارشده روند کاهشی داشت، روز چهارم به بعد افزایش pH مشهود بود. این در حالی بود که در نمونه‌های شاهد، کاهش pH تا روز چهارم مشاهده شد و بعد از آن، در روز ششم و هشتم افزایش pH قابل مشاهده بود.

افزایش pH در نمونه‌های فوق را می‌توان به تولید ترکیبات فرار (آمونیاک و تری متیل آمین) حاصل از فعالیت باکتری‌های فاسدکننده نسبت داد [۳۶]. نتایج به‌دست آمده با نتایج تحقیقات انجام‌شده توسط چولیارا و همکاران (۲۰۰۷) روی نمونه مرغ بسته-بندی شده با اسانس پونه کوهی تحت شرایط بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته مطابقت داشت [۳۷]. هم‌چنین سونگ و همکاران (۲۰۱۱) که به بررسی پوشش آلژینات بر ماهی سیم پرداختند، نتایج مشابهی را گزارش نمودند [۳۸].

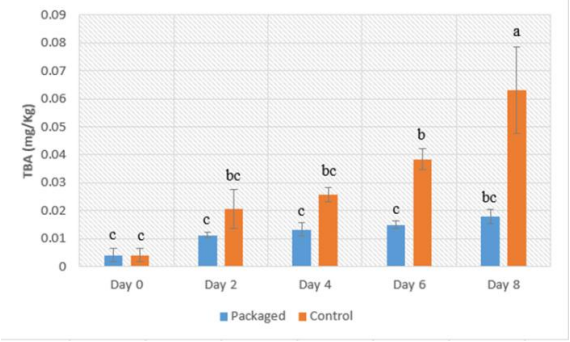



**شکل (۳):** نتایج pH نمونه‌های بسته‌بندی شده (با فیلم کامپوزیت) و شاهد در حین نگهداری در یخچال به مدت ۸ روز
* حروف متفاوت، تفاوت معنی‌دار را در نمونه‌ها نشان می‌دهد.

### ۳-۳- بررسی میزان تیوباربیتوریک اسید (TBA)

اکسیداسیون چربی عمدتاً توسط شاخص TBA که میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدئیدها را نشان می‌دهد، ارزیابی می‌شود که از شکستن یا اکسید شدن هیدروپراکسیدها ایجاد شده و بر حسب میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم چربی بیان می‌شود [۳۹ ۴۰]. اکسیداسیون چربی در گوشت مرغ نهایتاً باعث ایجاد آلدئید، کتون، اسیدها و الکل گشته و باعث ایجاد تغییرات در عطر و طعم گوشت شده و ارزش تغذیه‌ای آن را کاهش می‌دهد [۴]. شکل (۴)، میزان TBA نمونه‌ها (برحسب میلی‌گرم مالون دی آلدئید را نشان می‌دهد. نتایج نشان دادند که با افزایش مدت نگهداری نمونه‌های مختلف، عدد TBA افزایش یافت. در نمونه‌های بسته‌بندی شده با فیلم، این روند شیب ملایم‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد دارا بود که تأکیدی بر کاهش سرعت اکسیداسیون چربی در فیله مرغ بود. دلیل این امر را می‌توان به خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی عصاره پولک و نقش این فیلم در کاهش نسبی نفوذ اکسیژن نسبت داد. بر اساس جداول مربوط به آنالیز مقایسه‌ای بین نمونه شاهد و پوشش داده‌شده مشخص گردید که از روز چهارم به بعد، بین نمونه‌های فوق، در مقدار این شاخص اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۵$). هم‌چنین، بر اساس جداول مربوط به آنالیز واریانس این شاخص، بین روزهای صفر تا هشت، اختلاف

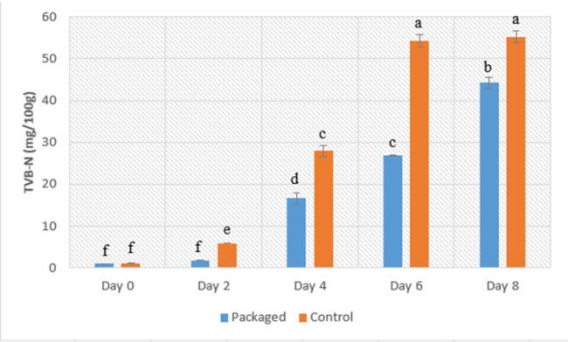
معنی‌داری در نمونه بسته‌بندی شده با فیلم بهینه مورد نظر وجود نداشت ($p>۰/۰۵$) که بیانگر عدم فساد مشهود در نمونه‌های بسته‌بندی شده با فیلم بود. چولیارا و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی تأثیر اسانس آویشن روی فیله مرغ بسته‌بندی شده تحت شرایط بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته پرداختند، که نتایج بیانگر افزایش TBA در نمونه‌های حاوی اسانس بود. این محققین همین بررسی را با اسانس پونه کوهی انجام دادند و اعلام کردند در تیمارهای حاوی اسانس تا روز دوازدهم مقدار TBA رو به افزایش بود و پس از آن کاهش یافت که دلیل آن به تجزیه احتمالی مالون دی آلدئید در طول مرحله ذخیره‌سازی نسبت داده شد [۳۷].




**شکل (۴):** نتایج TBA نمونه‌های بسته‌بندی شده (با فیلم کامپوزیت) و شاهد در حین نگهداری در یخچال به مدت ۸ روز
* حروف متفاوت، تفاوت معنی‌دار را در نمونه‌ها نشان می‌دهد.

## ۳-۴- بررسی میزان ازت فرار

ترکیبات بیوره، ترکیباتی هستند که دارای حداقل دو اتصال یا پیوند پپتیدی بوده و با یون مس در محیط قلیایی، کمپلکس بنفش‌رنگ ایجاد می‌کنند. در این آزمایش، کمپلکس کئوردیناسیون بین یون مس و چهار نیتروژن (دو نیتروژن از هر پلی‌پپتید) ایجاد شد و دارای رنگ بنفش بود. شکل (۵)، مقادیر ازت فرار نمونه‌های مختلف را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار در نمونه شاهد افزایش سریع این شاخص را شاهد بودیم که نهایتاً از روز شش به بعد به مقدار ثابت رسید. برای نمونه پوشش داده شده با فیلم، افزایش این فاکتور با سرعت کمتری اتفاق افتاد. با توجه به جداول نتایج می‌توان گفت که با گذشت زمان این شاخص در هر دو نوع از نمونه‌ها (نمونه شاهد و پوشش داده شده) روند افزایشی داشت. با گذشت زمان در هر دو نوع نمونه روند افزایشی مشاهده گردید که علت آن به تجزیه پروتئین نمونه در طول نگه‌داری در یخچال مربوط می‌گردد. در نمونه تیمار شده این روند شیب ملایم‌تری نسبت به نمونه شاهد داشت. علت این امر با نتایج حاصل از آزمون میکروبی قابل توجیه بود؛ زیرا نمونه‌های شاهد دارای بار میکروبی بالاتری نسبت به نمونه تیمار شده بودند که علت آن نیز خواص ضدمیکروبی و ممانعتی نسبی فیلم در بربر نفوذ اکسیژن و بخارآب مورد استفاده بود. با بررسی نتایج مربوط به این شاخص نیز این نتیجه مشهود بود که اختلاف معنی‌داری بین نمونه کنترل و نمونه بسته‌بندی شده وجود نداشت. می‌توان نتیجه گرفت که پوشش فوق می‌تواند در کاهش سرعت تجزیه‌ی پروتئین و افزایش مدت زمان نگهداری فیله مرغ در یخچال تا حدودی مؤثر باشد. نتایج حاصل با نتایج رنجبریان و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت داشت [۱۷].



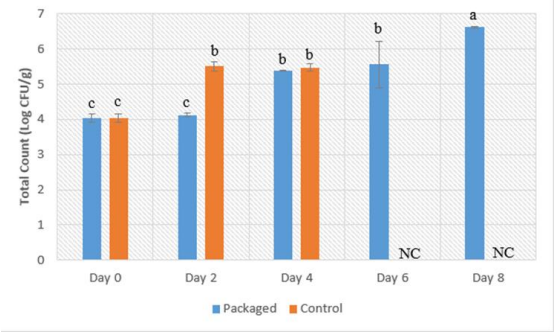

**شکل (۵):** نتایج TVB-N نمونه‌های بسته‌بندی شده (با فیلم کامپوزیت) و شاهد در حین نگهداری در یخچال به مدت ۸ روز
* حروف متفاوت، تفاوت معنی‌دار را در نمونه‌ها نشان می‌دهد.

## ۳-۵- بررسی نتایج آزمون میکروبی

شمارش کلی باکتری‌ها از شکل (۶) قابل استنتاج است. استاندارد بین‌المللی ویژگی‌های میکروبیولوژی مواد غذایی (ICMSF[1])، تعداد Log CFU /g ۷ را حد مجاز برای میزان بار میکروبی کل تعیین کرده است [۱۱]. میزان اولیه شمارش در روز صفر ۴/۰۴ (Log CFU/g) بود که حاکی از کیفیت تقریباً خوب فیله مرغ تهیه شده بود. با محاسبه میانگین حاصل از داده‌ها در طول مدت نگه‌داری، اختلاف معنی‌داری بین دو نوع نمونه بسته‌بندی شده و شاهد در طول زمان‌های متفاوت مشاهده شد و با افزایش زمان، میزان بار باکتریایی کل افزایش یافته و در نمونه شاهد از روز ششم به بعد غیرقابل شمارش بود. در روز هشتم نیز بار میکروبی در نمونه تیمار شده ۶/۶۱ (Log CFU/g) بود که کمتر از محدود مجاز بود. شمارش کلی باکتری‌ها در نمونه بسته‌بندی شده نسبت به نمونه شاهد در طول دوره‌های نگهداری کمتر بود که نشانگر اثر ضدمیکروبی عصاره موجود در فیلم و عدم نفوذ هوا و آلودگی به داخل گوشت توسط این نوع فیلم بود. بر اساس نتایج، اختلاف نمونه شاهد و پوشش داده شده با فیلم بهینه مورد نظر در روز دوم معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). در روز چهارم اختلاف بین دو نمونه معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). هم‌چنین طبق شکل (۶)، از روز ششم

[1] International Commission on Microbiological Specification for Food

به بعد شمارش باکتریایی کل برای نمونه شاهد امکان‌پذیر نبود. ماریوتی و همکاران (۱۹۹۷) ترکیبات گوناگون اسانس گونه‌ای از گیاه پولک را با روش کروماتوگرافی شناسایی کرده و ترکیباتی از جمله ترپنین، آلفاپنین، آلفاترپینول را جداسازی کردند. با توجه به ترکیبات جداسازی شده از اسانس این گیاه، می‌توان نتیجه گرفت که گیاه پولک دارای ترکیبات شیمیایی فراوانی بوده که اثرات ضدمیکروبی آن نیز مربوط به همین ترکیبات است [۴۱]. هم‌چنین، بیات و شاهانی‌پور (۱۳۹۳) طی پژوهشی اثر آنتی‌باکتریال عصاره آبی گیاه پولک را که به روش خیساندن استخراج شده بود بر روی باکتری استاندارد و بالینی انتروباکتر آئروژنز که یک باکتری مولد عفونت ادراری و گرم منفی است، اثبات کردند [۴۲]. اسکاتاس و همکاران (۲۰۰۳)، نیز طی مطالعاتی در یونان، اسانس حاصل از هشت گونه استاکیس که به‌صورت وحشی در یونان می‌روید را بر روی سودوموناس آئروژینوزا، اشرشیاکلی، باسیلوس سرئوس، میکروکوکوس فالووس، استافیلوکوکوس اپیدرمیس و پنج نوع قارچ آسپرژیلوس نایجر، پنی‌سیلیوم اکروکلرون، اپیدرموفیتون فلوکوزوم، کاندیدا آلبیکنس و تریکوفیتون منتاگروفیتس مورد آزمایش قرار دادند. اسانس‌های مورد آزمایش بر روی باکتری‌ها نسبت به قارچ‌ها اثرات بهتری داشتند. سودوموناس آئروژینوزا، مقاوم‌ترین گونه بود و هیچ‌کدام از اسانس‌ها، فعالیتی علیه آن نشان ندادند و اسانس حاصل از Stachyscardia، بیشترین تأثیر را علیه قارچ و باکتری نشان داد [۴۳]. استاماتیس و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه خود، اثر ممانعت‌کنندگی عصاره متانولی Salopecuros Stachy بر هلیکوباکترپیلوری را گزارش کردند. ایشان با بررسی ترکیبات اسانس و اثرات ضدباکتری گیاه پولک، نشان دادند اسانس گیاه پولک بر باکتری‌های استافیلوکوکوس اپیدرمیس، اشرشیاکلی و انتروکوکوس فکالیس، اثر بازدارندگی داشت [۴۴]. هم‌چنین، اثنی‌عشر و همکاران (۲۰۱۵) و نوروزی و همکاران (۲۰۰۴)، بر روی ترکیبات شیمیایی و فرّار گیاه پولک، تحقیقاتی را انجام دادند [۴۵ و ۴۶]. چیت‌ساز و همکاران (۲۰۰۶)، نیز با بررسی اثرات ضدباکتری گیاه پولک در شرایط آزمایشگاهی بر روی چند باکتری ازجمله سودوموناس آئروژینوزا، اشرشیاکلی و استرپتوکوکوس پیوژنز نشان دادند گیاه پولک دارای خاصیت بازدارندگی قوی بر باکتری‌های استرپتوکوکوس پیوژنز و استافیلوکوکوس است [۴۷].. چولیارا و همکاران (۲۰۰۷)، اثر اسانس پونه کوهی را روی بسته‌بندی مرغ مورد بررسی قرار دادند [۳۷]. نتزیمانی و همکاران (۲۰۱۰)، نیز اثر ترکیبات ضدمیکروبی لیزوزیم، رزماری و پونه کوهی را روی گوشت مرغ پخته مورد بررسی قرار داده و افزایش میزان بار باکتریایی و گذشتن از حد مجاز را پس از ۱۵ روز تحت بسته‌بندی تحت خلاء گزارش نمودند [۱۱]. پاسبانی و امیری (۱۳۹۴) با بررسی تأثیر پوشش خوراکی عصاره آلوئه ورا همراه با نانو ذرات چربی حاوی اسانس روغنی زنیان بر عمر نگه‌داری گوشت تازه گاو، به این نتیجه رسیدند که این پوشش می‌تواند باعث حفظ بهتر کیفیت گوشت تازه شود و مدت ماندگاری آن را در مقایسه با نمونه بدون پوشش افزایش دهد [۴۸].




**شکل (۶):** نتایج شمارش کل (Log CFU/g) نمونه‌های بسته‌بندی شده (با فیلم کامپوزیت) و شاهد در حین نگهداری در یخچال به مدت ۸ روز

* حروف متفاوت، تفاوت معنی‌دار را در نمونه‌ها نشان می‌دهد.

** NC: غیرقابل شمارش

## ۳-۶- بررسی نتایج ارزیابی حسی

یکی از تغییرات مهم گوشت تغییرات نامطبوع در رنگ، بو و طعم آن است که به علت رشد باکتری‌ها، تغییرات ناشی از اکسیداسیون و تولید ترکیبات فرار است که باعث کاهش ماندگاری گوشت می‌شود [۴۹ و ۵۰]. نتایج ارزیابی حسی انجام گرفته بر تیمارهای مختلف فیله مرغ بسته‌بندی شده در طول زمان نگه‌داری در دمای یخچال با آنالیز پذیرش کلی در جدول ۲ نمایش داده شده است. بر اساس جداول آنالیز آماری، پذیرش کلی نمونه‌های شاهد و بسته‌بندی شده با فیلم خوراکی بهینه مورد نظر، از روز چهارم به بعد اختلاف معنی‌داری داشتند ($p<0/05$) که نتایج حاصل با نتایج ارایه شده توسط رنجبریان و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت داشت [۱۷].

**جدول (۲):** نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های بسته‌بندی شده (با فیلم کامپوزیت) و شاهد در حین نگهداری در یخچال به مدت ۸ روز

| روز | نمونه شاهد | نمونه بسته‌بندی شده |
|---|---|---|
| روز صفر | ۹۴/۳±۴/۶۲ $^{Aa}$ | ۹۵/۳±۱۸/۰۰ $^{Aa}$ |
| روز دوم | ۸۳/۶±۵۶/۰۰ $^{Ab}$ | ۸۸/۷±۴۰/۶۷ $^{ABa}$ |
| روز چهارم | ۶۷/۱۴±۸۷/۵۰ $^{Bb}$ | ۷۹/۷±۷/۰۰ $^{ABa}$ |
| روز ششم | ۴۷/۶±۰۰/۲۹ $^{BCb}$ | ۷۱/۷±۶/۳۵ $^{ABa}$ |
| روز هشتم | ۱۶/۰±۱۰/۹۷ $^{Cb}$ | ۶۱/۷±۱۲/۶۷ $^{Ba}$ |

*حروف بزرگ متفاوت، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در نمونه‌ها در زمان نگهداری است.

** حروف کوچک متفاوت، تفاوت معنی‌دار را بین نمونه‌های بسته‌بندی شده و شاهد نشان می‌دهد.

## ۴- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بسته‌بندی مرغ با فیلم بهینه تولیدشده نشان داد که فیلم خوراکی بهینه‌سازی شده در افزایش عمر ماندگاری فیله مرغ مؤثر بود، به‌طوری‌که مدت زمان نگهداری فیله مرغ در یخچال را از ۴ روز به ۸ روز افزایش داد. این فیلم خوراکی دارای خاصیت ضدمیکروبی بوده و قابلیت سازگار بودن با طبیعت را نیز دارا بود. نتایج آنالیزهای انجام شده تاییدکننده تأثیر عصاره پولک در عدم رشد سریع میکروارگانیسم‌ها بود. نمونه‌های بسته‌بندی شده دارای میزان شمارش کل میکروبی کمتر از ۷ Log CFU/g بودند ولی در نمونه‌های شاهد از روز ششم شمارش میکروبی کل غیرقابل امکان بود که این نتایج، نشان‌دهنده قدرت نگه‌دارندگی فیلم خوراکی بهینه حاصل بود. ارزیابی حسی و پذیرش کلی نمونه‌های بسته‌بندی شده با فیلم و نمونه شاهد از روز چهارم به بعد اختلاف معنی‌دار را نشان دادند. فیلم خوراکی بهینه حاصل از این پژوهش می‌تواند پتانسیل خوبی برای استفاده به‌عنوان بسته‌بندی فعال موادغذایی را داشته باشد و ایده نوینی در راستای استفاده از فیلم زیست‌تخریب‌پذیر جهت بهبود کیفیت، ایمنی مواد غذایی، کاهش زباله‌های حاصل از بسته‌بندی غذاها و افزایش ماندگاری و کیفیت محصولات گوشتی است.

## ۵- مراجع


[1] S. Dodangeh, H. Shekarchizadeh, S. Amiri, "A Review about Different Types of Sensors and their Application in Designing Intelligent Packaging for Assessing the Food Quality," Scientific Quarterly Journal of Packaging Science and Technology, vol. 11, no. 42, pp. 28-41, 2020. (In persian)

[2] S. Amiri, Z. M. Moghanjougi, M. R. Bari, A. M. Khaneghah, "Natural Protective Agents and their Applications as Bio-Preservatives in the Food Industry: an Overview of Current and Future Applications," Italian Journal of Food Science, vol. 19, no. 33, pp. 55-68, 2021.

[3] M. A. Ghamari, S. Amiri, M. Rezazadeh-Bari, L. Rezazad-Bari, "Physical, Mechanical, and Antimicrobial Properties of Active Edible Film Based on Milk Proteins Incorporated with Nigella Sativa Essential Oil," Polymer Bulletin, vol. 30, pp. 1-21, 2021.

[4] S. Babuskin, P. A. S. Babu, M. Sasikala, K. Sabina, G. Archana, M. Sivarajan, M. Sukumar, "Antimicrobial and Antioxidant Effects of Spice Extracts on the Shelf Life Extension of Raw Chicken Meat," International Journal of Food Microbiology, vol. 171, pp. 32-40, 2014.

[5] S. Dodangeh, S. Amiri, L. Rezazad Bari, "A Review of Different Types of Active Packages, Mechanism and their Application in Food Industry," Scientific Quarterly Journal of Packaging Science and Technology, vol. 11, no. 44, pp. 80-90, 2021. (In persian)

[6] M. N. Zadeh, S. Pirsa, S. Amiri, L. R. Bari, "Application of the Edible Coating of Carboxy Methyl Cellulose/Pectin Composite Containing Humulus lupulus Extract on the Shelf Life of Fresh Cute Oranges at Cold Conditions," Iraninan Journal of Biosystem Engeeniering, vol. 51,4 pp. 71-84, 2020. (In persian)

[7] J. Pagan, A. Ibarz, "Extraction and Rheological Properties of Pectin from Fresh Peach Pomace," Journal of Food Engineering, vol. 39, pp. 193-201, 1999.

[8] S. Amiri, F. R. Saray, L. Rezazad-Bari, S. Pirsa, "Optimization of Extraction and Characterization of Physicochemical, Structural, Thermal, and Antioxidant Properties of Mucilage from Hollyhock's Root: a Functional Heteropolysaccharide," Journal of Food Measurement and Characterization, vol. 15, no. 3, pp. 2889-903, 2021.

[9] M. Pirouzifard, R. A. Yorghanlu, S. Pirsa, "Production of Active Film Based on Potato Starch Containing Zedo Gum and Essential Oil of Salvia Officinalis and Study of Physical, Mechanical, and Antioxidant Properties," Journal of Thermoplastic Composite Materials, vol. 33, pp. 915-37, 2020.

[10] H. Khodaei, N. Asefi, "Drying of Ultrasound Pre-Treatment Poulk Leaves (Stachys Schtschegleevii Sosn.) and Survey of its Physical and Chemical Properties," Journal of food Science and Technology, vol. 14, no. 70, pp. 249-262, 2017. (In Persian)

[11] A. G. Ntzimani, V. I. Giatrakou, I. N. Savvaidis, "Combined Natural Antimicrobial Treatments (EDTA, Lysozyme, and Rosemary and Oregano Oil) on Semi Cooked Coated Chicken Meat Stored in Vacuum Packages At 4 C: Microbiological and Sensory Evaluation," Innovative Food Science & Emerging Technologies, vol. 11, pp. 187-196, 2010.

[12] L. Atarés, J. Bonilla, A. Chiralt, "Characterization of Sodium Caseinate-Based Edible Films Incorporated with Cinnamon or Ginger Essential Oils," Journal of Food Engineering, vol. 100, pp. 678-687, 2010.

[13] S. Marchand, J. De Block, V. De Jonghe, A, Coorevits, M. Heyndrickx, L. Herman, L, "Biofilm formation in milk production and processing environments; influence on milk quality and safety." Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, vol. 11, no. 2, pp.133-147, 2012.

[14] M. Schou, A. Longares, C. Montesinos-Herrero, F. J. Monahan, D. O'Riordan, M. O'sullivan, "Properties of Edible Sodium Caseinate Films and Their Application as Food Wrapping," LWT-Food Science and Technology, vol. 38, pp. 605-610, 2005.

[15] M. Zargar, S. Yeganeh, S. H. Razavi, S. M. Ojagh, "Effects of Sodium Caseinate Edible Coating on Quality of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) During Storage in Refrigerator Temperature," Journal of food science and technology ( Iran), vol. 11, no. 44, pp. :71-81, 2014.

[16] I. Caprioli, M. O'Sullivan, F. J. Monahan, "Use of Sodium Caseinate/Glycerol Edible Films to Reduce Lipid Oxidation in Sliced Turkey Meat," European Food Research and Technology, vol. 228, no. 3, pp. 433-440, 2009.

[17] S. Ranjbariyan, M. Rezazad Bari, H. Almasi, S. Amiri, "Effect of Sodiumcaseinat based Nanocamposite Active Films and Coating Cinnamon Essential Oil on the Quality Improving and Shelf Life Extension of Chicken Fillets," Food Science and Technology, vol. 71, no.14, 2017.

[18] M. Chitsaz, H. Mohammadi, M. Kamalinezhad, "Investigation of Antibacterial Effects of Poulk in Vitro Condition," Scientific-Research Journal, Daneshvar Medical University, Shahed University, vol. 67, 2006. (In Persian)

[19] H. Samsam Shariat, "Extraction of Effective Materials of Medicial Plants and Their Identification and Evaluation

[31] J. H. Li, J. Miao, J. L. Wu, S. F. Chen, Q. Q. Zhang, "Preparation and Characterization of Active Gelatin-Based Films Incorporated with Natural Antioxidants," Food Hydrocolloids, vol. 37, pp. 166-173, 2014.

[32] A. Namulema, J. H. Muyonga, A. N. Kaaya, "Quality Deterioration in Frozen Nile Perch (Lates Niloticus) Stored at− 13 and− 27° C," Food Research International, vol. 32, pp. 151-156, 1999.

[33] X. Liu, K. Chen, J. Wang, Y. Wang, Y. Tang, X. Gao, J. Li, "An on-Package Colorimetric Sensing Label Based on a Sol-Gel Matrix for Fish Freshness Monitoring," Food Chemistry, vol. 307, p. 125580, 2020.

[34] H. Teramura, M. Iwasaki, M. Ushiyama, H. Ogihara, "Evaluation of a Novel Dry Sheet Culture Method for Rapid Enumeration of Total Aerobic Count in Foods," Journal of Food Protection, vol. 78, pp. 1885-1890, 2015.

[35] M. Raeisi, H. Tajik, J. Aliakbarlu, S. Valipour, "Effect of Carboxymethyl Cellulose Edible Coating Containing Zataria Multiflora Essential Oil and Grape Seed Extract on Chemical Attributes of Rainbow Trout Meat," Veterinary research forum: an International Quarterly Journal, vol. 5, no. 2, p. 89, 2014.

[36] C. Ruiz-Capillas, A. Moral, "Residual Effect of CO2 on Hake (Merluccius Merluccius L.) Stored in Modified and Controlled Atmospheres," European Food Research and Technology, vol. 212, pp. 413-420, 2001.

[37] E. Chouliara, A. Karatapanis, I. N. Savvaidis, M. G. Kontominas, "Combined Effect of Oregano Essential Oil and Modified Atmosphere Packaging on Shelf Life Extension of Fresh Chicken Breast Meat, Stored at 4 ◦C," Food Microbilogy, vol. 24, pp. 607-617, 2007.

[38] Y. Song, L. Liu, H. Shen, J. You, Y. Luo, "Effect of Sodium Alginate-Based Edible Coating Containing Different Anti-Oxidants on Quality and Shelf Life of Refrigerated Bream (Megalobrama Amblycephala)," Food Control, vol. 22, pp. 608-615, 2011.

[39] J. M. Rodríguez-Calleja, M. C. Cruz-Romero, M. G. O'Sullivan, M. L. García-López, J. P. Kerry, "High-Pressure-Based Hurdle Strategy to Extend The Shelf Life of Fresh Chicken Breast Fillets," Food Control, vol. 25, pp. 516-524, 2012.

[40] M. Kostaki, V. Giatrakou, I. N. Savvaidis, M. G. Kontominas, "Combined Effect of MAP and Thyme Essential Oil on the Microbiological, Chemical and Sensory Attributes of Organically Aquacultured Sea Bass (Dicentrarchus Labrax) Fillets," Food Microbiology, vol. 26, pp. 475-482, 2009.

[41] J. P. Mariotti, J. Costa, A. Bianchini, A. F. Bernardini, J. Casanova, "Composition and variability of the essential oil of Stachys glutinosa L. from Corsica (France)," Flavour and Fragrance Journal. 12, 205-209. 1997.

[42] A. Bayat, K. Shahanipour, "The Antibacterial Effect of Methanolic and Aqueous Extracts of Stachys Schtschegleevii (Poulk) Leave on Bacteria Causing Urinary Infection," Qom University of Medical Sciences, Iran, vol. 9, pp. 33-39, 2015. (In Persian)

[43] H. D. Skaltsa, C. Demetzos, D. Lazari, M. Sokovic, "Essential oil Analysis and Antimicrobial Activity of Eight Stachys Species From Greece," Phytochemistry, vol. 64, pp. 743-752, 2003.

[44] G. Stamatis, P. Kyriazopoulos, S. Golegou, A. Basayiannis, S. Skaltsas, H. Skaltsa, "In Vitro Anti-Helicobacter Pylori Activity of Greek Herbal Medicines," Journal of Methods," First edition: Tehran; Mani Publications, vol. 293, 1992.

[20] S. Rahimi, S. Abbasi, M. A. Sahari, M. H. Azizi, "Separation and Determination of Some Chemical and Functional Properties of Soluble and Insoluble Fractions of Mountain Almond Tree Gum (Persian Gum)," Journal of food Science and Technology, vol. 10, no. 40, pp. 1-10, 2013. (In Persian)

[21] M. Rezaei, S. Pirsa, S. Chavoshizadeh, "Photocatalytic/antimicrobial Active Film Based on Wheat Gluten/Zno Nanoparticles," Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials, vol. 6, pp. 1-2, 2019.

[22] A. Asdagh, I. K. Sani, S. Pirsa, S. Amiri, N. Shariatifar, H. Eghbaljoo–Gharehgheshlaghi, Z. Shabahang, A. Taniyan, "Production and Characterization of Nanocomposite Film Based on Whey Protein Isolated/Copper Oxide Nanoparticles Containing Coconut Essential Oil and Paprika Extract," Journal of Polymers and the Environment, vol. 17, pp. 1-5, 2020.

[23] A. Gholam-Zhiyan, S. Amiri, M. Rezazadeh-Bari, S. Pirsa, "Stability of Bacillus Coagulans IBRC-M 10807 and Lactobacillus Plantarum PTCC 1058 in Milk Proteins Concentrate (MPC)-Based Edible Film," Journal of Packaging Technology and Research, vol. 5, no. 1, pp. 11-22, 2021.

[24] M. Hassannia-Kolaee, F. Khodaiyan, R. Pourahmad, I. Shahabi-Ghahfarrokhi, "Development of Ecofriendly Bionanocomposite: Whey Protein Isolate/Pullulan Films with Nano-Sio2," International Journal of Biological Macromolecules, vol. 86, pp. 139-144, 2016.

[25] A. Jabraili, S. Pirsa, M. K. Pirouzifard, S. Amiri, "Biodegradable Nanocomposite Film Based On Gluten/Silica/Calcium Chloride: Physicochemical Properties And Bioactive Compounds Extraction Capacity," Journal of Polymers and the Environment, vol. 29, pp. 1-5, 2021.

[26] Z. Sadeghnezhad, S. Amiri, M. Rezazadeh-Bari, H. Almasi, "Physical and Morphological Characteristics of Edible Composite Film of Sodium Caseinate/Pectin/Zedo Gum Containing Poulk (Stachys Schtschegleevii) Extract: Optimizing Bioactivity and Physicochemical Properties," Journal of Packaging Technology and Research, vol. 4, pp. 187-203, 2020.

[27] S. Asadi, S. Pirsa, "Production of Biodegradable Film Based on Polylactic Acid, Modified with Lycopene Pigment and Tio2 and Studying its Physicochemical Properties," Journal of Polymers and the Environment, vol. 28, pp. 433-44, 2020.

[28] A. Dashipour, V. Razavilar, H. Hosseini, S. Shojaee-Aliabadi, J, B. German, K. Ghanati, R. Khaksar, "Antioxidant and Antimicrobial Carboxymethyl Cellulose Films Containing Zataria Multiflora Essential Oil," International Journal of Biological Macromolecules, vol. 72, pp. 606-613, 2015.

[29] M. A. López-Mata, S. Ruiz-Cruz, N. P. Silva-Beltrán, J. D. J. Ornelas-Paz, P. B. Zamudio-Flores, S. E. Burruel-Ibarra, "Physicochemical, Antimicrobial and Antioxidant Properties of Chitosan Films Incorporated with Carvacrol," Molecules, vol. 18, pp. 13735-13753, 2013.

[30] S. Amiri, M. Rezazadeh Bari, M. Alizadeh Khaledabad, R. Rezaei Mokarram, M. Sowti Khiabani, "Co-Production Of Parabiotic Metabolites by Lactobacillus Acidophilus LA5 and Bifidobacterium Animalis Subsp. Lactis BB12 In Dairy Effluents," Chemical Review and Letters, vol. 4, no. 2, pp. 66-76, 2021.

[48] A. Pasbani, S. Amiri, "Investigation of Aloe Vera Extract with Solid Fat Nanoparticles with Essential Oil of Zenyan on the shelf Life of Beef," Iranian Journal of Nutrition and Food Technology, vol. 12, pp. 86-75, 2017.

[49] R. G. Brannan, "Effect of Grape Seed Extract on Descriptive Sensory Analysis of Ground Chicken During Refrigerated Storage," Meat Science, vol. 81, pp. 589-595, 2009.

[50] H. Etemadi, M. Rezayi, A. M. Abediyan, "Antibacterial and Antioxidant Potential of Rosemary Extract in Increasing the Shelf Life of Rainbow Trout," Quarterly Journal of Food Science and Technology, vol. 5, pp. 77-67, 2008.

Ethnopharmacology, vol. 88, pp. 175-179, 2003.

[45] M. Asna Ashari, N. Sedagat, "Use of Modern Techniques in Chicken Packaging," Science and Technology Packing, vol. 3, 2012.

[46] H. Norouzi-Arasi, I. Yavari, M. Alibabaeii, "Chemical Constituents of the Essential Oil of Stachys Schtschegleevii Of Iran," Journal of Essential Oil Research, vol. 16, pp. 231-32, 2004.

[47] M. Chit Saz, H. Mohammadi, M. Kamali Nejad, "Investigation of Antibacterial Effects of Flakes in Extracorporeal Conditions," Scientific-research monthly. Daneshvar Medical, Shahed University, vol. 67, 2006. (In Persian)

# The Effect of Composite Edible Film of Sodium Caseinate/ Pectin/Zedo Gum with Hedgenettles Extract on Shelf Life of Chicken Fillet

**Saber Amiri* , Zhaleh Sadeghnezhad, Mahmoud Rezazadeh Bari, Hadi Almasi**

*Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

(Received: 08/03/2021; Accepted: 27/02/2022)

## Abstract

*The aim of this study was to investigate the effect of Sodium-caseinate/Pectin/Zedo gum composite film containing Hedgenettles extract on the qualitative characteristics of chicken breast fillets at refrigerator temperature. Fresh fillets were packaged with composite films of sodium-caseinate 6.74%, Pectin 0.89%, Zedo gum 0.37% and Polk extract 5.85% and kept in the refrigerator. The chemical (pH, Thiobarbituric acid) and microbial properties (total count) were tested at 0, 2, 4, 6 and 8 days. All calculations and data analysis were done by ANOVA with a probability level of less than 5% ($p<0.05$). The results showed that there was no significant difference in the qualitative characteristics of chicken fillet samples during 8 days at refrigerator temperature ($p>0.05$) because of bioactive compounds and antimicrobial and antioxidant properties of Hedgenettles extract, but there was a significant difference in the control sample ($p<0.05$). In addition, bacterial counts of the treatments packed with the film were at the acceptable level for human consumption until 8 days. However, bacterial counts of control samples were more than the limit. The results of the present study determined that the prepared film would be able to extend the shelf-life of chicken fillet.*

**Keywords:** Composite Edible Film, Stachys Schtschegleevii Extract, Chicken Fillet, Shelf-Life

*Corresponding Author E-mail: sa.amiri@urmia.ac.ir