

## تاثیر فیلم و پوشش نانوکامپوزیت فعال کازئینات سدیم حاوی اسانس دارچین در افزایش ماندگاری فیله سینه مرغ

سعید رنجبریان<sup>۱</sup>، محمود رضازاد باری<sup>۲\*</sup>، هادی الماسی<sup>۳</sup>، صابر امیری<sup>۴</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی صبا، ارومیه

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۴- دانشجوی دکتری تخصصی بیوتکنولوژی مواد غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۰۲)

### چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر فیلم و پوشش کازئینات سدیم (CS) حاوی نانوفیبر سلولز (CNF) و اسانس دارچین (CEO) در حفظ خصوصیات کیفی فیله سینه مرغ در طول نگهداری در یخچال بوده است. فیله‌های تازه با فیلم و محلول‌های پوشش دهی کازئینات سدیم حاوی ۵ درصد اسانس دارچین و ۲/۵ و ۵ درصد نانوفیبر سلولز تیمار شده و در یخچال نگهداری شدند و در روزهای ۰، ۴، ۸ و ۱۲، آزمون‌های شیمیایی (pH، TBA، TVB-N) و آزمون‌های میکروبی (TVC و PTC) و همچنین ارزیابی حسی (رنگ، بو و پذیرش کلی) بر روی آنها انجام شد. نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم نانوکامپوزیت ۲/۵ درصد CNF حاوی اسانس دارچین تا روز ۱۲ به طور معنی داری باعث کاهش مقادیر TBA و TVB-N به ترتیب به میزان (MDA) mg/Kg  $0.12 \pm 0.02$  و  $23.8 \pm 3.96$  mg/100g شد که کمتر از سایر تیمارها بود. همچنین از نظر بار میکروبی، نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم نانوکامپوزیتی حاوی اسانس دارچین تا روز ۱۲ در دامنه قابل قبول برای مصارف انسانی قرار داشت. اما نمونه‌های شاهد و پوشش دار فراتر از حد مجاز بود. میزان باکتری‌های سرما دوست نیز در نمونه‌های بسته بندی شده با پوشش نسبت به نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم افزایش معنی داری را نشان داد.

کلید واژگان: کازئینات سدیم، نانوفیبر سلولز، اسانس دارچین، فیله مرغ، ماندگاری

## ۱- مقدمه

گوشت سینه مرغ (فیله) یکی از فرآورده‌های گوشتی مورد علاقه و یک منبع پروتئین محبوب در سراسر جهان می‌باشد [۱،۲]. گوشت مرغ ممکن است در طول فرآیند تولید و یا در محل فروش به انواع میکروب‌ها مخصوصاً باکتری‌های اسید لاکتیک آلوده شده و برای مصارف انسانی نامناسب گردد [۳]. همچنین فیله مرغ به دلیل رطوبت بالا، محتوای پروتئین و pH بالا، ایده آل برای رشد میکروب‌های بیماری زا [۲،۴] بوده و حساسیت بیشتر به فساد اکسیداتیو و کاهش ماندگاری آن، تولید کنندگان را به فکر چاره‌ای برای افزایش ماندگاری و کیفیت گوشت مرغ انداخته است [۱،۴]. در همین راستا یکی از روش‌های مرسوم در افزایش ماندگاری فرآورده‌های گوشتی، استفاده از ترکیبات ضد میکروبی مختلف بصورت اسپری روی سطح یا غوطه وری گوشت در محلول ماده ضد میکروبی می‌باشد [۴]. در این میان، استفاده از ادویه‌ها، عصاره‌ها و اسانس‌های روغنی برای افزایش ماندگاری محصولات گوشتی روز به روز در حال گسترش است [۳،۴،۵].

از طرف دیگر، استفاده‌ی غیر کنترل شده از مواد ضد میکروبی باعث ایجاد ایجاد مسمومیت، سرطان زایی و برهمکنش با ترکیبات ماده غذایی و کاهش خواص حسی محصول می‌شود. جایگزین مناسب استفاده‌ی مستقیم از مواد نگهدارنده، بکارگیری فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی فعال حاوی مواد ضد میکروبی است تا با کنترل نرخ رهایش مواد موثر بتوانند ماندگاری محصول را بالا ببرند و در عین حال بر روی خواص حسی ماده غذایی تأثیر منفی نداشته باشند [۶].

یکی از انواع فیلم‌های خوراکی زیست تخریب پذیر، فیلم‌های پروتئینی بر پایه کازئینات سدیم می‌باشد. کازئینات سدیم به دلیل قابلیت تشکیل پیوندهای وسیع هیدروژنی بین مولکولی، به راحتی می‌تواند تشکیل ژل دهد. این ماده به راحتی می‌تواند با خشک کردن یک محلول آبی تشکیل فیلم دهد [۷]. فیلم‌های کازئینی شفاف، زیست تخریب پذیر، با مقاومت مکانیکی بالا و مانع خوب در برابر نفوذ اکسیژن بوده [۸] و کیفیت بالای تغذیه ای آن، پتانسیل این بیوپلیمر در تولید فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی را نشان می‌دهد [۹،۱۰]. در سالهای اخیر پوشش و فیلم خوراکی کازئینات سدیم در بسته بندی ماهی قزل آلائی رنگین کمان [۱۰] و گوشت بوقلمون پخته شده [۱۱] مورد بررسی قرار گرفته است.

یکی از مهمترین ترکیبات نگهدارنده‌ی طبیعی اسانس دارچین است که خاصیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی آن توسط محققین زیادی به اثبات رسیده است [۱۲،۱۳]. ترکیب بازدارنده اصلی در اسانس دارچین سینام آلدئید می‌باشد. مکانیزم اثر ضد میکروبی سینام آلدئید جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و پروتئاز و نیز تخریب دیواره سلولی می‌باشد. استفاده از اسانس دارچین و فعالیت ضد میکروبی آن در تولید فیلم‌های فعال مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است [۱۴،۱۵]. اخیراً اسانس دارچین در بسته بندی فیله ماهی قزل آلا [۱۶،۱۷]، گوشت منجمد خوک [۱۸] و محصولات نانویی [۱۹] مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته و خاصیت ضد میکروبی، ضد قارچی و آنتی اکسیدانی قوی برای آن گزارش شده است. با وجود اینکه بیوپلیمرها ترکیبات مناسبی برای حمل انواع مواد افزودنی و ضد میکروبی محسوب می‌شوند اما دارای خواص مکانیکی ضعیف و نفوذپذیری بالا نسبت به بخار آب در مقایسه با پلیمرهای سنتزی می‌باشند، یکی از مهمترین تحقیقات انجام یافته در جهت بهبود خواص مکانیکی و بازدارندگی این فیلم‌ها، استفاده از فناوری نانو می‌باشد. این فناوری منجر به تولید پلیمرهای نانوکامپوزیت شده است. نانوکامپوزیت‌ها پلیمرهایی هستند که در آنها ترکیبات آلی یا غیر آلی مختلفی با اشکال متفاوت اما در ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر به عنوان فیلر یا پرکننده استفاده شده است [۲۰،۲۱]. نانوفیبر سلولز<sup>۱</sup> (CNF) از جمله نانوتقویت کننده‌هایی است که طی سال‌های اخیر، تأثیر آن در پلیمرهای مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. مقاومت مکانیکی بالا، نسبت سطح به حجم زیاد، چگالی پایین، سهولت دسترسی، قیمت مناسب و زیست تخریب پذیری از جمله مهمترین ویژگی‌هایی است که CNF را از سایر نانوتقویت کننده‌ها متمایز می‌سازد. در کل کاهش نفوذپذیری نسبت به بخار آب، افزایش بازدارندگی در برابر نفوذ گازها، افزایش مقاومت حرارتی ماده بسته بندی، ایجاد شفافیت، بهبود خواص ظاهری فیلم از دیگر مزایای نانوکامپوزیت‌های بیوپلیمری حاوی نانوذرات CNF می‌باشد از طرف دیگر، حضور CNF در

1. Cellulose nanofiber

دستگاه کلونجر (تقطیر با بخار) به مدت ۳ ساعت انجام شده و اسانس بدست آمده در محل تاریک و خنک نگهداری شد. مواد موثر اسانس با دستگاه کروماتوگرافی گازی<sup>۱</sup> Quad rupole مدل Aglient-6890N کوپل شده با طیف سنج جرمی<sup>۲</sup> مدل Aglient-5973N آنالیز شد.

### ۲-۳- تهیه فیلم و پوشش خوراکی

برای تولید فیلم‌ها از روش حلال (قالب ریزی) طبق روش پیشنهادی Schou و همکاران [۹] با کمی تغییر استفاده شد. ۴ گرم پودر کازئینات سدیم در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر تحت همزنی مداوم آرام آرام اضافه گردیده و به مدت یک ساعت در دمای  $50 \pm 30^\circ\text{C}$  با سرعت ۱۱۰۰ rpm توسط همزن مغناطیسی همزده شد. در ادامه گلیسرول به عنوان نرم کننده به میزان ۳۷/۵٪ وزن ماده خشک بعد از حباب زدایی به محلول اضافه گردیده و به مدت ۱۰ دقیقه همزده شد.

برای تولید فیلم‌ها و پوشش های نانوکامپوزیت نیز با کمی تغییر از روش Pereda و همکاران [۲۷]. استفاده گردید. CNF به میزان ۲/۵ و ۵ درصد وزن ماده خشک CS به ۵۰ میلی لیتر آب اضافه شده و به مدت ۱۲ ساعت توسط همزن مغناطیسی با سرعت آهسته در دمای  $50 \pm 30^\circ\text{C}$  همزده شده و به مدت ۱۵ دقیقه تحت تیمار فراصوت (ASONE - مدل USD 4R ساخت کشور ژاپن) با فرکانس ۴۰ KH، قرار گرفت. ۵۰ میلی لیتر محلول کازئینات بدون گلیسرول با محلول نانو فیبرسلولز مخلوط شده و ۵٪ وزن ماده خشک CS، اسانس دارچین و ۳۷/۵٪ وزن ماده خشک، گلیسرول اضافه و همزده شد.

این محلول‌ها مستقیماً برای پوشش دهی قطعات سینه مرغ بکار رفتند اما برای تهیه فیلم‌ها، از هر محلول فیلم ۱۰۰ میلی لیتر به آرامی در قالب‌های پلی استایرنی به قطر ۱۰ سانتی متر پخش شده و در دمای  $20 \pm 25^\circ\text{C}$  و در رطوبت نسبی ۵۰٪ به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. و در نهایت به صورت فیلم یکنواخت از قالب‌ها جدا شده و در بسته بندی غیرقابل نفوذ نگهداری شدند (شکل ۱).

بستر فیلم و پوشش می‌تواند رهایش ترکیبات فعال را بصورت کنترل شده در آورده و از این جهت نیز می‌تواند در طراحی فیلم و پوشش فعال بسیار موثر واقع شود [۲۰، ۲۲، ۲۳، ۲۴]. تاکنون از CNF در ترکیب فیلم کازئینات سدیم استفاده نشده است. همچنین تأثیر فیلم و پوشش نانوکامپوزیت کازئینات سدیم حاوی اسانس دارچین بر روی افزایش ماندگاری هیچ نوع محصول غذایی بررسی نشده و این پژوهش اولین تحقیق در این زمینه بشمار می‌رود. هدف از این پژوهش، مطالعه تأثیر فیلم و پوشش نانوکامپوزیت کازئینات سدیم حاوی اسانس دارچین و نانوفیبر سلولز بر روی خواص کیفی گوشت فیله مرغ در طی نگهداری در دمای یخچال می‌باشد تا مشخص شود که فیلم و پوشش فعال حاوی اسانس، در مقایسه با افزودن مستقیم اسانس دارچین به سطح گوشت مرغ، تا چه میزان در افزایش ماندگاری آن موثر بوده و کارایی کدامیک (فیلم یا پوشش) بیشتر است. همچنین تأثیر حضور CNF در عملکرد اسانس دارچین در حفظ کیفیت گوشت بررسی قرار گرفته است.

## ۲- مواد و روش کار

### ۲-۱- مواد

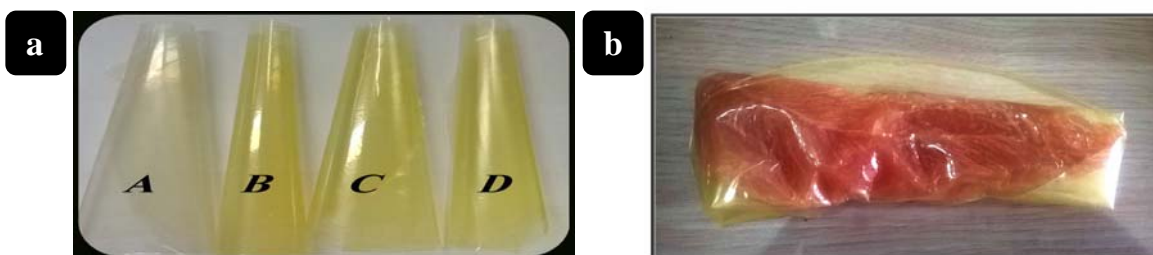
پودر کازئینات سدیم (CS) (محتوای پروتئینی ۸۵٪ - ۷۵) از شرکت کازئینات ایران (I.C.C)، نانوفیبرسلولز (ژل ۳٪) به صورت ژل سفید از شرکت نانو نوین پلیمر (ایران)، گلیسرول با خلوص ۹۹/۵٪ به عنوان پلاستی سایزر از شرکت Merck آلمان و پوست خشک شده دارچین کاسیای ویتنامی با برند تجاری (Vietnam split C.cassia) از عطاری تهیه شد. سایر مواد شیمیایی مورد استفاده، دارای درجه خلوص آزمایشگاهی بوده و از شرکت Sigma-Aldrich (آلمان) خریداری شدند.

### ۲-۲- اسانس گیری از دارچین

استخراج اسانس دارچین با استفاده از روش Wang و همکاران [۲۵] و Wong و همکاران [۲۶] با کمی تغییر، توسط

1. Gas chromatography  
2. Mass spectrometer

**Fig 1** (a) Samples of films produced for packaging chicken breast fillets : (A)CS.F, (B)CS.CEO.F, (C)CS.CEO.CNF2.5.F, (D)CS.CEO.CNF5.F. (b) Sample of Chicken breast fillets packed with sodium caseinate films containing Cellulose nanofibers and Cinnamon essential oils.



نگهداری شده و در فواصل زمانی ۴، ۸ و ۱۲ روزه، از آنها نمونه برداری شده و آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی بر روی آنها انجام شد.

## ۲-۵- آزمون های شیمیایی

### ۲-۵-۱- اندازه گیری pH

اندازه گیری pH با استفاده از روش AOAC (1995) [28] و بر روی مخلوط خرد و هموژن شده‌ی ۱۰ گرم نمونه در ۹۰ میلی لیتر آب مقطر با استفاده از الکتروود pH متر دیجیتالی Metrohm No.781 (هلند) در دمای محیط انجام شد.

### ۲-۵-۲- اندازه گیری تیوباربتوریک اسید<sup>۱</sup>

مقدار تیوباربتوریک اسید نمونه به روش رنگ سنجی اندازه گیری شد. ۲۰۰ میلی گرم از نمونه هموژن شده فیله مرغ به یک بالن ۲۵ میلی لیتری انتقال یافته و سپس با ۱- بوتانل به حجم رسانده شد. ۵ میلی لیتر از این مخلوط به لوله ی فالتون خشک دردار ریخته شده و به آن ۵ میلی لیتر معرف TBA افزوده شد (معرف TBA بوسیله حل شدن ۲۰۰ میلی گرم از TBA در ۱۰۰ میلی لیتر حلال ۱- بوتانل پس از فیلتر شدن توسط کاغذ صافی به دست می آید). لوله های دردار در حمام آب گرم با دمای ۹۵°C به مدت ۲ ساعت قرار گرفته و پس از سرد شدن در دمای محیط مقدار جذب آن در ۵۳۰ نانومتر بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در مقابل آب مقطر خوانده شده و مطابق فرمول ذیل مقدار تیوباربتوریک اسید (بر حسب میلی گرم مالون دی آلدئید در هر کیلوگرم از بافت مرغ) محاسبه گردید [29].

A<sub>S</sub>: جذب تیمار A<sub>B</sub>: جذب شاهد

## ۲-۴- آماده سازی، پوشش دهی و بسته بندی

### فیله مرغ

۵ کیلوگرم سینه فیله شده مرغ از کشتارگاهی معتبر خریداری و در شرایط کاملاً بهداشتی به آزمایشگاه انتقال داده شد. سپس سینه‌های مرغ به قطعات فیله شده یکسان به وزن ۲۰۰ گرم خرد شده و به ۱۰ گروه تقسیم شدند. تمامی آزمون‌های میکروبی و شیمیایی بر روی گوشت تازه انجام شد و بعنوان داده‌های روز اول ثبت گردید. پنج دسته از نمونه‌های گوشت برای پوشش دهی استفاده شدند بدین صورت که واحدهای ۲۰۰ گرمی از قطعات فیله مرغ در ۵۰۰ میلی لیتر از محلول‌های پوشش دهی شامل محلول کازئین خالص (CS.C)، کازئین - اسانس دارچین (CS.CEO.C)، کازئین - اسانس دارچین - نانوفیبر سلولز ۲/۵ و ۵ درصد (CS.CEO.CNF2.5.C) و CS.CEO.CNF5.C) و محلول خالص اسانس دارچین در آب (CEO.C) به مدت ۲ دقیقه غوطه ور شده و سپس محلول سطحی آن با استفاده از آبکش جدا شد. فیله‌های پوشش دهی شده در ظروف پلی استایرنی با روکش پلی اتیلن نگهداری شدند. چهار گروه از فیله‌ها نیز برای بسته بندی با استفاده از فیلم‌های فعال شامل فیلم خالص کازئین (CS.F)، فیلم کازئین - اسانس دارچین (CS.CEO.F) و فیلم‌های حاوی اسانس دارچین و نانوفیبر سلولز در غلظت ۲/۵ و ۵ درصد (CS.CEO.CNF2.5.F و CS.CEO.CNF5.F) مورد استفاده قرار گرفتند. قطعات مرغ درون این لفاف‌ها پیچیده شده و برای بسته بندی نهایی آنها از ظروف پلی استایرنی و پوشش پلی اتیلنی استفاده شد. قطعات مرغ بدون پوشش و بسته بندی فعال نیز بعنوان نمونه شاهد (Control) مورد استفاده قرار گرفتند. تمامی نمونه‌ها در دمای یخچال

1. Thiobabutaric Acid (TBA)

استفاده شد. جهت ارزیابی، سیستم نمره‌دهی هدونیک ۵ نقطه‌ای (نمره ۱ بسیار بد و نمره ۵ بسیار خوب) مورد استفاده قرار گرفت. نمره ۴ برای فیله‌ها در ارزیابی حسی به عنوان حد مقبولیت برای مصارف انسانی در نظر گرفته شد [۱۶].

## ۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمون‌ها در قالب طرح تصادفی با آنالیز واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS 23 انجام شدند. اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها توسط آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد برآورد گردید. داده‌ها در جداول و اشکال به صورت میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد برای دو تکرار ارائه شده است.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- نتایج آزمون‌های شیمیایی

#### ۳-۱-۱- بررسی میزان pH

در شکل ۲، مقادیر pH گوشت فیله مرغ در تیمارهای مختلف آورده شده است. حداقل و حداکثر میزان pH در نمونه‌های مختلف بین ۶/۹۳ - ۵/۸ برآورد شد. به طوریکه در شکل نشان داده شده است، میزان اولیه pH اندازه‌گیری شده در روز اول برای تمامی نمونه‌ها عدد ثابت  $6/06 \pm 0/042$  می‌باشد که در روز چهارم این مقدار به جز نمونه‌های شاهد روند نزولی داشت. کاهش pH را می‌توان به تولید اسیدلاکتیک ناشی از گلیکولیز نسبت داد [۳۷]. اما در روز هشتم در اکثر نمونه‌ها دوباره افزایش pH مشاهده شد که مقدار pH در نمونه شاهد به عدد  $6/5 \pm 0/028$  رسید و در بقیه تیمارها پایین‌تر از این عدد بود و در روز ۱۲ همچنان افزایش pH رخ داد. pH برای تیمار با CS.CEO.C عدد  $6/93 \pm 0/056$  و تیمار با CS.CEO.CNF2.5.F عدد  $6/05 \pm 0/042$  درج گردید.

طبق نتایج به دست آمده و آنالیز واریانس به جز زمان اول و روز چهارم در نمونه‌های تیمار شده و نمونه شاهد با گذشت زمان در روزهای ۸، ۱۲ افزایش معنی‌داری در pH مشاهده شد ( $P < 0/05$ ).

افزایش قابل توجه pH با گذشت زمان در نمونه شاهد و بقیه نمونه‌ها را می‌توان به تولید ترکیبات فرار (آمونیاک و تری اتیل آمین) حاصل از باکتری‌های فاسد کننده نسبت داد [۳۲].

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

### ۲-۳- اندازه‌گیری بازهای ازته فرار<sup>۱</sup>

این آزمون توسط روش کلدال با قرار دادن ۱۰ گرم گوشت فیله سینه مرغ میکس شده در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر و ۲ گرم اکسید منیزیم به عنوان کاتالیزور، ۲ قطره اکتانول به عنوان ضد کف و نهایتاً ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطر به داخل بالن کلدال شروع شد. سپس سیستم کلدال نصب شده و در زیر لوله خروجی سیستم، ارلنی حاوی ۲۵ میلی لیتر اسید بوریک ۳ درصد، ۰/۰۴ میلی لیتر مخلوط متیل رد و متیلن بلو به عنوان شاخص ریخته شد به طوریکه سر لوله خروجی کاملاً درون محلول ارلن باشد. عمل جوشیدن محتویات بالن کلدال و تقطیر گازهای متصاعد شده که معرف بازهای نیتروژنی فرار هستند تا رسیدن حجم بالن به ۱۲۵ میلی لیتر و تغییر رنگ محلول به رنگ سبز ادامه یافت و سپس با هیدروکلریک اسید ۰/۱ نرمال تا حاصل شدن رنگ صورتی تیترا شد. با قرار دادن میزان اسید مصرفی جهت تیتراسیون در رابطه زیر بازهای نیتروژنی فرار بر حسب میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه فیله مرغ محاسبه می‌شود که (V) حجم مصرفی هیدروکلریک اسید و (C) غلظت هیدروکلریک اسید می‌باشد [۳۱].

$$\% \text{ mg TVB-N} = (V \times C \times 14 \times 100) / 10$$

### ۲-۶- آزمون‌های میکروبی

برای آزمون میکروبی، ۱۰ گرم از فیله سینه مرغ در ۹۰ میلی لیتر سرم فیزیولوژی استریل ۰/۸۵٪ مخلوط و هموزن شده و برای هر نمونه ۲ رقت تهیه شد. از هر رقت یک میلی لیتر برای کشت باکتری به روش پورپلیت در محیط نوتریت آگار مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌های کشت داده شده در انکوباتور  $37^\circ\text{C}$  به مدت ۴۸ ساعت برای شمارش بار باکتریایی کل و به مدت ۱۰ روز انکوباسیون در دمای یخچال  $4^\circ\text{C}$  برای شمارش باکترهای سرما دوست قرار گرفتند و پس از طی انکوباسیون، شمارش بار باکتریایی کل و تعداد باکترهای سرما دوست با قرار گرفتن در رابطه زیر محاسبه و به صورت Log cfu/g بیان شد [۳۱، ۱۶].

### ۲-۷- ارزیابی حسی

برای ارزیابی خصوصیات حسی، از پانل ۱۰ نفری که نمونه‌ها را بر اساس بو، رنگ و پذیرش کلی، مورد بررسی قرار دادند

1. Total Volatile Basic Nitrogen(TVB-N)

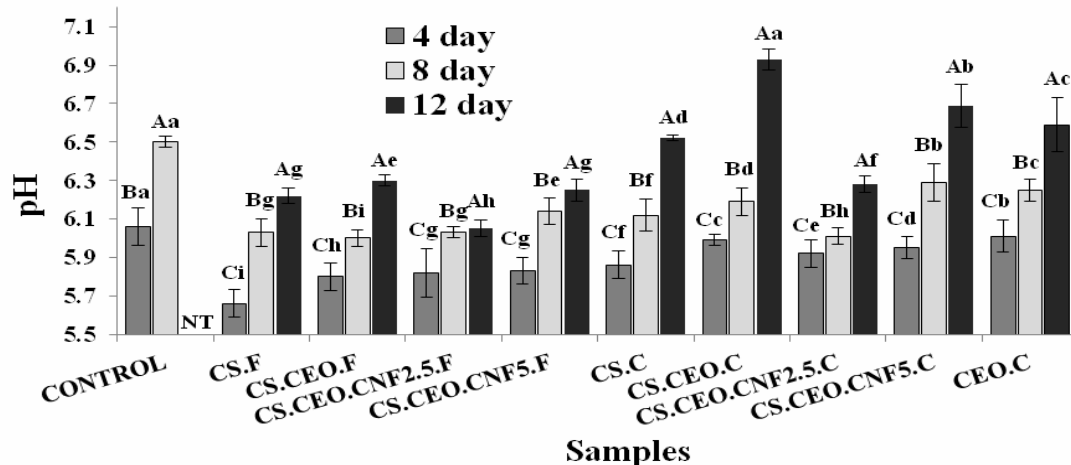


Fig 2 pH of samples packed with film and coating during storage in the refrigerator for 12 days.

NT : Not tested.

Same lower case and capital letters on the bars respectively, showed no significant differences between the samples and no significant differences at different times ( $P < 0.05$ ).

روز چهارم به مقدار  $0.02 \pm 0.01$  میلی گرم مالون دی آلدئید در هر کیلوگرم فیله سینه مرغ) و حداکثر میزان مربوط به تیمار بسته بندی شده با CS.F در روز دوازدهم به مقدار  $0.03 \pm 0.01$  (میلی گرم مالون دی آلدئید در هر کیلوگرم فیله سینه مرغ) می‌باشد. در روز دوازدهم تیمار بسته بندی شده با CS.CEO.CNF2.5.F و CS.CEO.CNF5.F (میلی گرم مالون دی آلدئید در هر کیلوگرم) بودند در حالیکه بقیه تیمارها در روز دوازدهم با تفاوت معنی‌داری در سطح بالاتری نسبت به این دو نمونه قرار گرفتند که می‌تواند تائیدی بر تاثیر این فیلم‌ها در ممانعت از اکسیداسیون چربی در فیله سینه مرغ باشد که می‌توان به خاصیت آنتی اکسیدانی بالای اسانس دارچین و نقش بسزای پرکننده CNF در کاهش نفوذ رطوبت و اکسیژن و اثر هم افزایی<sup>۲</sup> این دو نسبت داد. همچنین در این آزمون نمونه بسته بندی شده با CEO.C نیز نسبت به بقیه پوشش‌ها مقادیر کمتری را به خود اختصاص داد (MDA-

$0.23 \pm 0.03$  mg/kg) که مزیت پوشش خالص اسانس در برابر تغییرات اکسیداسیونی و عملکرد بالای خاصیت آنتی اکسیدانی در این پوشش را نشان می‌دهد. افزایش TBA در طول دوره نگهداری در تیمارها به اکسیداسیون لیپید و تولید متابولیت‌های فرار در حضور اکسیژن نسبت داده شده است [۳۶]. آستانه شروع فساد و بدطعمی که محدوده مجاز برای این شاخص محسوب می‌شود  $1-2$  mg/kg می‌باشد [۳۵، ۴].

این نتایج با تحقیقات انجام شده روی نمونه مرغ بسته بندی شده با اسانس پونه کوهی تحت شرایط MAP توسط Chouliara و همکاران [۳۷] مطابقت دارد. همچنین Song و همکاران [۳۱] با پوشش آلزینات سدیم بر روی ماهی سیم نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

### ۳-۱-۲- بررسی میزان تیوباریتوریک اسید

اکسیداسیون چربی از عوامل بد طعمی در فرآورده‌های گوشتی است بویژه زمانی که گوشت محتوی اسیدهای چرب غیراشباع بالایی بوده و تحت شرایط هوازی ذخیره گردد [۳۳]. اکسیداسیون چربی به طور وسیعی توسط شاخص TBA که میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به ویژه آلدئیدها را نشان می‌دهد ارزیابی می‌گردد [۳۴] که از شکست یا اکسید شدن هیدرو پراکسیدها ایجاد شده و بر حسب میلی گرم مالون دی آلدئید<sup>۱</sup> بر کیلوگرم چربی بیان می‌شود [۳۵]. 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 تغذیه ای آن را کاهش می‌دهد [۳]. شکل ۳، میزان TBA بر حسب میلی گرم (MDA) را در تیمارهای مختلف در طی زمان نگهداری نشان می‌دهد که دارای روند افزایشی معنی داری است. میزان TBA در روز اول عدد صفر را نشان داد که در شکل نشان داده نشده است. با افزایش مدت زمان نگهداری میزان TBA در نمونه‌های مختلف افزایش چشمگیری را نشان داد. در این مطالعه حداقل میزان TBA مربوط به تیمار بسته بندی شده با CS.CEO.CNF2.5.F در

2. Synergistic

1. Malone Dialdehyde (MDA)

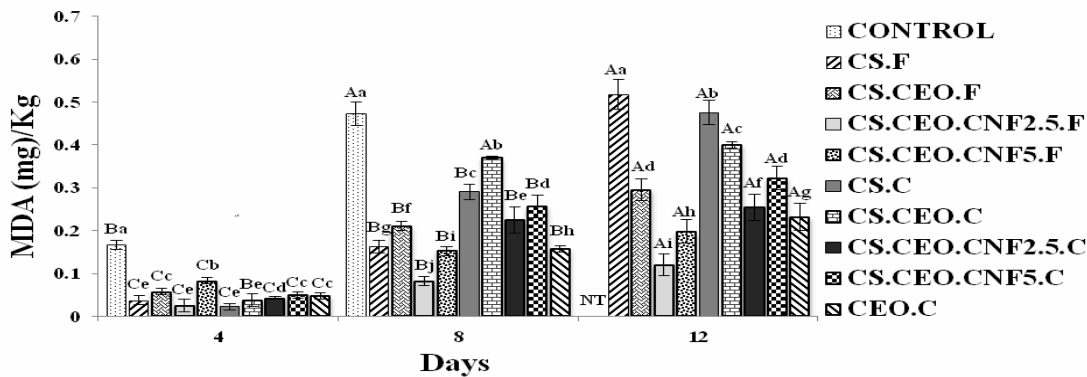


Fig 3 TBA(MDA mg/kg) of samples packed with film and coating during storage in the refrigerator for 12 days.

NT : Not tested.

Same lower case and capital letters on the bars respectively, showed no significant differences between the samples and no significant differences at different times ( $P < 0.05$ ).

گفت که با گذشت زمان در همه تیمارها این مقادیر روند افزایشی معنی‌داری داشته است ( $P < 0.05$ ). به طوریکه در تیمار شاهد در روز هشتم به میزان  $30/8 \pm 3/96$  (میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت مرغ) افزایش یافته بود. در مقایسه بین تیمارها، میزان TVB-N در زمان‌های نگهداری شده نیز در تیمارهای حاوی نانوفیبر سلولز و اسانس نسبت به سایر تیمارها کمتر می‌باشد. میزان TVB-N در روز ۱۲ در تیمارهای بسته بندی شده با CS.CEO.CNF2.5.F به کمترین مقدار  $23/8 \pm 3/96$  (میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت مرغ) نسبت به سایر تیمارها رسید که در مقایسه با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری دارد. که مطمئناً به اثر افزودن CNF در این فیلم‌ها که باعث نفوذ تدریجی اسانس در فیلم مرغ در طول زمان شده و همچنین خاصیت ضد میکروبی قوی اسانس دارچین مربوط می‌باشد. مقادیر بالای بار باکتریایی می‌تواند توجیهی برای افزایش بازهای نیتروژنی فرار باشد [۳۹]. میزان بالای فعالیت باکتریایی ترکیباتی مثل تری متیل آمین اکساید، پپتیدها و آمینواسیدها را به بازهای فرار می‌شکنند [۴۰].

نتایج حاصل از این آزمون با تحقیقات انجام گرفته توسط Gómez-Estaca و همکاران [۴۱] روی عصاره رزماری به همراه فیلم ژلاتینی، Andvari & Rezaei [۱۷] روی اثر پوشش ژلاتین به همراه اسانس دارچین و Ojagh و همکاران [۱۶] روی اثر اسانس دارچین به همراه کتیوزان بر ماهی قزل آلا مبنی بر کاهش بازهای ازته فرار مطابقت دارد. با توجه به نتایج حاصله می‌توان نتیجه گرفت که تیمارهای بسته بندی شده با فیلم حاوی CNF در کاهش بازهای ازته فرار طی نگهداری در یخچال موثر بوده است.

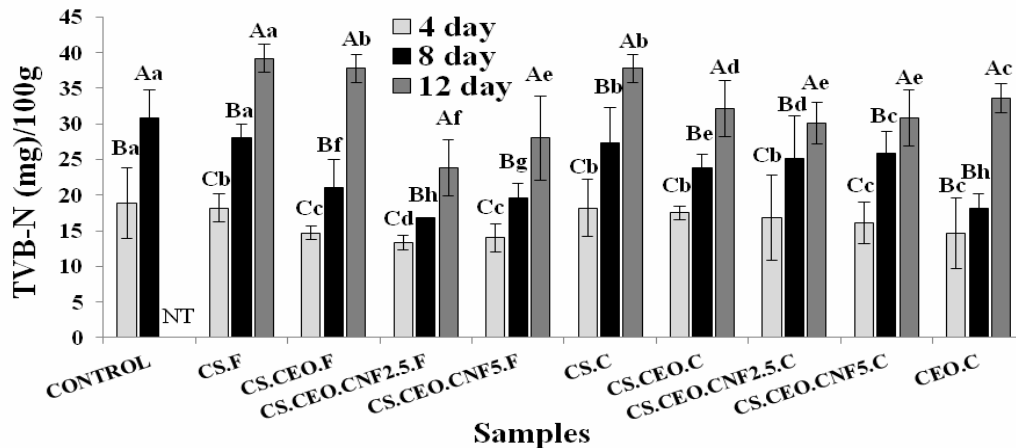
در واقع زمانی که مقدار TBA به این محدوده می‌رسد باعث ایجاد بوی نامطبوع می‌گردد و همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده در روز دوازده همه تیمارها پائین‌تر از این محدوده قرار گرفته است و نمونه شاهد نیز به دلیل نداشتن شرایط مناسب برای مصرف، از نظر بافت و بو در روز دوازدهم کنار گذاشته شد.

مطابق نتایج این پژوهش، Chouliara و همکاران [۳۷] تأثیر اسانس آویشن را روی مرغ بسته بندی شده تحت شرایط MAP بررسی کرده و افزایش TBA را در نمونه‌های حاوی اسانس گزارش کردند و این محققین با اسانس پونه کوهی در سال ۲۰۰۷ نیز همین بررسی را انجام داده و اعلام نمودند تیمارهای حاوی اسانس تا روز دوازده مقدار TBA روبه افزایش بوده و بعد آن مقدار TBA کاهش یافته بود که به دلیل تجزیه احتمالی MDA در طول مرحله ذخیره سازی نسبت داده شده است.

### ۳-۱-۳- بررسی میزان بازهای ازته فرار

اندازه گیری بازهای نیتروژنی فرار به عنوان شاخصی برای تشخیص تازگی محصولات گوشتی است که دامنه وسیعی از ترکیبات فرار نظیر آمونیاک، متیل آمین، دی متیل آمین و مشابه آنها که در اثر فعالیت های میکروبی تولید می‌شوند را در بر می‌گیرد [۱۷]. میزان ۲۵ میلی گرم TVB-N در ۱۰۰ گرم محصول بالاترین سطح مورد قبول برای مصارف انسانی می‌باشد [۳۸]. تولید این مواد سبب ایجاد بوی بد و نامطبوع در محصولات گوشتی گردیده و پذیرش توسط مصرف کننده را کاهش می‌دهد.

مقادیر مجموع بازهای نیتروژنی فرار در شکل ۴، آورده شده است. با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها می‌توان



**Fig 4** TVB-N (mg/100g) of samples packed with film and coating during storage in the refrigerator for 12 days.

NT : Not tested.

Same lower case and capital letters on the bars respectively, showed no significant differences between the samples and no significant differences at different times ( $P < 0.05$ ).

۷ cfu/g را حد مجاز برای میزان بار باکتریایی تعیین کرده است [۴۲]. با افزودن اسانس دارچین در فیلم‌ها می‌توان خاصیت ضد میکروبی ایجاد کرد [۱۶]. خاصیت ضد میکروبی اسانس دارچین در ارتباط با سینام آلدئید و مقادیر اوژنول می‌باشد [۴۳]. در مطالعه Chouliara و همکاران [۳۷] که اسانس پونه کوهی روی را روی بسته بندی مرغ مورد بررسی قرار دادند و Ntzimani و همکاران [۴۲] نیز ترکیبات ضد میکروبی لیزوزیم، روزماری 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 بسته بندی و کیوم گزارش نمودند. نتایج Ojagh و همکاران [۱۶] در استفاده از کیتوزان و اسانس دارچین بر روی ماهی قزل آلا نیز با نتایج ما مشابه است.

### ۳-۴-۲- بررسی میزان باکتری‌های سرما دوست<sup>۲</sup>

باکتری‌های سرما دوست، باکتری‌های گرم منفی نظیر سودوموناس، آنتروموناس، شیوانلا، فلاویوباکتریوم می‌باشند [۱۷]. بار باکتریایی مجاز برای باکتری‌های سرما دوست هوازی نیز  $7 \log \text{ cfu/g}$  گزارش شده است [۳۸]. که گروه اصلی میکروارگانیسم‌های مسئول فساد مرغ تازه نگهداری شده به صورت سرد هستند [۴۴، ۱۶]. مقادیر شمارش باکتری‌های سرما دوست در شکل ۵ نشان داده شده است. میزان اولیه شمارش آنها  $(\log \text{ cfu/g}) 3/48 \pm 0/23$  می‌باشد که در شکل

### ۳-۴-۱- نتایج آنالیز میکروبی

#### ۳-۴-۱-۱- بررسی میزان باکتری‌های کل<sup>۱</sup>

مقادیر باکتریایی کل در شکل ۵، نشان داده شده است. میزان اولیه این شمارش در روز اول  $(\log \text{ cfu/g}) 3/58 \pm 0/17$  می‌باشد که حاکی از کیفیت بالای فیله مرغ تهیه شده می‌باشد. با محاسبه میانگین حاصل از داده‌ها در طول مدت نگهداری، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در طول زمان‌های متفاوت مشاهده شد ( $P < 0/05$ ) و با افزایش زمان، میزان بار باکتریایی کل افزایش یافت و در نمونه شاهد در روز هشتم به  $(\log \text{ cfu/g}) 7/43 \pm 0/04$  رسید که فراتر از حد مجاز می‌باشد. میزان این شاخص در نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم حاوی اسانس در طول دوره نسبت به پوشش‌ها کمتر بود که نشان دهنده تاثیر ضد میکروبی اسانس دارچین در فیلم می‌باشد. تنها تیمار با بسته بندی CEO.C با بقیه پوشش‌ها فرق داشت. بیشترین میزان این فاکتور نسبت به سایر تیمارها مربوط به تیمارهای بسته بندی شده با CS.F به مقدار  $(\log \text{ cfu/g}) 8/4 \pm 0/08$  در روز دوازدهم و کمترین میزان نسبت به سایر تیمارها مربوط به تیمار بسته بندی شده با CS.CEO.CNF2.5.F به مقدار  $(\log \text{ cfu/g}) 6/57 \pm 0/14$  در روز دوازدهم اختصاص یافت که در حد مجاز استاندارد تعیین شده می‌باشد. استاندارد بین المللی ویژگی‌های میکروبیولوژی مواد غذایی (ICMSF)  $\log$

2. Psychrotrophic Bacteria count (PTC)

1. Total viable count (TVC)



Fernandez-Pan و همکاران [۴۵] بود که اسانس پونه کوهی و میخک را در پوشش ایزوله پروتئین آب پنیر در بسته بندی مرغ انجام داده و به نتایج مشابهی دست یافتند. همچنین یافته‌های Estaca و همکاران [۴۶] و Kanatt و همکاران [۴۷] در استفاده از پوشش کیتوزان حاوی عصاره‌های گیاهی در ماهی سردین و گوشت بره و خوک و شرایط نگهداری در سرما با تحقیقات ما برابر است که موید تاثیر اسانس در کاهش میزان بار باکتریایی و کنترل رهایش آن توسط CNF در طول مدت نگهداری می‌باشد.

۵ نشان داده نشده است. در نمونه های تیمار شده و نمونه شاهد، با گذشت زمان مقادیر باکترهای سرما دوست به طور معنی داری افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). به طوریکه در شکل نشان داده شده، نمونه شاهد در روز هشتم به میزان  $7.20 \pm 0.08$  (log cfu/g) رسید و در روز ۱۲ کنار گذاشته شد. همچنین نمونه‌های بسته‌بندی شده با CS.CEO.CNF2.5.F به میزان  $6.19 \pm 0.28$  (log cfu/g) رسید که کمترین میزان نسبت به سایر تیمارهای بسته بندی شده در روز ۱۲ می‌باشد. این امر حاکی از اثر فیلم بسته‌بندی شده در کاهش بار باکتریایی می‌باشد. نتایج این تحقیق مطابق با نتایج تحقیقات

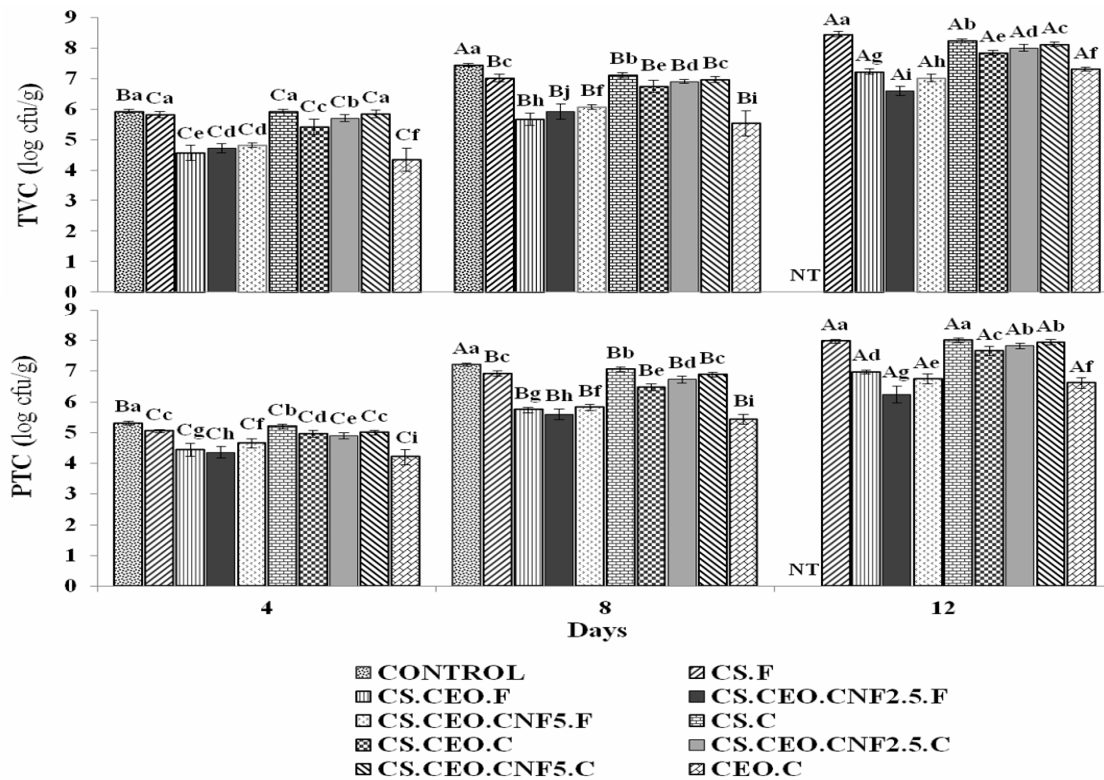


Fig 5 TVC and PTC of samples packed with film and coating during storage in the refrigerator for 12 days.

NT : Not tested.

Same lower case and capital letters on the bars respectively, showed no significant differences between the samples and no significant differences at different times ( $P < 0.05$ ).

پذیرش کلی در شکل ۶، نمایش داده شده است. نتایج آنالیز آماری و مقایسه میانگین‌ها اثر معنی‌دار بین زمان و تیمارها را نشان می‌دهد. در روز صفر اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد. اما از روز ۴ اختلاف آماری بین نمونه‌ها به جز نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم‌های حاوی اسانس دیده می‌شود و از روز ۸ میزان اختلاف آماری بین نمونه‌ها بیشتر می‌شود.

### ۳-۵- بررسی نتایج ارزیابی حسی

یکی از تغییرات حسی مهم گوشت ایجاد تغییرات نامطبوع در رنگ، بو و طعم آن می‌باشد که به علت رشد باکتریایی تغییرات شیمیایی ناشی از اکسیداسیون و تولید ترکیبات فرار می‌باشد که باعث کاهش ماندگاری گوشت می‌شود [۴۸]. نتایج بررسی‌های حسی بر روی تیمارهای مختلف بسته بندی شده در طول زمان نگهداری در دمای یخچال با ارزیابی رنگ، بو در جدول ۱، و

**Table 1** The results of the color and smell of the samples packed with different treatments.

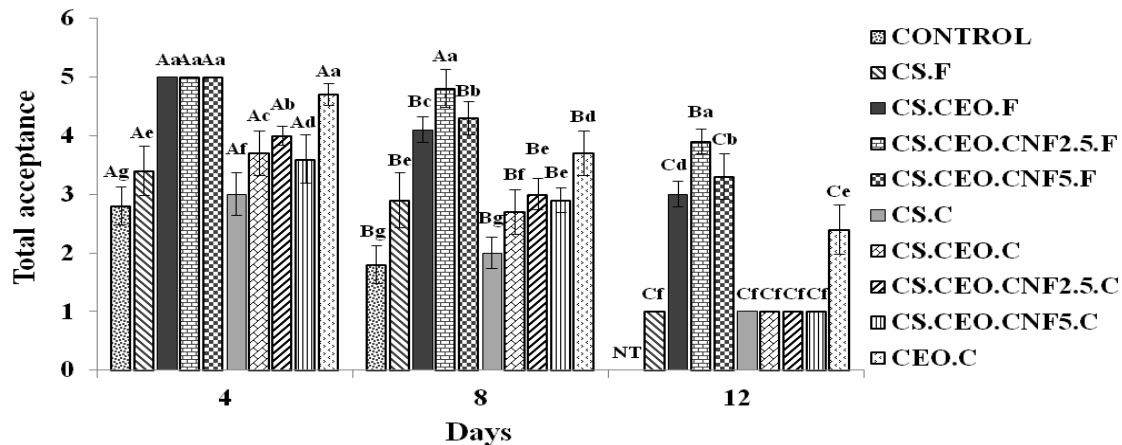
Samples	Odor			Color		
	Day 4	Day 8	Day 12	Day 4	Day 8	Day 12
CONTROL	2.7±0.48 <sup>Ah</sup>	1.7±0.48 <sup>Bj</sup>	NT	2.8±0.42 <sup>Af</sup>	1.8±0.42 <sup>Bj</sup>	NT
CS.F	3.4±0.51 <sup>Af</sup>	3±0.47 <sup>Bf</sup>	1±0 <sup>Ce</sup>	3.4±0.51 <sup>Ad</sup>	3±0.51 <sup>Bf</sup>	1±0.47 <sup>Ce</sup>
CS.CEO.F	5±0 <sup>Aa</sup>	4.1±0.31 <sup>Bc</sup>	2.9±0.56 <sup>Cc</sup>	5±0 <sup>Aa</sup>	4.2±0.42 <sup>Bc</sup>	3.1±0.31 <sup>Cc</sup>
CS.CEO.CNF2.5.F	5±0 <sup>Aa</sup>	4.7±0.13 <sup>Ba</sup>	3.8±0.42 <sup>Ca</sup>	5±0 <sup>Aa</sup>	4.8±0.12 <sup>Aa</sup>	4.1±0.31 <sup>Ba</sup>
CS.CEO.CNF5.F	5±0 <sup>Aa</sup>	4.3±0.28 <sup>Bb</sup>	3.1±0.31 <sup>Cb</sup>	5±0 <sup>Aa</sup>	4.4±0.21 <sup>Bb</sup>	3.5±0.7 <sup>Cb</sup>
CS.C	3±0.66 <sup>Ag</sup>	1.9±0.56 <sup>Bi</sup>	1±0 <sup>Ce</sup>	3.1±0.56 <sup>Ae</sup>	2.1±0.56 <sup>Bi</sup>	1±0 <sup>Ce</sup>
CS.CEO.C	3.5±0.52 <sup>Ae</sup>	2.5±0.52 <sup>Bh</sup>	1±0 <sup>Ce</sup>	3.4±0.51 <sup>Ad</sup>	2.4±0.51 <sup>Bh</sup>	1±0 <sup>Ce</sup>
CS.CEO.CNF2.5.C	4.2±0.32 <sup>Ac</sup>	3.1±0.56 <sup>Be</sup>	1±0 <sup>Ce</sup>	4.2±0.33 <sup>Ab</sup>	3.1±0.56 <sup>Be</sup>	1±0 <sup>Ce</sup>
CS.CEO.CNF5.C	3.6±0.51 <sup>Ad</sup>	2.7±0.48 <sup>Bg</sup>	1±0 <sup>Ce</sup>	3.5±0.52 <sup>Ac</sup>	2.8±0.42 <sup>Bg</sup>	1±0 <sup>Ce</sup>
CEO.C	4.4±0.21 <sup>Ab</sup>	3.4±0.51 <sup>Bd</sup>	2.1±0.31 <sup>Cd</sup>	4.9±0.05 <sup>Aa</sup>	2.9±0.21 <sup>Bd</sup>	2.6±0.31 <sup>Cd</sup>

1. NT : Not tested.

2. Same lower case and capital letters respectively, showed no significant differences between the samples and no significant differences at different times ( $P < 0.05$ ).

پوشش داده شده از نظر رنگ با نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم تفاوت معنی داری داشتند. در کل بین نمونه‌ها تنها نمونه‌ای که قابلیت مصرف از نظر رنگ، بو و بافت داشت نمونه بسته بندی شده با CS.CEO.CNF2.5.F که توانسته بود عمر نگهداری گوشت فیله مرغ را که در یخچال نهایتاً ۷ روز می باشد به ۱۲ روز افزایش دهد.

به طوریکه در روز ۸ نمونه شاهد به دلیل نامناسب شدید و داشتن بافت لزج حذف شد ولی بقیه نمونه‌ها ارزیابی شدند و در روز ۱۲ در تمام نمونه‌ها بجز نمونه‌های بسته بندی شده با CS.CEO.CNF2.5.F، CEO.C و CS.CEO.CNF5.F بقیه نمونه‌ها بوی بد و نا مطبوع استشمام شده و آب دهی شدید داشتند. نمونه‌های

**Fig 6** Total acceptance of samples packed with film and coating during storage in the refrigerator for 12 days.

1. NT : Not tested.

2. Same lower case and capital letters on the bars respectively, showed no significant differences between the samples and no significant differences at different times ( $P < 0.05$ ).

MAP تا روز دوازده نمره قابل قبولی داشتند. نتایج Ntzimani و همکاران [۴۷] نیز از نظر بویایی نمونه‌های بسته بندی تا روز ۱۶ درصد قابل قبولی داشتند.

نتایج ارزیابی ما با داده‌های ارائه شده توسط Chouliara و همکاران [۳۷] در مورد رنگ و بو تا روز ۱۲ مطابقت دارد که نمونه‌های فیله مرغ حاوی اسانس یک درصد تحت شرایط

breast meat. *International journal of food microbiology*, 156(3), 264-271.

- [2] Azlin-Hasim, S., Cruz-Romero, M. C., Morris, M. A., Cummins, E., & Kerry, J. P. (2015). Effects of a combination of antimicrobial silver low density polyethylene nanocomposite films and modified atmosphere packaging on the shelf life of chicken breast fillets. *Food Packaging and Shelf Life*, 4, 26-35.
- [3] Babuskin, S., Babu, P. A. S., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., Sivarajan, M., & Sukumar, M. (2014). Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. *International journal of food microbiology*, 171, 32-40.
- [4] Latou, E., Mexis, S. F., Badeka, A. V., Kontakos, S., & Kontominas, M. G. (2014). Combined effect of chitosan and modified atmosphere packaging for shelf life extension of chicken breast fillets. *LWT - Food Science and Technology*, 55, 263-268.
- [5] Pavelková, A., Kačániová, M., Horská, E., Rovná, K., Hleba, L., & Petrová, J. (2014). The effect of vacuum packaging, EDTA, oregano and thyme oils on the microbiological quality of chicken's breast. *Anaerobe*, 29, 128-133.
- [6] Karagöz Emiroğlu, Z., Polat Yemiş, G., Kodal Coşkun, B., & Candoğan, K. (2010). Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. *Meat Science*, 86, 283-288.
- [7] Atarés, L., Bonilla, J., Chiralt, A. (2010). Characterization of sodium caseinate-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils. *Journal of Food Engineering*, 100(6), 678-687.
- [8] Arrieta, M.P. (2011). "Active biofilm obtained from milk derived protein", Available: <http://www.mapfre.com/fundacion/html/revistas/seguridad/n121/articulo4En.html#>
- [9] Schou, M., Longares, A., Montesinos-Herrero, C., Monahan, F. J., O'Riordan, D., & O'sullivan, M. (2005). Properties of edible sodium caseinate films and their application as food wrapping. *LWT-food science and technology*, 38(6), 605-610.
- [10] Zargar, M., Yeganeh, S., Razavi, S. H., Ojagh, S. M. (2014). Effects of Sodium Caseinate edible coating on quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during

## ۴- نتیجه گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که فیلم و پوشش کازئینات سدیم خالص در ماندگاری فیله سینه مرغ نقش چندانی ندارد و تنها می‌تواند اثر ممانعتی در مقابل نفوذ هوا و اکسیداسیون داشته باشد و در حالیکه قابلیت سازگار بودن با طبیعت را داشته ولی تاثیر ضدمیکروبی ندارد. نتایج آنالیز شیمیایی تایید کننده تاثیر اسانس و کاهش فساد شیمیایی و اکسیداسیونی نسبت به نمونه شاهد بود. و با توجه به نتایج، تمام نمونه‌ها در روز ۴ به جز نمونه شاهد قابلیت مصرف انسانی را داشتند. اما در روز ۸ به جز نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم نانوکامپوزیت حاوی اسانس و نمونه بسته بندی شده با CEO.C بقیه نمونه‌ها از حد مجاز خارج بوده و قابلیت مصرف نداشته‌اند. که نشان دهنده قدرت نگهدارندگی بالای فیلم‌های نانوکامپوزیت نسبت به پوشش‌ها می‌باشد. و این امر را می‌توان به نقش CNF در رهایش اسانس دارچین در این فیلم‌ها دانست که این نانو ذره نه تنها باعث کاهش اثرات ضدمیکروبی و آنتی اکسیدانی اسانس دارچین نشده بلکه با کنترل رهایش اسانس نقش بسزایی در ماندگاری فیله سینه مرغ داشته و توانست نمونه بسته بندی شده را تا روز ۱۲ در حد قابل قبول برای مصرف نگه دارد. در حالیکه در نمونه‌های پوشش‌دار مکانیزم رهایش اثر قابل توجهی نداشته و تنها اسانس خالص دارچین نسبت به بقیه نمونه‌های پوشش‌دار موثر واقع شد.

## ۵- تشکر و قدردانی

بدینوسیله نگارندگان مراتب سپاس خود را از زحمات آقایان مهندس بهرامی و مهندس سنجرى و خانم مهندس رضازاد کارشناسان محترم آزمایشگاه شیمیایی و میکروبی دانشگاه صبا (ارومیه) اعلام می‌دارند. همچنین از آزمایشگاه مرکزی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، آزمایشگاه مرکزی دانشگاه تبریز، آزمایشگاه گروه صنایع غذایی شیرین عسل (تبریز) و مخصوصاً جناب آقای مهندس بهبود پورفتحی به جهت همکاری صمیمانه در این تحقیق نهایت تقدیر و تشکر را داریم.

## ۶- منابع

- [1] Petrou, S., Tsiraki, M., Giatrakou, V., & Savvaidis, I. N. (2012). Chitosan dipping or oregano oil treatments, singly or combined on modified atmosphere packaged chicken

- [20] Ghanbarzadeh, B., Almasi, H., and Zahedi, Y. (2009). Biodegradable edible biopolymers in food and drug packaging. Amir Kabir university of technology, Tehran Polytechnic Press.
- [21] Sorrentino, A., Gorrasi, G., and Vittoria, V. (2007). Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 18, 84-95.
- [22] Almasi, H., Ghanbarzadeh, B., Dehghannya, J., Entezami, A. A., & Asl, A. K. (2015). Novel nanocomposites based on fatty acid modified cellulose nanofibers/poly (lactic acid): Morphological and physical properties. *Food Packaging and Shelf Life*, 5, 21-31.
- [23] Almasi, H., Ghanbarzadeh, B., Dehghannia, J., Entezami, A.A., Khosrowshahi Asl, A. (2013). Studying the effect of modified cellulose nanofibers on the functional properties of poly (lactic acid) based biodegradable packaging. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, Vol. II, No. 3.
- [24] Abdul Khalil, H.P.S., Bhat, A.H. & Ireana Yusra, A.F. (2012). Green composites from sustainable cellulose nanofibrils: a review. *Carbohydrate Polymers*, 87: 963-979.
- [25] Wang, R., Wang, R., & Yang, B. (2009). Extraction of essential oils from five cinnamon leaves and identification of their volatile compound compositions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(2), 289-292.
- [26] Wong, Y. C., Ahmad-Mudzaqir, M. Y., & Wan-Nurdiyana, W. A. (2014). Extraction of Essential Oil from Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*). *Orient. J. Chem*, 30, 37-47.
- [27] Pereda, M., Amica, G., Racz, I. and Marcovich, N.E. (2011). Structure and properties of nanocomposite films based on sodium caseinate and nanocellulose fibers. *Journal of Food Engineering*, 103 (1), 76-83.
- [28] AOAC (1995). Official methods of analysis. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists. Official methods 937.09 and 985.14.
- [29] Raeisi, M., Tajik, H., Aliakbarlu, J., & Valipour, S. (2014). Effect of carboxymethyl cellulose edible coating containing Zataria multiflora essential oil and grape seed extract on chemical attributes of rainbow trout meat storage in refrigerator temperature. *JFST No. 44*, Vol. 11.
- [11] Caprioli, I., O'Sullivan, M., & Monahan, F. J. (2009). Use of sodium caseinate/glycerol edible films to reduce lipid oxidation in sliced turkey meat. *European Food Research and Technology*, 228(3), 433-440.
- [12] Ravindran, P. N., Nirmal-Babu, K., & Shylaja, M. (Eds.). (2003). Cinnamon and cassia: the genus *Cinnamomum*. CRC press.
- [13] Trinh, N. T. T., Dumas, E., Thanh, M. L., Degraeve, P., Amara, C. B., Gharsallaoui, A., & Oulahal, N. (2015). Effect of a Vietnamese *Cinnamomum cassia* essential oil and its major component trans-cinnamaldehyde on the cell viability, membrane integrity, membrane fluidity, and proton motive force of *Listeria innocua*. *Canadian journal of microbiology*, 61(4), 263-271.
- [14] Hosseini, M. H., Razavi, S. H., & Mousavi, M. A. (2009). Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33(6), 727-743.
- [15] Seydim, A. C., & Sarikus, G. (2006). Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. *Food research international*, 39(5), 639-644.
- [16] Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., & Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food chemistry*, 120(1), 193-198.
- [17] Andevvari, G. T., & Rezaei, M. (2011). Effect of gelatin coating incorporated with cinnamon oil on the quality of fresh rainbow trout in cold storage. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(11), 2305-2311.
- [18] Hu, J., Wang, X., Xiao, Z., & Bi, W. (2015). Effect of chitosan nanoparticles loaded with cinnamon essential oil on the quality of chilled pork. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 519-526.
- [19] Barzegar, H., Azizi, M. H., Barzegar, M., & Hamidi-Esfahani, Z. (2014). Effect of potassium sorbate and cinnamon oil on antimicrobial and physical properties of starch-clay nanocomposite films. *Carbohydrate polymers*, 110, 26-31.

- coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry*, 115(1), 66-70.
- [40] López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C., Pérez-Mateos, M., & Montero, P. (2005). A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties. *Food Hydrocolloids*, 19(2), 303-311.
- [41] Gómez-Estaca, J., Bravo, L., Gómez-Guillén, M. C., Alemán, A., & Montero, P. (2009). Antioxidant properties of tuna-skin and bovine-hide gelatin films induced by the addition of oregano and rosemary extracts. *Food Chemistry*, 112(1), 18-25.
- [42] Ntzimani, A. G., Giatrakou, V. I., & Savvaidis, I. N. (2010). Combined natural antimicrobial treatments (EDTA, lysozyme, 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*, 11(1), 187-196.
- [43] Shan, B., Cai, Y. Z., Brooks, J. D., & Corke, H. (2007). Antibacterial properties and major bioactive components of cinnamon stick (*Cinnamomum burmannii*): activity against foodborne pathogenic bacteria. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(14), 5484-5490.
- [44] Sallam, K. I. (2007). Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food control*, 18(5), 566-575.
- [45] Fernández-Pan, I., Carrión-Granda, X., & Maté, J. I. (2014). Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets. *Food Control*, 36, 69-75.
- [46] Gómez-Estaca, J., Montero, P., Giménez, B., & Gómez-Guillén, M. C. (2007). Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine (*Sardina pilchardus*). *Food chemistry*, 105(2), 511-520.
- [47] Kanatt, S. R., Chander, R., & Sharma, A. (2008). Chitosan and mint mixture: A new preservative for meat and meat products. *Food Chemistry*, 107(2), 845-852.
- [48] Brannan, R. G. (2009). Effect of grape seed extract on descriptive sensory analysis of ground chicken during refrigerated storage. *Meat science*, 81(4), 589-595.
- In *Veterinary research forum: an international quarterly journal* (Vol. 5, No. 2, p. 89). Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.
- [30] Goulas, A. E., & Kontominas, M. G. (2005). Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 93(3), 511-520.
- [31] Song, Y., Liu, L., Shen, H., You, J., & Luo, Y. (2011). Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control*, 22, 608-615.
- [32] Ruiz-Capillas, C., & Moral, A. (2001). Residual effect of CO<sub>2</sub> on hake (*Merluccius merluccius* L.) stored in modified and controlled atmospheres. *European Food Research and Technology*, 212(4), 413-420.
- [33] Rodríguez-Calleja, J. M., Cruz-Romero, M. C., O'Sullivan, M. G., García-López, M. L., & Kerry, J. P. (2012). High-pressure-based hurdle strategy to extend the shelf-life of fresh chicken breast fillets. *Food Control*, 25(2), 516-524.
- [34] Kostaki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. (2009). 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*, 26(5), 475-482.
- [35] Lakshmanan, P. T. (2000). Fish spoilage and quality assessment.
- [36] Chidanandaiah, K. R., & Sanyal, M. K. (2009). Effect of sodium alginate coating with preservatives on the quality of meat patties during refrigerated storage. *J Muscle Foods*, 20, 275-292.
- [37] Chouliara, E., Karatapanis, A., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. (2007). Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4 C. *Food Microbiology*, 24(6), 607-617.
- [38] Gimenez, B., Roncales, P., & Beltran, J. A. (2002). Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(10), 1154-1159.
- [39] Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., & Chi, Y. (2009). Effects of chitosan

## Effect of sodium caseinate based nanocomposite active films and coatings containing cinnamon essential oil on the quality improving and shelf life extension of chicken fillets

Ranjbaryan, S.<sup>1</sup>, Rezazadeh Bari, M.<sup>2\*</sup>, Almasi, H.<sup>3</sup> & Amiri, S.<sup>4</sup>

1. M.Sc. Student of Food Science and Technology, Saba Institute of Higher Education, Urmia, Iran
2. Associated Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
4. Ph.D. Student Food Biotechnology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

(Received: 2016/09/05 Accepted: 2016/10/23)

The aim of this study was to investigate the effect of the film and coating Sodium caseinate(SC) containing Cellulose nanofibers(CNF) and Cinnamon essential oils(CEO) in order to maintain the qualitative characteristics of chicken breast fillets in the refrigerator during the maintenance. Fresh fillets with films and solution of sodium caseinate containing 5% cinnamon essential oils, 2.5 and 5% cellulose nanofibers were treated and kept in the refrigerator. At 0, 4, 8 and 12 days, of test chemical (pH, TBA, TVB-N) and microbial tests (TVC, PTC) and sensory evaluation (color, odor and overall acceptance) on them. The samples packaged with nanocomposite film containing (2.5% of the CNF) containing cinnamon essential oils until the day of 12 significantly reduces the values of TBA & TVB-N respectively to the amount  $0.12 \pm 0.02$  (MDA)mg/kg and  $23.8 \pm 3.96$  mg/100g was less than other treatments. Also, bacterial load levels the treatment packed with the nanocomposite film containing the cinnamon essential oil until 12 days were in the acceptable range for human consumption. But control and coated samples more than the limit. The amount of Psychrophile bacteria in samples packed with coating than samples packed with film showed a significant increase.

**Keywords :** Sodium caseinate, Cellulose Nanofibers, Cinnamon Essential Oil, Chicken fillets, Shelf life

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: m.rezazad@urmia.ac.ir