مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال بیستم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴، صفحات ۹۳-۷۹

ارزیابی تأثیر کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا و کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی لیزین و اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین بر خصوصیات میکروبی و شیمیایی فیله مرغ در شرایط سرد

معراج تیمورمنش[۱]، محمدرضا پژوهی الموتی[۲]، شهره عالیان سماک[۳]، زلیخا شیروانی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل، آمل، ایران

۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل، آمل، ایران
پست الکترونیکی: Pajohi@gmail.com , mr.pajohi@ausmt.ac.ir

۳- دانشیار گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل، آمل، ایران

۴- کارشناس آزمایشگاه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل، آمل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۰

چکیده

سابقه و هدف: این مطالعه با هدف توسعه پوشش کامپوزیتی موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده و اپسیلون پلی لیزین و تاثیر آن بر ماندگاری فیله مرغ انجام شد.

مواد و روش‌ها: فیله‌های مرغ با سوسپانسیون خوراکی موسیلاژ دانه چیا (۱،۵ ٪) در ترکیب با کربوکسی متیل سلولز (۱ ٪) حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتاسیکلودکسترین (۲ ٪) و اپسیلون پلی لیزین (۰،۵ ٪) به تنهایی و در ترکیب با هم، پوشش داده شدند. سپس به مدت ۸ روز جهت ارزیابی‌های میکروبی، شیمیایی و حسی در شرایط سرد یخچال نگهداری گردیدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که روند افزایش جمعیت باکتری‌های مورد مطالعه در نمونه‌های پوشش داده شده با کامپوزیت حاوی اسانس کپسول شده و اپسیلون پلی لیزین بطور معنی داری نسبت به نمونه‌های فاقد ترکیبات ضدمیکروبی کنترل گردید. داده‌های ارزیابی تیوباربیتوریک اسید، بازهای ازته فرار، pH و آزمون‌های حسی حاکی از تطابق تغییرات شیمیایی و ارگانولپتیک با ارزیابی‌های میکروبی نمونه‌ها طی مدت انبارمانی بود به گونه ایی که کمترین تغییرات در تیمار حاوی اسانس کپسول شده و اپسیلون پلی لیزین مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری: بکارگیری توام اسانس آویشن دنایی و اپسیلون پلی لیزن افزوده شده در پوشش خوراکی موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز توانست به‌طور مؤثری کیفیت و ایمنی فیله مرغ را در شرایط سرد حفظ کند و نشان‌دهنده پتانسیل بالای افزودنی‌های طبیعی در صنعت غذایی می‌باشد.

واژگان کلیدی: پوشش خوراکی، موسیلاژ دانه چیا، آویشن دنایی، بتاسیکلودکسترین، اپسیلون پلی لیزین

پیام‌های اصلی

- امروزه رهیافت‌های متعددی مانند استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی طبیعی برای بسته بندی مرغ مورد توجه قرار گرفته است.
- کپسولاسیون اسانس آویشن دنایی با بتاسیکلودکسترین منجر به رهایش آهسته و پیوسته اسانس طی مدت انبارمانی فیله‌های مرغ گردید.
- پوشش خوراکی کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس کپسوله شده و اپسیلون پلی لیزین می‌تواند ماندگاری فیله مرغ در یخچال افزایش دهد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]

• مقدمه

گوشت مرغ به‌عنوان یک پروتئین حیوانی مهم، با داشتن ویژگی‌هایی مانند پروتئین بالا، چربی کمتر، ارزان بودن، پخت سریع، در بین مصرف‌کنندگان از مقبولیت بالایی برخوردار است. با این حال، شرایط مساعدی را برای انواع فساد و میکروارگانیسم‌های بیماری زا فراهم می‌کند. بنابراین، استفاده از روش‌های حفاظتی مانند بسته‌بندی، نگهداری در یخچال و مواد نگهدارنده ممکن است باعث افزایش ماندگاری گوشت مرغ شود (۱). پوشش‌های خوراکی به عنوان لایه‌های نازک زیست تخریب‌پذیر روی سطح غذا از منابع پروتئینی، کربوهیدرات‌ها و لیپیدها تهیه می‌شوند و با کنترل از دست دادن رطوبت، آلودگی‌های محیطی و حمل مواد افزودنی مانند آنتی اکسیدان‌ها و ترکیبات ضد میکروبی، باعث افزایش ماندگاری مواد غذایی می‌شود. امروزه پوشش‌های خوراکی با پوشش‌های پلیمری مصنوعی جایگزین شده اند (۲-۴).

موسیلاژهای گیاهی از جمله منابع جدید برای تهیه پوشش‌های خوراکی مواد غذایی می‌باشند. دانه چیا (*Salvia hispanica* L.) حاوی حدود ۶ درصد موسیلاژ است که می‌تواند ۲۷ برابر وزن خود آب جذب کند (۵). موسیلاژ دانه چیا از یک ماتریکس منشعب از زایلوز، گلوکز و اسید گلوکورونیک تشکیل شده است که به دلیل ظرفیت نگهداری آب، نفوذپذیری کم در برابر اکسیژن و ویسکوزیته مناسب، ماده ای بالقوه برای تولید فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی است. این موسیلاژ به طور گسترده در صنایع غذایی به عنوان تثبیت کننده کف، تعلیق و امولسیفایر استفاده می‌شود (۶). به منظور تهیه و بهبود ویژگی‌های عملکردی پوشش‌های خوراکی، مشتقات سلولزی به طور گسترده همراه با سایر پلیمرها و صمغ‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۷). کربوکسی متیل سلولز (Carboxymethyl cellulose) به عنوان یک هیدروکلوئید خوراکی محلول در آب توانایی مطلوبی در ایجاد پوشش‌های غذایی دارد. این هیدروکلوئید یکی از مشتقات مهم سلولز است که از واکنش سلولز با هیدروکسید سدیم و اسید کلرواستیک تولید می‌شود. به دلیل زیست سازگاری بالا، در ترکیب با پلیمرهای خوراکی برای پوشش‌های حاوی ترکیبات ضد میکروبی استفاده می‌شود (۸).

اسانس‌های معطر گیاهان به عنوان منابع طبیعی دارای خاصیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی، در پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی در نقش نگهدارنده، مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرند. اسانس گیاه آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak) به دلیل وجود ترکیبات ضد میکروبی فعال مانند تیمول (Thymol) و کارواکرول (Carvacrol) در تحقیقات متعددی برای توسعه فیلم‌های فعال استفاده شده است (۹). امروزه روش‌های کپسوله‌سازی مانند نانوامولسیون‌ها و کمپلکس میزبان-میهمان در سیکلودکسترین‌ها برای غلبه بر مسائل مربوط به استفاده مستقیم از اسانس‌ها، از جمله ایجاد بوی نامطبوع در غلظت‌های موثر و آزادسازی سریع آن، به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۰). بتا سیکلودکسترین (Beta-cyclodextrin) به عنوان یکی از انواع مختلف سیکلودکسترین، یک استوانه توخالی است که دارای یک سطح بیرونی آبدوست و یک حفره داخلی آبگریز است. قادر به حمل ترکیبات فرار است و منجر به آزادسازی طولانی مدت و کنترل شده این ترکیبات در طول نگهداری مواد غذایی می‌شود (۱۱).

اپسیلون پلی ال لیزین (Epsilon-poly-l-lysine) به عنوان یک هموپلیمر تولید شده توسط استرپتومایسس آلبولوس (*Streptomyces albulus*)، دارای خواص ضد میکروبی گسترده ای در برابر پاتوژن‌های غذایی است. بسیاری از کشورها با توجه به تایید سازمان غذا و داروی آمریکا از آن به عنوان نگهدارنده مواد غذایی استفاده می‌کنند که عموما به عنوان ایمن شناخته شده است (GRAS، شماره GRN000135) (Generally Recognized as Safe). از ویژگی‌های قابل توجه این ترکیب می‌توان به پایداری بالا در برابر تغییرات pH، حلالیت بالا در آب، خوراکی، غیرسمی بودن و تجزیه پذیری بالا اشاره نمود (۱۲, ۱۳).

استفاده از دو یا چند هیدروکلوئید در فرمولاسیون پوشش‌های مواد غذایی، مهم ترین رویکردی است که محققان صنایع غذایی به دلیل امکان القای اثرات هم افزایی مثبت، بهبود کیفیت محصول، غنی سازی با ترکیبات ضد میکروبی طبیعی و کاهش هزینه‌های تولید، به بررسی آن می‌پردازند (۱۴, ۱۵). با این حال، تحقیقات محدودی در مورد استفاده از پوشش خوراکی موسیلاژ دانه چیا همراه با سایر پلیمرهای گیاهی غنی شده با ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی وجود دارد. این مطالعه با هدف تهیه یک پوشش خوراکی ترکیبی از موسیلاژ دانه چیا و کربوکسی متیل سلولز غنی شده با اپسیلون پلی لیزین و اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین انجام شد. همچنین اثربخشی این پوشش بر ویژگی‌های

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]

میکروبی، شیمیایی و حسی فیله مرغ در طول نگهداری در دمای یخچال مورد ارزیابی قرار گرفت.

• مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی و گیاهی

بذر چیا از شرکت اُ.آ.ب (OAB، تهران، ایران) خریداری شد. برگ‌های خشک آویشن دنایی از یک مرکز گیاهان دارویی (تهران، ایران) تهیه گردید.پودر اپسیلون پلی لیزین فوق خالص (Epolyly®) از شرکت Handry (بروکسل، بلژیک) به دست آمد. بتا سیکلودکسترین (شماره CAS: 7585-39-9) از شرکت سیگما (ایالات متحده آمریکا) تهیه شد. فیله مرغ تازه کشتارشده در شرایط آسپتیک از بازار محلی آمل ایران خریداری شد. کربوکسی متیل سلولز از شرکت سیگما آلدریچ (ایالات متحده آمریکا) تهیه شد. محیط‌های کشت میکروبی با کیفیت آزمایشگاهی از شرکت کیولب (کانادا) خریداری شد. تمام معرف‌های شیمیایی از شرکت مرک (آلمان) تهیه گردید.

استخراج موسیلاژ دانه چیا

برای استخراج موسیلاژ، دانه‌های چیا با آب مقطر به نسبت ۱:۳۰ مخلوط شده و به مدت ۴ ساعت روی همزن مغناطیسی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. سپس مخلوط دانه/ موسیلاژ به مدت ۲۰ دقیقه با دور g ۱۲۰۰۰ سانتریفیوژ گردید تا موسیلاژ جدا شود. پس از عبور موسیلاژ از یک پارچه صافی، به مدت یک شب در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد خشک گردید (۵).

استخراج اسانس

اسانس برگ‌های خشک آویشن دنایی با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت به روش تقطیر با آب استخراج شد. پس از آبگیری با سولفات سدیم، اسانس بدست آمده در یک ظرف تیره در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری گردید (۹).

کپسوله کردن اسانس در بتاسیکلودکسترین

با استفاده از روش هم‌رسوبی (Co-precipitation)، کمپلکس بارگزاری اسانس آویشن دنایی در بتاسیکلودکسترین تهیه گردید. بطور خلاصه ۹ گرم پودر بتاسیکلودگسترین با ۹۰ میلی لیتر محلول اتانول در آب (نسبت حجمی به حجمی ۱:۲) به مدت ۳ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد مخلوط شد. پس از آن، محلول اتانولی ۱۰٪ اسانس به تدریج به محلول بتاسیکلودکسترین اضافه گردید و در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت هم زده شد. پس از خنک شدن تا دمای اتاق، کمپلکس بارگزاری شده اسانس/بتاسیکلودکسترین به مدت ۱۲ ساعت در دستگاه فریز درایر، به صورت انجمادی خشک گردید (۱۱).

آماده سازی تیمارها

تهیه سوسپانسیون پوشش خوراکی

ابتدا به میزان ۱,۵ درصد (وزنی/حجمی) موسیلاژ دانه چیا در آب مقطر حل شد. پس از همگن سازی به مدت ۳ ساعت در دمای اتاق، ادامه همگن سازی در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه صورت پذیرفت (۱۶). با کاهش دمای محلول موسیلاژ، پودر کربوکسی متیل سلولز با غلظت ۱ درصد (وزنی/حجمی در آب مقطر) به سوسپانسیون اضافه شد و به مدت یک ساعت تحت همزن پیوسته در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد (۱۷). گلیسرول استریل (۰,۰۷۵ درصد وزنی/وزنی بر اساس وزن موسیلاژ) به عنوان یک نرم کننده به سوسپانسیون افزوده شد تا انعطاف پذیری در پوشش‌ها افزایش یابد. پودر اپسیلون پلی لیزین در محلول اسید استیک (۰,۲ مولار) در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد حل شد و با عبور از فیلتر ۰,۲۲ میکرومتر استریل گردید. به سوسپانسیون‌های تهیه شده بصورت مجزا اسانس کپسوله شده با بتاسیکلودکسترین (۲ درصد وزنی/حجمی)، اپسیلون پلی لیزین (۰,۵ درصد وزنی/حجمی)، به تنهایی و در ترکیب اضافه شدند و کاملاً همگن گردیدند (۵).

تهیه کامپوزیت و پوشش دهی فیله مرغ

فیله جوجه گوشتی تازه کشتار شده، در شرایط استریل به بخش‌های مساوی (تقریباً ۱۲۰ گرم) در ۵ گروه قطعه و تقسیم گردید. آزمایش‌های میکروبی و شیمیایی روی فیله‌های تازه برای ارزیابی کیفیت نمونه‌ها در روز صفر قبل از تیمار انجام شد. پنج تیمار سوسپانسیون تهیه شدهدر این طالعه شامل گروه‌های زیر بود: کنترل (پوشش داده شده با آب مقطر استریل، C)، کامپوزیت موسیلاژ/کربوکسی متیل سلولز (CSM/CMC)، کامپوزیت موسیلاژ/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی لیزین (εPL)، کامپوزیت موسیلاژ/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس کپسوله شده با بتاسیکلودکسترین (βCD/TDO) و کامپوزیت موسیلاژ/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس کپسوله شده با بتاسیکلودکسترین به علاوه اپسیلون پلی لیزین (εPL+βCD/TDO).

فیله‌های مرغ در سوسپانسیون‌های پوششی (به مدت ۲ دقیقه) غوطه ور شدند. سپس محلول سطحی فیله‌ها با قرار دادن روی توری استریل جدا گردید. نمونه‌های پوشش داده شده در کیسه‌های پلی اتیلن استریل قرار گرفته و به مدت ۸ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد تحت کنترل، نگهداری شدند. با توجه به تقاضای زیاد گوشت مرغ تازه در بین مردم جهان، افزایش عمر ماندگاری گوشت سالم در یخچال همواره مورد

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]

توجه محققان صنعت غذا قرار گرفته است از این رو در این مطالعه تجزیه و تحلیل نتایج فقط در شرایط خنک صورت گرفته است. ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و حسی هر تیمار در روزهای ۰، ۱، ۲، ۴، ۶ و ۸ نگهداری در شش بازه زمانی بررسی شد. تمام آزمایشات در سه تکرار انجام گردید (۱۳).

آزمون‌های میکروبی

بررسی‌های میکروبی در مطالعه حاضر، بر روی جمعیت باکتری‌های هوازی مزوفیل، باکتری‌های هوازی سایکروتروف و همچنین باکتری‌های خانواده آنتروباکتریاسه به عنوان عوامل میکروبی فسادزا و بیماریزا در گوشت مرغ، صورت پذیرفت. در هر بازه زمانی نگهداری فیله‌های تیمار شده، نمونه برداری از کیسه‌های حاوی تیمارها در شرایط استریل زیر هود میکروبیولوژی انجام شد. هر نمونه با وزن ۱۰ گرم با ۹۰ میلی لیتر آب پپتونه ۰,۱ درصد استریل حاوی ۰,۹ درصد نمک طعام (به مدت ۱ دقیقه) مخلوط و همگن گردید. پس از اختلاط اولیه، رقت‌های سریالی مناسب برای تعیین دقیق جمعیت میکروبی تهیه شد. سپس از هر رقت به میزان ۰,۱ میلی لیتر روی پلیت‌های استریل (۸ سانتی متری) حاوی محیط پلیت کانت آگار استریل جهت شمارش جمعیت کل باکتری‌های سایکروتروف و باکتری‌های مزوفیل (بطور مجزا، به روش کشت سطحی، در ۳ سری پلیت جداگانه) کشت داده شد و پلیت‌ها به ترتیب در گرمخانه با دمای ۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ روز و دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. برای شمارش خانواده انتروباکتریاسه در هر بازه زمانی، از هر رقت سریالی بدست آمده در بالا، به میزان یک میلی لیتر با محیط مذاب استریل ویولت رد بایل دکستروز آگار به روش کشت آمیخته مخلوط شده و پس از منعقد شدن آگار، پلیت‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه گذاری شدند. نتایج شمارش میکروبی به صورت لگاریتم واحدهای تشکیل دهنده کلنی در هر گرم فیله مرغ (log CFU/g) گزارش گردید (۱۸).

آزمون‌های شیمیایی

ارزیابی pH

از هر نمونه ۱۰ گرم طی بازه‌های زمانی تعیین شده اخذ شده و در ۹۰ میلی لیتر آب مقطر همگن گردید. سپس با وارد کردن الکترود دستگاه pH متر دیجیتال کالیبره شده، میزان pH در دمای محیط اندازه گیری شد.

ارزیابی تیوباربیتوریک اسید Thiobarbituric) TBARs acid reactive substances)

سنجش میزان اکسیداسیون چربی در نمونه‌ها با ارزیابی تیوباربیتوریک اسید صورت پذیرفت. میزان ۱۰ گرم از هر نمونه هموژن شده با محلول ترکیبی شامل ۱ میلی لیتر بوتیل هیدروکسی تولوئن (Butylated hydroxytoluene: BHT) (۰,۵ درصد) و ۳۵ میلی لیتر اسید پرکلریک (Perchloric acid) (۵ درصد) همگن گردید. مخلوط حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴ فیلتر شد و ۵ میلی لیتر از آن با ۵ میلی لیتر تیوباربیتوریک اسید ۰/۰۲ مولار ترکیب شد. سپس جهت تسهیل تشکیل کمپلکس مالون دی آلدئید (MDA)-تیوباربیتوریک اسید، مخلوط در ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت حرارت داده شد. پس از سرد شدن محلول، جذب نوری آن در طول موج ۵۳۰ نانومتر بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری گردید. یک محلول استاندارد از مالون دی آلدئید (Malondialdehyde: MDA) برای تهیه منحنی کالیبراسیون تهیه شد. میزان تیوباربیتوریک اسید در نمونه‌ها به عنوان میلی گرم مالون دی آلدئید به ازای هر کیلوگرم فیله مرغ محاسبه گردید (۱۹).

اندازه‌گیری کل بازهای ازته فرار (Total Volatile Base Nitrogen: TVB-N)

جهت اندازه گیری میزان کل بازهای ازته فرار در نمونه‌های پوشش داده شده از روش کلدال و تقطیر با بخار استفاده گردید. ابتدا ۱۰ گرم نمونه فیله مرغ چرخ شده با ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط گردید و به همراه ۲ گرم اکسید منیزیم (در نقش کاتالیزور) بداخل فلاسک کلدال ریخته و محتویات آن به مدت ۲۵ دقیقه جوشانده شد. در همین حال خروجی کلدال در ارلن حاوی ۲۵ میلی لیتر اسید بوریک ۲ درصد (حاوی ۰,۱ درصد مخلوط متیل رد و متیلن بلو به عنوان شاخص)، جهت دریافت محصولات تقطیر، قرار داده گرفت. عمل جوشیدن محتویات فلاسک کلدال و تقطیر گازهای متصاعد شده تا تغییر رنگ محلول از صورتی به سبز ادامه یافت. محلول بدست آمده از فرایند تقطیر با اسید سولفوریک ۰,۱ نرمال تا رویت رنگ صورتی، تیتر شد. با اندازه گیری میزان اسید مصرفی برای تیتراسیون میزان کل بازهای نیتروژنی فرار بصورت میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه طبق فرمول زیر محاسبه گردید که در آن V حجم اسید سولفوریک مصرفی می‌باشد (۱۹).

$$\text{TVB-N (mg/100g)} = V\,(mL) \times 14$$

ارزیابی ویژگی‌های حسی

خصوصیات حسی نمونه‌های فیله مرغ پوشش داده شده با کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی عوامل

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]

ضدمیکروبی به لحاظ بو، بافت و رنگ طی مدت نگهداری در یخچال به مدت ۸ روز، توسط ۲۰ نفر از کارکنان و دانشجویان آموزش دیده که دارای سلیقه‌های متفاوت و از لحاظ محل سکونت زندگی در نقاط مختلف کشور و دارای تغذیه و عادات غذایی متفاوت بودند ارزیابی گردید. ویژگی‌های ارگانولپتیک نمونه‌ها با استفاده از آزمون هدونیک ۱۰ نقطه ایی که در آن امتیازات از عدد ۱۰ برای بسیار عالی تا عدد ۱ برای بسیار بد، رتبه بندی شدند.

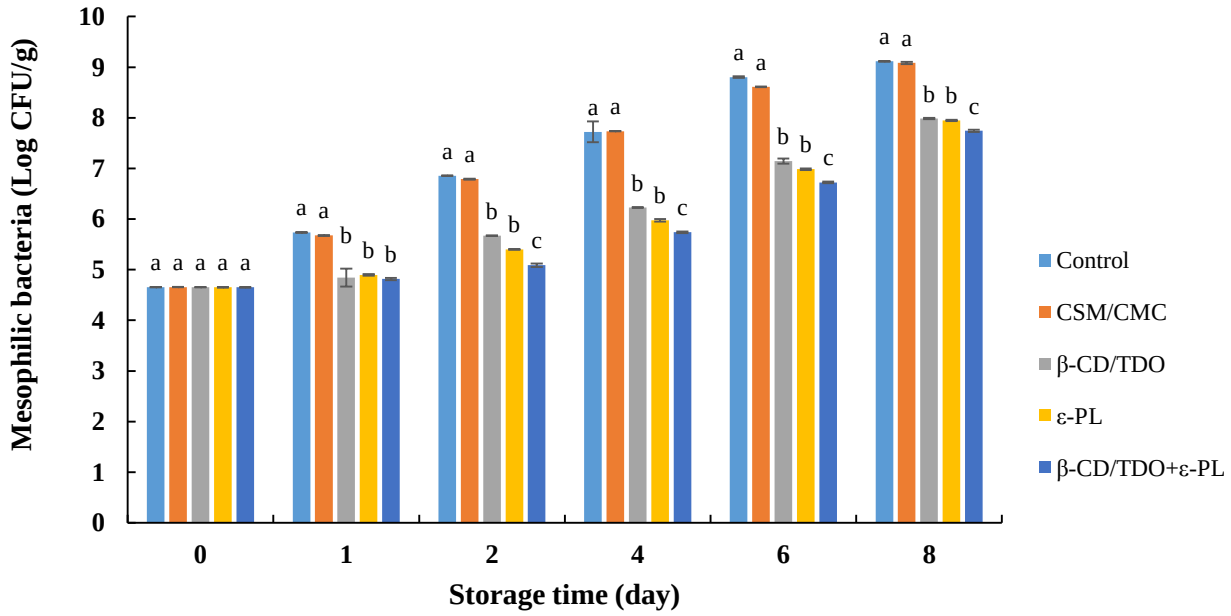
تجزیه و تحلیل آماری

مقایسه میانگین نتایج آزمون‌های میکروبی و شیمیایی با استفاده از آنالیز واریانس برای داده‌های تکراری (ریپیتد مژرز آنوا) و آزمون تعقیبی توکی تحت نرم افزار SPSS نسخه ۲۷ صورت پذیرفت. تمام تجزیه و تحلیل‌ها در سطح معنی داری کمتر از ۵ درصد انجام شدند.

• یافته‌ها

ارزیابی‌های میکروبی

نتایج بررسی تاثیر پوشش‌های کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتاسیکلودکسترین و اپسیلون پلی لیزین در شکل‌های ۱ تا ۳ نمایش داده شده است. همانطور که در شکل‌ها مشهود است میانگین جمعیت کل میکروارگانیسم‌های مورد ارزیابی در همه‌ی تیمارها با گذشت زمان، روندی افزایشی را نشان می‌دهند. این افزایش جمعیت در تیمارهای کنترل و پوشش کامپوزیت بدون ترکیبات ضدمیکروبی نسبت به سایر تیمارها، با شتاب بیشتری همراه بود.



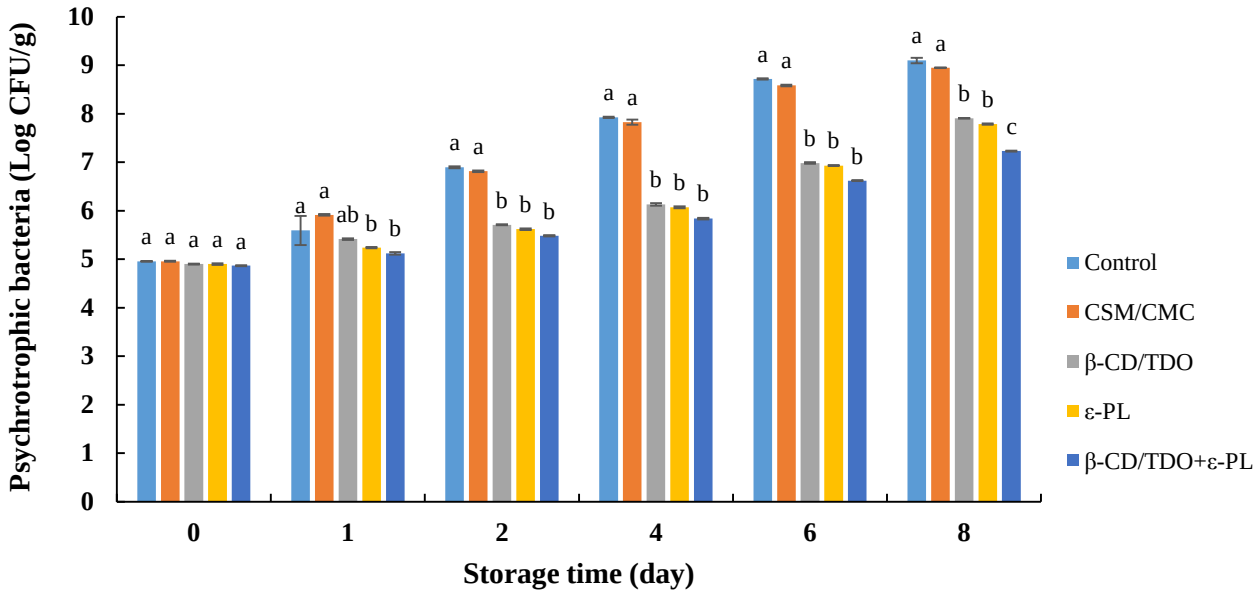
شکل ۱. تغییرات شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل هوازی (Mesophilic bacteria) در فیله‌های مرغ پوشش داده شده با کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی لیزین و اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین طی مدت ۸ روز نگهداری در دمای یخچال

*حروف الفبای کوچک متفاوت بالای ستون‌ها نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروه‌ها در هر یک از روزهای مورد مطالعه است ($P<0.05$).

Control: گروه کنترل (پوشش داده شده با آب مقطر)، CSM/CMC: گروه کامپوزیت پایه صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز، β-CD/TDO: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین، ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی ال لیزین، β-CD/TDO+ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین و اپسیلون پلی ال لیزین.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

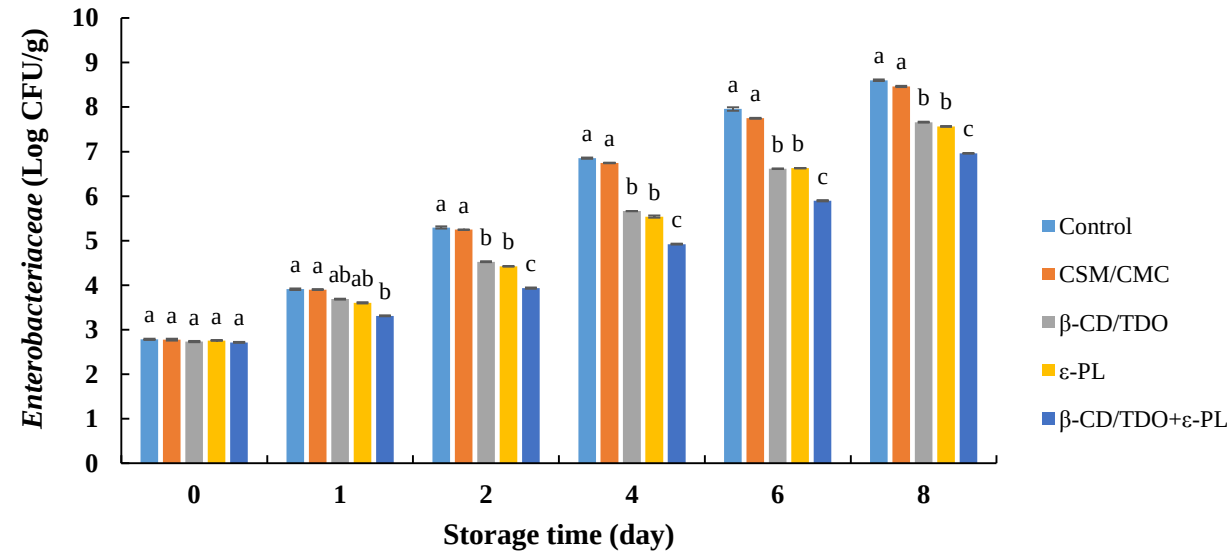
[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]



شکل ۲. تغییرات شمارش کلی باکتری‌های سایکروتروف هوازی (Psychrotrophic bacteria) در فیله‌های مرغ پوشش داده شده با کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی لیزین و اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین طی مدت ۸ روز نگهداری در دمای یخچال

*حروف الفبای کوچک متفاوت بالای ستون‌ها نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروه‌ها در هر یک از روزهای مورد مطالعه است ($P<۰,۰۵$).

Control: گروه کنترل (پوشش داده شده با آب مقطر)، CSM/CMC: گروه کامپوزیت پایه صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز، β-CD/TDO: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین، ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی ال لیزین، β-CD/TDO+ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین و اپسیلون پلی ال لیزین.



شکل ۳. میزان تغییرات شمارش کلی خانواده آنتروباکتریاسه (*Enterobacteriaceae* spp.) در فیله‌های مرغ پوشش داده شده با کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی لیزین و اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین طی مدت ۸ روز نگهداری در دمای یخچال

*حروف الفبای کوچک متفاوت بالای ستون‌ها نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروه‌ها در هر یک از روزهای مورد مطالعه است ($P<۰,۰۵$).

Control: گروه کنترل (پوشش داده شده با آب مقطر)، CSM/CMC: گروه کامپوزیت پایه صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز، β-CD/TDO: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین، ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی ال لیزین، β-CD/TDO+ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین و اپسیلون پلی ال لیزین.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]

بیشترین میزان شمارش باکتری‌های مزوفیل بعد از ۸ روز نگهداری نمونه ها، در حدود ۹,۱۲ log CFU/g مربوط به تیمار کنترل و کمترین میزان آن در حدود ۷,۷۴ log CFU/g مربوط به تیمار حاوی اسانس کپسوله شده و اپسیلون پلی لیزین بود (شکل ۱). ارزیابی شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل بین پنج گروه مورد بررسی در روز یک نگهداری نشان داد که تیمار کنترل و تیمار پوشش بدون عوامل ضدمیکروبی در مقایسه با سه تیمار دیگر اختلاف آماری معنی‌داری داشتند (P<۰,۰۵). شمارش مزوفیل‌ها در گروه کنترل و پوشش کامپوزیت بدون عوامل ضدمیکروبی از روز چهارم به جمعیت بالای ۷ log CFU/g رسیدند. در حالی که تیمارهای حاوی اسانس کپسوله شده و اپسیلون پلی لیزین بطور معنی داری میزان رشد مزوفیل‌ها در نمونه‌ها کنترل نمودند (P<۰,۰۵).

بیشترین و کمترین میزان جمعیت باکتری‌های سایکروتروف بعد از ۸ روز نگهداری در حدود ۹,۱ log CFU/g و ۷,۲۳ log CFU/g به ترتیب مربوط به تیمار کنترل و تیمار پوشش حاوی اسانس کپسوله شده و اپسیلون پلی لیزین بود (شکل ۲). شمارش این باکتری‌ها در گروه کنترل و تیمار پوشش کامپوزیت بدون ترکیبات ضدمیکروبی از روز چهارم نگهداری به بالای هفت لوگ رسید در صورتی که سایر تیمارها در روز هشت به لوگ هفت رسیدند. نتایج نشان داد که افزودن اپسیلون پلی لیزین و اسانس کپسوله شده به تنهایی و در ترکیب توانستند جمعیت این دسته از باکتری‌ها را بطور معنی داری تا روز ۸ نگهداری کنترل کنند (P<۰,۰۵). با این وجود تنها در روز ۸ نگهداری ترکیب همزمان اسانس کپسوله شده و اپسیلون پلی لایزین بطور معنی‌داری (P<۰,۰۵) توانست نسبت به سایر تیمارهای حاوی عوامل ضدمیکروبی جمعیت سایکروتروف‌ها را در نمونه‌ها کنترل نماید.

میزان جمعیت باکتری‌های خانواده انتروباکتریاسه بعنوان شاخص کیفیت بهداشتی محصولات غذایی، در همه‌ی تیمارهای مورد مطالعه روند افزایشی داشت (شکل ۳). در پایان مدت زمان نگهداری نمونه‌ها بیشترین و کمترین میزان آنتروباکتریاسه به ترتیب ۸,۶ log CFU/g و ۶,۹۶ log CFU/g مربوط به تیمار کنترل و تیمار حاوی اسانس کپسوله شده و اپسیلون پلی لایزین بود. در روزهای دو، چهار، شش و هشت بین تیمار کنترل و پوشش فاقد ترکیبات ضدمیکروبی و همچنین بین تیمار اسانس کپسوله شده و تیمار اپسیلون پلی لایزین اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل ۳) و تیمار حاوی اسانس کپسوله شده و اپسیلون پلی لایزین بهترین عملکرد را در کنترل این باکتری‌های آنتروباکتریاسه طی مدت نگهداری نمونه‌ها در شرایط سرد نشان داد.

نتایج آزمون‌های شیمیایی

pH

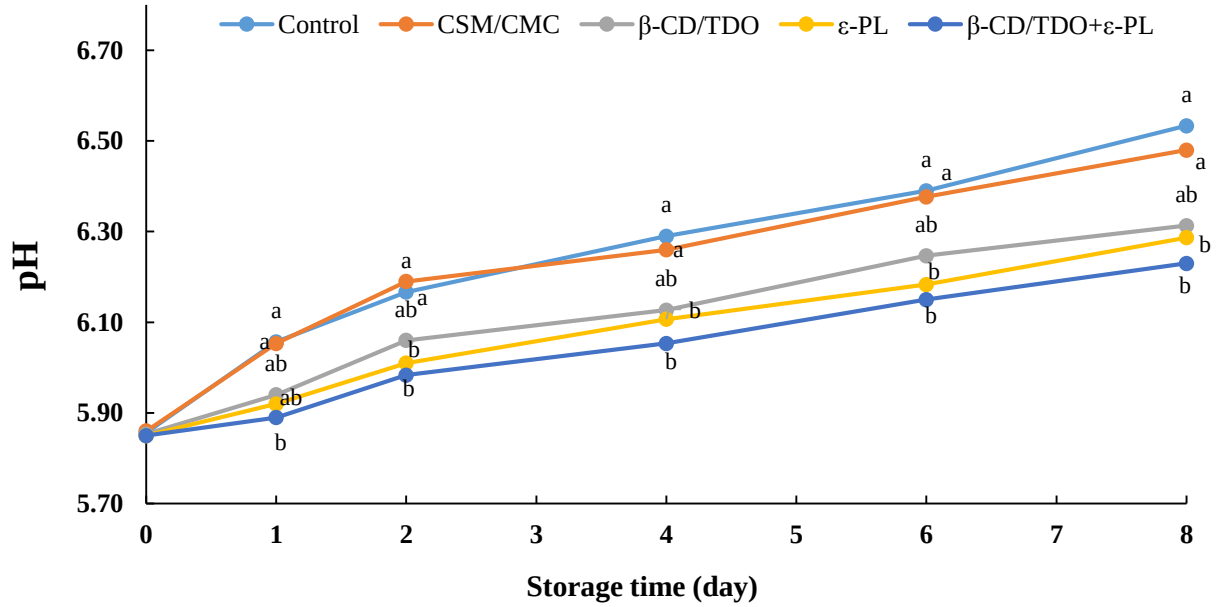
شکل ۴ تغییرات میزان pH در نمونه‌های فیله مرغ پوشش داده شده با تیمارهای مورد مطالعه، طی انبارمانی در یخچال را نشان می‌دهد. میزان pH اولیه نمونه‌ها در روز صفر ارزیابی ۵,۸۵ بود و بین تمام گروه‌های مورد آزمایش در طول روزهای مورد مطالعه به غیر از روز صفر، اختلاف آماری معنی دار مشاهده گردید (P<۰,۰۵). در پایان زمان نگهداری نمونه‌ها در شرایط سرد، حداقل و حداکثر میزان تغییر pH به ترتیب ۶,۲۳ و ۶,۵۳ مربوط به تیمار حاوی اسانس کپسوله شده و اپسیلون پلی لایزین و تیمار کنترل بود. با گذشت زمان نگهداری میزان pH در همه تیمارها بویژه تیمار کنترل، روندی صعودی داشت.

بررسی میزان تیوباربیتوریک اسید

میزان تیوباربیتوریک اسید (TBA) بر حسب میلی گرم مالون دی آلدئید (MDA) در تیمارهای مختلف طی مدت زمان نگهداری در شکل ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد در تمامی تیمارها طی نگهداری در یخچال، شاخص TBA افزایش یافت. در تیمارهای حاوی اسانس کپسول شده و اپسیلون پلی لیزین این افزایش شیب ملایم تری نسبت به سایر تیمارها داشت. در روز پایانی نگهداری بیشترین و کمترین میزان شاخص TBA متعلق به تیمار کنترل با ۱,۸۲ mg MDA/kg و تیمار ترکیب اسانس کپسول شده و اپسیلون پلی لیزین با ۱ mg MDA/kg بود. در طول انبارمانی نمونه‌ها، تیمارهای حاوی عوامل ضدمیکروبی بطور معنی‌داری توانستند روند اکسیداسیون و افزایش شاخص TBA را کنترل نمایند (P<۰,۰۵).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

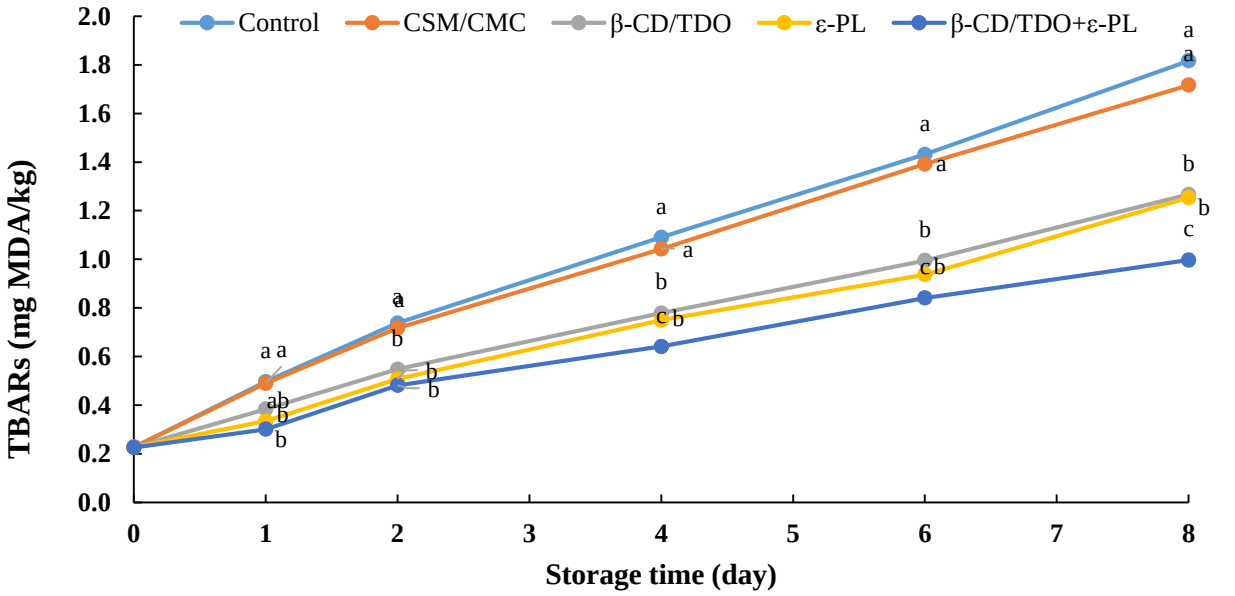
[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]



شکل ۴. نتایج میزان تغییرات pH در فیله‌های مرغ پوشش داده شده با کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی لیزین و اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین طی مدت ۸ روز نگهداری در دمای یخچال

*حروف الفبای کوچک متفاوت بالای هر داده نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروه‌ها در هر یک از روزهای مورد مطالعه است (P<۰,۰۵).

Control: گروه کنترل (پوشش داده شده با آب مقطر)، CSM/CMC: گروه کامپوزیت پایه صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز، β-CD/TDO: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین، ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی ال لیزین، β-CD/TDO+ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین و اپسیلون پلی ال لیزین.



شکل ۵. نتایج تغییرات میزان تیوباربیتوریک اسید ((TBARs (mg MDA/kg) در فیله‌های مرغ پوشش داده شده با کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی لیزین و اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین طی مدت ۸ روز نگهداری در دمای یخچال

*حروف الفبای کوچک متفاوت بالای هر داده نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروه‌ها در هر یک از روزهای مورد مطالعه است (P<۰,۰۵).

Control: گروه کنترل (پوشش داده شده با آب مقطر)، CSM/CMC: گروه کامپوزیت پایه صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز، β-CD/TDO: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین، ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی ال لیزین، β-CD/TDO+ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین و اپسیلون پلی ال لیزین.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

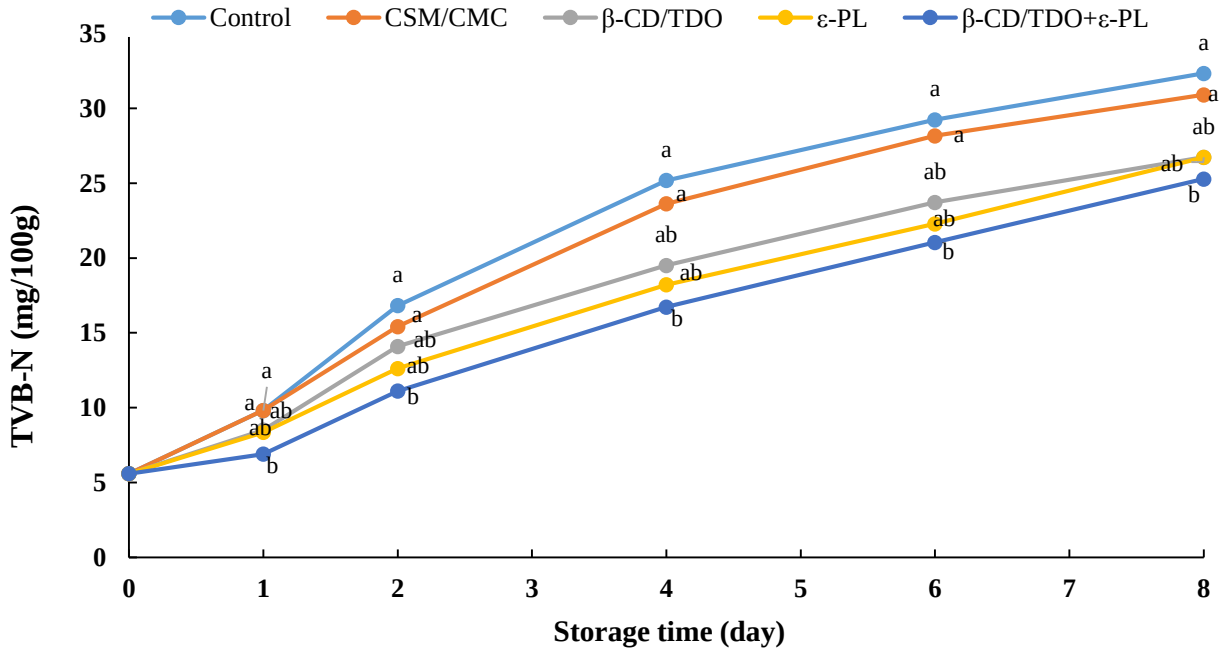
[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]

بررسی میزان بازهای ازته فرار (TVB-N)

میزان تغییرات بازهای ازته فرار در طول مدت نگهداری فیله‌های مرغ تیمار شده با پوشش‌های کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز در شکل ۶ نشان داده شده است. در حالیکه میزان TVB-N در روز صفر ۵,۶ mg/100g در فیله‌های تازه مرغ بود با گذشت زمان نگهداری میزان آن در تمام نمونه‌ها بویژه تیمارهای فاقد عوامل ضدمیکروبی افزایش یافت. در روز ۸ نگهداری نمونه‌ها بالاترین و پایین ترین میزان TVB-N با ۳۲,۳۳ mg/100g و ۲۵,۲ mg/100g به ترتیب مربوط به تیمار کنترل و تیمار حاوی اسانس کپسول شده و اپسیلون پلی لیزین بود. بین تیمارهای مورد آزمایش در تمام روزهای مورد مطالعه به غیر از روز صفر اختلاف معنی دار مشاهده شد (P<۰,۰۵).

نتایج ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی فیله مرغ پوشش داده شده با کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز طی ۸ روز نگهداری در شرایط سرد مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۷). ارزیابی حسی نشان داد که تیمار حاوی ترکیب اسانس کپسول شده و اپسیلون پلی لیزین بیشترین امتیاز ویژگی‌های حسی را نسبت به سایر تیمارها دارا می‌باشد (P<۰,۰۵). در روزهای صفر و یک از نظر بافت تفاوت معنی داری بین تیمارها دیده نشد ولیکن با گذشت زمان از روز دوم انبارمانی این تفاوت بین تیمارها مشهودتر بود. ویژگی‌های بافتی در تیمار کنترل نسبت به سایر تیمارها در روزهای چهار، شش و هشت، اختلاف آماری معنی‌دار داشت (P<۰,۰۵) و طی مدت انبارمانی نمونه ها، تیمارهای حاوی اسانس کپسول شده و اپسیلون پلی لیزین از بالاترین امتیاز برخوردار بودند (شکل ۷). از نظر بو فیله‌های تیمارشده در روز صفر و یک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (P>۰,۰۵). از روز دوم انبارمانی به بعد، ویژگی بو در تیمارهای حاوی اسانس کپسوله شده امتیاز بالاتری نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی داشتند (P<۰,۰۵). رنگ فیله‌های مورد بررسی از روز چهارم آزمایش کاهش امتیاز را نشان دادند و کمترین امتیاز مربوط به تیمار کنترل بود. بالاترین امتیاز رنگ مربوط به تیمار حاوی اسانس کپسول شده و اپسیلون پلی لیزین بود که اختلاف آماری معنی‌داری با سایر تیمارهای مورد بررسی داشت (P<۰,۰۵) به گونه ایی که تا آخرین روز انبارمانی همچنان به لحاظ ویژگی رنگ مورد پذیرش بود (شکل ۷).



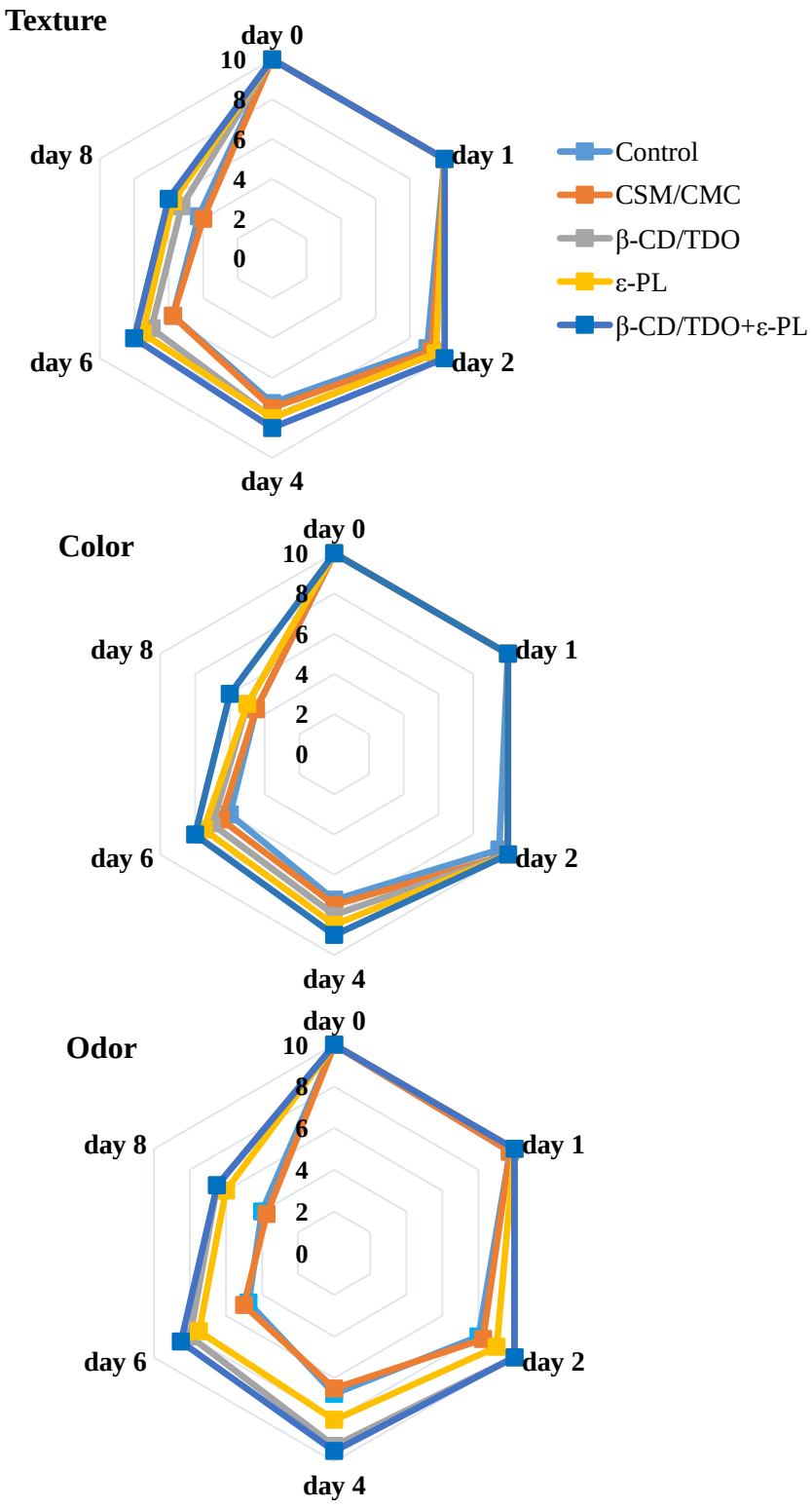
شکل ۶. نتایج تغییرات میزان کل بازهای ازته فرار ((TVB-N (mg/100g در فیله‌های مرغ پوشش داده شده با کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی لیزین و اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین طی مدت ۸ روز نگهداری در دمای یخچال

*حروف الفبای کوچک متفاوت بالای هر داده نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروه‌ها در هر یک از روزهای مورد مطالعه است (P<۰,۰۵).

Control: گروه کنترل (پوشش داده شده با آب مقطر)، CSM/CMC: گروه کامپوزیت پایه صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز، β-CD/TDO: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین، ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی ال لیزین، β-CD/TDO+ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین و اپسیلون پلی ال لیزین.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]



شکل ۷. نتایج ارزیابی حسی شامل تغییرات بو (Odor)، بافت (Texture) و رنگ (Color) در فیله‌های مرغ پوشش داده شده با کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی لیزین و اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین طی مدت ۸ روز نگهداری در دمای یخچال

Control: گروه کنترل (پوشش داده شده با آب مقطر)، CSM/CMC: گروه کامپوزیت پایه صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز، β-CD/TDO: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین، ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی ال لیزین، β-CD/TDO+ε-PL: گروه کامپوزیت صمغ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین و اپسیلون پلی ال لیزین.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]

• بحث

در مطالعه حاضر به تاثیر پوشش کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز حاوی اپسیلون پلی لیزین و اسانس آویشن دنایی کپسوله شده با بتا سیکلودکسترین بر خصوصیات میکروبی و شیمیایی فیله مرغ در شرایط سرد پرداخته شد. ارزیابی‌های میکروبی نمونه‌های پوشش داده شده با پوشش‌های کامپوزیتی مورد مطالعه، حاکی از نقش پررنگ ترکیبات ضدمیکروبی در کنترل باکتری‌ها در فیله‌های مرغ طی مدت انبارمانی در یخچال بود. فیله‌های مرغ در روز صفر انبارمانی از تازگی لازم برخوردار بوده و با گذشت زمان در تمام نمونه جمعیت‌های باکتریایی افزایش یافت. در مطالعه فومنی و همکاران (۲۰۲۲) بر روی فیله مرغ نگهداری شده در یخچال تعداد کل باکتری‌های اولیه مزوفیل و سایکروتروف به ترتیب ۴,۵۶ log CFU/g و ۴,۲ log CFU/g بود و جمعیت آنها طی نگهداری گوشت مرغ در یخچال به طور معنی داری افزایش یافت که با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد (۱۸). بر اساس استانداردهای موجود اگر جمعیت باکتری‌های مزوفیل هوازی در گوشت مرغ بالاتر از ۷ log CFU/g شود نشان دهنده شروع فساد و عدم پذیرش می‌باشد (۲۰).

در مطالعه حاضر تیمار کنترل و تیمار پوشش داده شده با موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز (تیمار پایه) از روز ۴ انبارمانی به بعد، با توجه به افزایش جمعیت میکروبی کل، در شرایط غیر قابل مصرف قرار گرفتند. علی رغم اینکه جمعیت میکروبی نمونه فیله‌های مرغ پوشش داده شده با کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز کمتر از تیمار کنترل (فاقد پوشش پایه) بود اما نتوانست به تنهایی عمر مفید فیله مرغ را افزایش دهد که این می‌تواند بدلیل عدم وجود خاصیت ضد میکروبی در کامپوزیت مورد مطالعه باشد. در مطالعات مشابه که از پوشش‌های موسیلاز دانه چیا حاوی عصاره آبی برگ زیتون و پوشش آلژینات سدیم در تیمار فیله مرغ استفاده شده بود نتایج مشابه ایی گزارش شده است (۱۸, ۲۱).

با توجه به نتایج حاصل از بررسی حاضر استفاده از پوشش حاوی اسانس کپسوله شده در مقایسه با نمونه کنترل و تیمار پایه موسیلاژ دانه چیا و کربوکسی متیل سلولز، به طور معناداری موجب کاهش تعداد باکتری‌های مورد بررسی گردید ($P<0,05$) به طوری که تیمار حاوی اسانس کپسوله شده ، با توجه به وجود خاصیت ضدمیکروبی اسانس آویش دنایی و رهایش آهسته آن در طول به تنهایی توانست تا ۶ روز عمر نمونه فیله‌های مرغ را افزایش دهد. نتایج این تحقیق با داده‌های حاصل از مطالعه مطلبی نژاد و همکاران (۲۰۲۳) همسو می‌باشد. آنها نشان دادند که آویشن دنایی در ترکیب با عصاره میوه سماق بطور قابل توجهی اثر مهار کننده توجهی بر روی رشد میکروارگانیسم‌ها داشته و ماندگاری فیله مرغ را افزایش می‌دهد (۴). منصوری و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که اسانس آویشن دنایی کپسوله شده بصورت نانومولسیون، اثر ضد باکتریایی مطلوبی با غلظت پایین تر، بر سالمونلا تایفی موریوم، لیستریا مونوسیتوژنز و اشریشاکلی در سس مایونز دارد (۱۰). همانگونه که در شکل‌های نتایج ارزیابی میکروبی نشان داده شده است پوشش‌های کامپوزیتی حاوی اپسیلون پلی لایزین توانایی ضدمیکروبی متفاوتی نسبت به پوشش‌های واجد اسانس کپسوله شده نداشتند. ولیکن بکارگیری توام آنها اثر هم افزایی ضدمیکروبی روی نمونه‌ها در طول مدت نگهداری در یخچال داشت و ماندگاری نمونه‌ها را تا روز ۸ افزایش داد. در مطالعه ای توسط چدا و ورنکار (۲۰۱۵) خاصیت ضد میکروبی اپسیلون پلی لیزین به اثبات رسید و به این نتیجه رسیدند که این ترکیب می‌تواند رشد باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت را مهار کند (۲۲). تاکنون مطالعه‌ی مجزایی در مورد ترکیب اپسیلون پلی لیزین و اسانس آویشن دنایی برای افزایش عمر ماندگاری گوشت مرغ صورت نگرفته است،این تحقیق می‌تواند سرآغازی برای بررسی بیشتر درباره این ترکیب ضد میکروبی قوی و افزایش ماندگاری گوشت باشد.

با افزایش زمان نگهداری نمونه فیله‌های مرغ پوشش داده شده، میزان pH روند افزایش را در تمام تیمارها نشان داد. این افزایش معمولا ناشی از تولید آمین‌های آزاد در اثر فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک یا ایجاد ترکیبات بازی از قبیل آمونیاک و تری متیل آمین و دیگر آمین‌های بیوژن در اثر فعالیت باکتری‌های فسادزا می‌باشد. تیمار کامپوزیت موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز (تیمار پایه) افزایش pH بیشتری را نسبت به تیمار کنترل داشت که دلیل آن ممکن است ناشی از وجود خاصیت قلیایی موسیلاژ دانه چیا و نداشتن خاصیت ضد میکروبی این تیمار باشد. با این وجود پوشش‌های حاوی ترکیبات ضدمیکروبی تاثیر معنی داری بر کنترل افزایش pH نمونه‌ها در طول مدت نگهداری داشتند. هم راستا با مطالعه حاضر، پورفومنی و همکاران (۲۰۲۲) نیز نتایج مشابه ای در خصوص فیله مرغ پوشش داده شده با موسیلاژ دانه چیا و عصاره آبی برگ زیتون بدست آوردند (۱۸).

ارزیابی TBARs جهت تعیین درجه اکسیداسیون چربی در گوشت صورت می‌پذیرد تا کیفیت و عمر ماندگاری این محصولات مشخص گردد. علی رغم روند افزایشی این شاخص در تمام نمونه‌ها طی مدت انبارمانی، میزان تشکیل آن در تیمارهای پوشش داده شده حاوی اسانس کپسوله شده و

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]

اپسیلون پلی لیزین روند آهسته تری داشت. فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس آویشن دنایی و اپسیلون پلی لیزین ممکن است طی مدت نگهداری محصول مانع از اکسیداسیون چربی‌ها و کنترل TBARs شود. در مطالعه علیرضالو و همکاران (۲۰۲۰) در خصوص بکارگیری عصاره گزنه و اپسیلون پلی لیزین در فیله گوشت گاو نتایج مشابهی با مطالعه حاضر گزارش گردید (۲۳).

شاخص TVB-N یک پارامتر کمی و اثبات شده است که می‌تواند برای تعیین تازگی و کیفیت گوشت و فرآورده‌های گوشتی استفاده شود (۱۹). با توجه به نتایج به دست آمده مقادیر TVB-N در تمام تیمارها روند افزایشی داشت. با این وجود میزان تشکیل آن در تیمارهای واجد اسانس کپسوله شده و اپسیلون پلی لیزین در مقایسه با سایر تیمارها پایین‌تر بود که می‌تواند بدلیل فعالیت عوامل ضد میکروبی بر رشد میکروارگانیسمهای فسادزا و به دنبال آن کاهش مقدار ترکیبات غیر پروتئینی ازتی مانند آمونیاک، آمین‌های نوع اول، دوم و سوم باشد. یافته‌های نتایج حاضر با نتایج فیاض فر و همکاران (۲۰۲۱) در رابطه با بکارگیری اسانس آویشن شیرازی در سوسیس بوقلمون و کنترل میزان تشکیل TVB-N، مطابقت داشت (۲۴).

نتایج ارزیابی حسی نمونه ها، با داده‌های بدست آمده از آزمون TVB-N همخوانی داشت. به گونه ایی که با گذشت زمان از روز ۴ انبارمانی، تغییرات بو در تیمارهای فاقد ترکیبات ضدمیکروبی آغاز گردید که نشان‌دهنده‌ی تاثیرگذاری میزان TVB-N بر بوی فیله‌های مرغ می‌باشد (۱۹). در بین تیمارهای مورد ارزیابی، تیمارهای حاوی اسانس کپسول شده به لحاظ فاکتور بو دارای امتیاز بالاتری بودند که می‌تواند ناشی از آزاد شدن ترکیبات معطر اسانس آویشن دنایی در طول مدت نگهداری نمونه‌ها باشد. ارزیابی شاخص رنگ تفاوت معنی داری را بین تیمار کنترل و تیمار موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز (تیمار پایه) نشان نداد بنابراین موسیلاژ دانه چیا در ظاهر و رنگ فیله مرغ تاثیر چندانی نداشت که با نتایج مطالعه پور فومنی و همکاران همخوانی داشت (۱۸). بالاترین میانگین امتیاز از نظر فاکتور رنگ مربوط به تیمار حاوی اسانس کپسوله شده و اپسیلون پلی لیزین بود که تا روز هشتم مطالعه، رنگ نمونه‌های پوشش داده شده قابل قبول بود. ارزیابی بافت نمونه فیله‌های مرغ نشان داد که تیمار کنترل و تیمار پوشش پایه از روز چهار به بعد نتوانستند کیفیت فیله‌ها را به خوبی حفظ نمایند در حالی که نمونه‌های پوشش دار حاوی اسانس کپسوله شده، تا انتهای روز نگهداری امتیاز مطلوبی را کسب نمودند. در مطالعه اوزوگول و همکاران (۲۰۱۷) پارامترهای رنگ، بافت و بو در تیمارهای حاوی نانوامولسیون آویشن شیرازی امتیاز بالاتری داشتند که با نتایج حاضر همخوانی دارد (۲۵).

در مطالعه حیدری و همکاران (۲۰۲۰)، که نتایج آنها همسو با نتایج تحقیق حاضر بود به تأثیر موسیلاژ دانه قدومه شیرازی و اسانس اسطوخودوس بر حفظ کیفیت گوشت شترمرغ در طول نگهداری در دمای یخچال پرداخته شد. از نظر میکروبیولوژیکی، مدت زمان انبارمانی سرد برای نمونه‌های کنترل و پوشش‌داده‌شده بدون اسانس تنها ۳ روز بود، در حالی که برای نمونه‌های پوشش‌داده‌شده حاوی ۰٫۵٪، ۱٪، ۱٫۵٪ و ۲٪ اسانس به ترتیب ۳، ۳، ۶ و ۹ روز بود. گوشت شترمرغ پوشش‌داده‌شده حاوی اسانس ۲٪ کیفیت مناسب و ماندگاری بیشتری داشت (۲۶).

شب خیز و همکاران (۲۰۲۱) رهایش و خواص آنتی باکتریایی هیدروژل آلژینات حاوی نانوذرات بتاسیکلودکسترین بارگذاری شده با اسانس آویشن دنایی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها در خصوص رهایش اسانس در دو دوره کوتاه مدت و بلند مدت نشان داد که سرعت رهایش ترکیبات زیست فعال را می‌توان با کپسوله کردن در بتاسیکلودکسترین و تولید هیدروژل آلژیناتی آن کاهش داد و بتاسیکلودکسترین به عنوان ترکیبی موثر جهت کنترل رهایش در سیستم‌های غذایی و دارویی مورد استفاده قرار گیرد (۲۷).

نتیجه گیری نهایی

موسیلاژ دانه چیا در ترکیب با کربوکسی متیل با ایجاد یک لایه محافظتی بر روی سطح فیله‌های مرغ، توانستند از تماس مستقیم میکروارگانیسم‌ها با محصول جلوگیری کرده و در نتیجه موجب کاهش رشد میکروبی شوند. بتا سیکلودکسترین به عنوان حامل اسانس آویشن دنایی توانست اسانس را به‌طور همزمان و به تدریج رهاسازی کند، که نه تنها اثرات ضدمیکروبی اسانس را حفظ نمود بلکه با ایجاد یک کنترل بر روی سرعت آزادسازی، به کاهش تغییرات شیمیایی نامطلوب و افزایش پایداری طعم و بو نیز کمک کرد. علاوه بر این، این پوشش‌ها به‌عنوان یک سیستم انتقال برای آزادسازی آهسته اپسیلون پلی لیزین عمل کردند. اپسیلون پلی لیزین با خواص ضد میکروبی خود، به‌طور پیوسته در طول زمان آزاد شده و اثرات مثبت خود را در کنترل باکتری‌ها اعمال نمود. وجود هم افزایی این ترکیبات در پوشش کامپوزیتی موسیلاژ دانه چیا/کربوکسی متیل سلولز منجر به ماندگاری بیشتر و حفظ ویژگی‌های کیفی فیله مرغ می‌شود و می‌تواند بعنوان یک پوشش فعال مورد توجه صنعت غذا قرار گیرد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]

سپاسگزاری: مقاله حاضر برگرفته از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی جناب آقای معراج تیمورمنش با حمایت دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل صورت پذیرفت. نویسندگان از جناب آقای دکتر مرادی (استاد دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه) بابت راهنمایی و مشاوره شان در اجرای این پروژه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

• References

1. Mir NA, Rafiq A, Kumar F, Singh V, Shukla V. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. Journal of food science and technology. 2017;54:2997-3009.
2. Behbahani BA, Noshad M, Jooyandeh H. Improving oxidative and microbial stability of beef using Shahri Balangu seed mucilage loaded with Cumin essential oil as a bioactive edible coating. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 2020;24:101563.
3. Huang Y, Mei L, Chen X, Wang Q. Recent developments in food packaging based on nanomaterials. Nanomaterials. 2018;8(10):830.
4. Motalebinejad H, Bazargani-Gilani B, Pajohi-Alamoti M. Corn Zein edible film containing Sumac fruit extract and encapsulated Thymus daenensis Celak essential oil to improving the shelf life of chicken fillet. Journal of Food Measurement and Characterization. 2023;17(6):5989-6002.
5. Muñoz LA, Cobos A, Diaz O, Aguilera JM. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. Journal of food Engineering. 2012;108(1):216-24.
6. Urbizo-Reyes U, San Martin-González MF, Garcia-Bravo J, Liceaga AM. Development of chia seed (Salvia hispanica) mucilage films plasticized with polyol mixtures: Mechanical and barrier properties. International Journal of Biological Macromolecules. 2020;163:854-64.
7. Yang X, Zhao D, Ge S, Bian P, Xue H, Lang Y. Alginate-based edible coating with oregano essential oil/β-cyclodextrin inclusion complex for chicken breast preservation. International Journal of Biological Macromolecules. 2023;251:126126.
8. Ruan C-Q, Zhao M, Zhang W, Zeng K. Carboxymethyl cellulose based edible nanocomposite coating with tunable functionalities and the application on the preservation of postharvest Satsuma mandarin fruit. Food Packaging and Shelf Life. 2024;46:101364.
9. Bamian M, Pajohi-Alamoti M, Azizian S, Nourian A, Tahzibi H. An electrospun polylactic acid film containing silver nanoparticles and encapsulated Thymus daenensis essential oil: release behavior, physico-mechanical and antibacterial studies. Journal of Food Measurement and Characterization. 2023;17(4):3450-63.
10. Mansouri S, Pajohi-Alamoti M, Aghajani N, Bazargani-Gilani B, Nourian A. Stability and antibacterial activity of Thymus daenensis L. essential oil nanoemulsion in mayonnaise. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2021;101(9):3880-8.
11. Izadi F, Pajohi-Alamoti M, Emamifar A, Nourian A. Fabrication and characterization of active poly (lactic acid) films containing Thymus daenensis essential oil/beta-cyclodextrin inclusion complex and silver nanoparticles to extend the shelf life of ground beef. Food and Bioprocess Technology. 2024;17(5):1309-20.
12. Moradi M, Guimarães JT, Sahin S. Current applications of exopolysaccharides from lactic acid bacteria in the development of food active edible packaging. Current Opinion in Food Science. 2021;40:33-9.
13. Razavi R, Tajik H, Moradi M, Molaei R, Ezati P. Antimicrobial, microscopic and spectroscopic properties of cellulose paper coated with chitosan sol-gel solution formulated by epsilon-poly-l-lysine and its application in active food packaging. Carbohydrate research. 2020;489:107912.
14. Li X, Ren Z, Wang R, Liu L, Zhang J, Ma F, et al. Characterization and antibacterial activity of edible films based on carboxymethyl cellulose, Dioscorea opposita mucilage, glycerol and ZnO nanoparticles. Food chemistry. 2021;349:129208.
15. Mohammadi H, Kamkar A, Misaghi A, Zunabovic-Pichler M, Fatehi S. Nanocomposite films with CMC, okra mucilage, and ZnO nanoparticles: Extending the shelf-life of chicken breast meat. Food Packaging and Shelf Life. 2019;21:100330.
16. Dick M, Costa TMH, Gomaa A, Subirade M, de Oliveira Rios A, Flôres SH. Edible film production from chia seed mucilage: Effect of glycerol concentration on its physicochemical and mechanical properties. Carbohydrate polymers. 2015;130:198-205.
17. Khoshdouni Farahani F, Oromiehi AR, Sharifan A, Khoshdouni Farahani Z. Preparation of edible coating compound of carboxy methyl cellulose and sesame oil for strawberry coating and evaluation of its properties. 2019.
18. Foumani FAS, Soltani MS, Zomorodi S, Jafarian S, Asl AK, editors. Effect of chia seed mucilage coating containing zinc oxide nanoparticles on shelf life of chicken fillet. Veterinary Research Forum; 2022: Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.
19. Ghorbani M, Divsalar E, Molaei R, Ezati P, Moradi M, Tajik H, et al. A halochromic indicator based on polylactic acid and anthocyanins for visual freshness monitoring of minced meat, chicken fillet, shrimp, and fish roe. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2021;74:102864.
20. Tuncer B, Sireli U. Microbial growth on broiler carcasses stored at different temperatures after air-or water-chilling. Poultry Science. 2008;87(4):793-9.
21. Matiacevich S, Acevedo N, López D. Characterization of edible active coating based on alginate–thyme oil–propionic acid for the preservation of fresh chicken breast fillets. Journal of Food Processing and Preservation. 2015;39(6):2792-801.
22. Chheda A, Vernekar M. A natural preservative [epsilon]-poly-L-lysine: fermentative production and applications in food industry. International Food Research Journal. 2015;22(1):23.
23. Alirezalu K, Shafaghi Movlan H, Younessi-Hamzekhanlu M, Farmani B, Fathizadeh O. Improvement of physicochemical, sensory and shelf life stability of beef fillet using stinging nettle extract in combination with

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]

epsilon polylysine. Journal of food science and technology (Iran). 2020;16(96):145-60.

24. Fayazfar S, Khanjari A, Gandomi H, Basti AA, Gholami F, Moghimi N. The effect of Zataria multiflora Boiss. essential oil on the shelf life of turkey fresh sausages at refrigerated temperature under aerobic packaging. 2021.

25. Ozogul Y, Yuvka İ, Ucar Y, Durmus M, Kösker AR, Öz M, et al. Evaluation of effects of nanoemulsion based on herb essential oils (rosemary, laurel, thyme and sage) on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets during ice storage. Lwt. 2017;75:677-84.

26. Heydari S, Jooyandeh H, Alizadeh Behbahani B, Noshad M. The impact of Qodume Shirazi seed mucilage-based edible coating containing lavender essential oil on the quality enhancement and shelf life improvement of fresh ostrich meat: An experimental and modeling study. Food Science & Nutrition. 2020;8(12):6497-512.

27. Shabkhiz M, Pirouzifard MK, Gholamreza M, Pirsa S. Evaluation of release and antibacterial properties of alginate hydrogel containing beta-cyclodextrin nanoparticles loaded with Thymus daenensis essential oil. Journal of food science and technology (Iran). 2021;18(115):49-67.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]

Evaluation of the Effect of Chia Seed Mucilage and Carboxymethyl Cellulose Composite Containing Epsilon-Poly-L-Lysine and Encapsulated *Thymus daenensis* Essential Oil with Beta-Cyclodextrin on the Microbial and Chemical Properties of Chicken Fillet Under Cold Conditions

Teymormanesh M[1], Pajohi-Alamoti M.R[2], Alian Samakkhah S[3], Shirvani Z[4]*

1- MSC, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran

*2- *Corresponding author: Associate Professor, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran. Email: pajohi@gmail.com , mr.pajohi@ausmt.ac.ir*

3- Associate Professor, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran

4- PhD, Food Hygiene and Quality Control Laboratory Expert, Faculty of Veterinary Medicine, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran

Received 24 Jan, 2025 **Accepted 10 Mar, 2025**

Background and Objectives: This study aimed to develop a composite coating of chia seed mucilage/carboxymethyl cellulose containing encapsulated *Thymus daenensis* essential oil with beta-cyclodextrin and epsilon-poly-L-lysine and their effect on the shelf life of chicken fillets.

Materials & Methods: Chicken fillets were coated with an edible suspension of chia seed mucilage (1.5%)/carboxymethyl cellulose (1%) containing the encapsulated essential oil (2%) and epsilon-poly-L-lysine (0.5%) alone and in combination. Then, they were kept for 8 days in the refrigerator for microbial, chemical, and sensory evaluations.

Results: The results indicated that the increase in the microbial counts in the coated samples with a composite containing encapsulated essential oil and epsilon-poly-L-lysine was significantly controlled compared to ones without antimicrobial compounds. The evaluation data of thiobarbituric acid, volatile nitrogen bases, pH, and sensory tests indicated the agreement of chemical and organoleptic changes with microbial evaluations of the samples during the storage period in such a way that the least changes were observed in the treatment containing encapsulated essential oil and epsilon-poly-L-lysine.

Conclusion: The combined use of *Thymus daenensis* essential oil and epsilon-poly-L-lysine in the edible coating of chia seed mucilage/carboxymethyl cellulose effectively maintained the quality and safety of chicken fillets in cold conditions, demonstrating the high potential of natural additives in the food industry.

Keywords: Edible coating, Chia seed mucilage, *Thymus daenensis*, Beta-cyclodextrin, Epsilon-poly-L-lysine

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61882/nsft.20.3.79]