

# مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: [www.fsct.modares.ac.ir](http://www.fsct.modares.ac.ir)



مقاله علمی-پژوهشی

## تأثیر شستشو و پوشش نانومرکب فعال کربوکسیمتیل سلولز- نانو رس حاوی عصاره مرزنجوش بر کیفیت تخم مرغ طی دوره نگهداری در دمای محیط (*Origanum vulgare L.*)

مونا احسان<sup>۱</sup> ، داریوش خادمی شورمستی<sup>\*۲</sup>

۱- دانشآموخته کارشناسی ارشد، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران.

۲- استادیار، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران.

### اطلاعات مقاله

### چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۲

كلمات کلیدی:

پوشش نانومرکب فعال،

تخم مرغ،

شستشو،

کیفیت داخلی،

ماندگاری.

روش‌های مورد استفاده جهت حفظ کیفیت تخم مرغ طی دوره نگهداری عمدهاً مبتنی بر غیر فعال کردن میکروارگانیسم‌ها و جلوگیری از تبادلات جرمی است. به منظور بررسی تأثیر بکارگیری شستشو با آب و پوشش‌دهی پوسته با استفاده از پوشش نانومرکب فعال بر پایه کربوکسیمتیل سلولز ۲٪ حاوی نانورس ۳/۵٪ و عصاره ۲٪ مرزنجوش بر کیفیت داخلی و پوسته تخم مرغ، آزمایشی با ۴ تیمار شامل شاهد (بدون شستشو و بدون پوشش)، شسته و بدون پوشش، بدون شستشو و پوشش‌دار، شسته و پوشش‌دار و ۳ تکرار طی یک دوره نگهداری ۴ هفته‌ای در دمای محیط ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) با ارزیابی هفتگی فراسنجه‌های مورد مطالعه اجرا شد. در پایان دوره نگهداری، بیشترین مقادیر واحد ها و pH سفیده ( $46/71 \pm 0/15$ )، اندیس زرد ( $0/32 \pm 0/00$ ) و کمترین مقادیر درصد افت وزنی ( $3/07 \pm 0/02$ ) در تخم مرغ‌های پوشش‌دار دیده شد ( $P < 0.05$ ). در ارزیابی شاخص‌های رنگی زرد نیز تخم مرغ‌های پوشش‌دار به طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) دارای مقادیر بالاتر <sup>a</sup> b ( $57/24$ )، <sup>a</sup> a ( $-7/72$ ) و پایین‌تر <sup>\*</sup> L ( $45/51$ ) بودند. صرفنظر از پوشش‌دهی، شستشوی تخم مرغ تأثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های مورد ارزیابی نداشت. بنابراین بکارگیری پوشش نانومرکب فعال کربوکسیمتیل سلولز- نانو مونت موریلوبنیت- عصاره مرزنجوش با دارا بودن خواص ممانتعی، ضد اکسیدانی و ضد میکروبی، جهت افزایش ماندگاری تخم مرغ در دمای محیط به مدت ۴ هفته توصیه می‌شود.

DOI: 10.52547/fsct.18.09.09

\* مسئول مکاتبات:

dkhademi@gmail.com

ضدباکتریایی طبیعی مانند عصاره‌های گیاهی در بسته‌بندی‌های نانوکامپوزیت را از طریق کاهش دسترسی به اکسیژن و رطوبت، افزایش دهنده [۸]. نشان داده شد استفاده از سطوح افزایشی نانورس با بهبود خصوصیات ممانعتی، موجب افزایش کارایی پوشش نانوکامپوزیت شد [۹].

مرزنجوش (*Origanum vulgare L.*) گیاهی از تیره‌ی نعنایان است. مطالعات فارماکولوژیکی نشان داد پتانسیل بالای ضداسیدانی مرزنجوش بدليل وجود مونوترين‌های فنولی مانند تیمول، کارواکرول و برخی از ترکیبات فنولی مانند اریگانوزاید و رزمارینیک اسید می‌باشد [۱۰]. در بررسی تأثیر حداقل غلظت بازدارندگی اسانس مرزنجوش روی باکتری‌های هتروتروف هوایی با ملاحظه شرایط انبارداری و زمان‌های تولیدی مختلف، اثر بازدارندگی معنی‌دار آن اثبات شد [۱۱]. لذا به‌منظور بررسی تأثیر شستشو با آب و بکارگیری پوشش نانوکامپوزیت کربوکسی متیل سلولز- نانو رس غنی‌شده با عصاره مرزنجوش بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی تخم‌مرغ‌های نگهداری شده در دمای محیط ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ )، آزمایش حاضر طراحی و اجرا شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۱-۲- آماده‌سازی محلول پوششی

گیاه مرزنجوش از عطاری معتبر محلی خردیاری و پس از انتقال به آزمایشگاه گیاهشناسی، از نظر علمی مورد تأیید قرار گرفت. جهت عصاره‌گیری از روش پیشنهادی مزدstan و همکاران (۲۰۱۵) با اندکی تغییرات استفاده شد. ابتدا قسمت‌های مختلف گیاه خشک شده توسط آسیاب برقی خانگی (پارس خزر، ایران) پودر و از الک (شماره ۳۵ سایز چشمeh ۵۰۰ میکرون) عبور داده شدند. عصاره‌گیری به‌روش خیساندن و با حلal اتانول انجام شد. بدین‌ترتیب که مقدار ۱۰۰ گرم از گیاه پودر شده پس از ۳۰ دقیقه ترکیب با کلروفرم و کلروفیل زدایی، با اتانول (۹۹/۸٪) بهمیزان چهار برابر وزن گیاه ترکیب و بهمدت ۷۲ ساعت توسط دستگاه شیکر FR 602، فاطر الکترونیک در دمای محیط هم زده شد. محلول به‌دست‌آمده با کاغذ صافی و اتمن شماره ۴۲ صاف شده و توسط دستگاه نقطیر در خالا چرخان (Laorota 4000 efficient, Heidolph) در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد عمل

### ۱- مقدمه

تخم‌مرغ یک ماده غذایی بسیار مغذی و کامل برای انسان محسوب می‌شود و تقاضای مصرف‌کنندگان برای تخم‌مرغ تازه و بهداشتی به‌طور مداوم در حال افزایش است. بدليل استعداد فسادپذیری زیاد آنها طی دوره نگهداری، تخم‌مرغ‌ها دچار تغییرات زیادی در خصوصیات شیمیایی و عملکردی خود شده که منجر به خسارات اقتصادی قابل توجهی به این صنعت می‌شود [۱].

در حالی‌که در برخی کشورها با فرآیند شستشو به عرضه تخم‌مرغ‌های بهداشتی اقدام شده است، اما با توجه به اینکه طی این فرآیند کوتیکول، به عنوان مکانسیم دفاع فیزیکی طبیعی آسیب می‌بیند، منجر به کاهش کیفی تخم‌مرغ می‌شود [۲]. در بررسی تأثیر دمای نگهداری و شستشو بر کیفیت فیزیکی و میکروبی تخم‌مرغ، نشان داده شد تغییرات در دمای محیط سریعتر از دمای یخچال رخ داده و تخم‌مرغ‌های شسته شده نسبت به انواع بدون شستشو با سرعت بیشتری فاسد شدند [۳]. با توجه به مشکلات مرتبط با تأمین آسان و ارزان انرژی بر ق جهت تأمین شرایط مطلوب نگهداری، در برخی مناطق تخم‌مرغ در دمای محیط نگهداری می‌شود. لذا بکارگیری روش‌های جایگزین ارزان‌تر و در عین حال مؤثر، مانند پوشش‌دهی پوسته، برای حفظ کیفیت داخلی و جلوگیری از آلدگی میکروبی تخم‌مرغ اجتناب ناپذیر است. بدین‌منظور طی سالیان اخیر پوشش‌های مختلفی مانند کربوکسی متیل سلولز و کتیرا [۴]، کیتوزان [۵] و پکتین [۶] جهت ارزیابی کیفی تخم‌مرغ طی دوره نگهداری مورد استفاده قرار گرفتند.

پلی‌ساکاریدها به‌دلیل خصوصیات تشکیل فیلم مناسب، به‌طور گسترده‌ای جهت تولید فیلم و پوشش‌های خوراکی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. کربوکسی متیل سلولز (E466) از زنجیره‌های خطی واحدهای گلوكوزیدی بتا ۱ او ۴ با جایگزینی متیل و کربوکسیل تشکیل شده است. فیلم‌های تشکیل شده با این ماده دارای مقاومت متوسط است. همچنین به‌دلیل ماهیت آب‌دوستی، نفوذپذیری بالایی نسبت به بخار آب دارد. نشان داده شد که اسید اولئیک می‌تواند به‌طور مؤثری خواص آب‌گریزی فیلم‌های کربوکسی متیل سلولز را بهبود بخشد [۷]. از طرفی تشکیل نانوکامپوزیت‌ها با استفاده از سیلیکات‌های لایه‌ای به خصوص مونت‌موریلوفیت در لفاف‌های بیوپلیمری می‌تواند ضمن بهبود خواص این محصولات، کارایی مواد

انجام شد. بدین ترتیب که تخم مرغ‌ها به مدت ۱ دقیقه در محلول پوششی غوطه‌ور و سپس خشک شدند [۳].

### ۲-۳-۲- آزمون میکروبی

آلودگی میکروبی سطح پوسته تخم مرغ طی دوره نگهداری، با روش توصیفی Mallmann و همکاران (۱۹۵۳) مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌های تخم مرغ هر تیمار در کیسه پلاستیکی مخصوص Nasco Whirl-Pak، Fort Atkinson (آمریکا) حاوی ۲۵ میلی‌لیتر محلول پیتون ۰/۱ درصد فرار گرفته و به مدت ۱ دقیقه با دست تکان داده شدند تا باکتری‌ها از آن آزاد شوند. نمونه‌های محلول پوسته فوق رقیق شده با استفاده از روش کشت آمیختنی از نمونه‌ها بر روی محیط پلیت کانت آگار کشت و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸-۷۲ ساعت گرمخانه گذاری شدند. سپس پلیت‌های مناسب انتخاب، شمارش و نتایج حاصل بر اساس لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی بر میلی‌لیتر گزارش گردید [۳].

### ۲-۴- اندازه‌گیری کاهش وزن تخم مرغ

برای ارزیابی کاهش وزن تخم مرغ‌ها بالافاصله بعد از خشک شدن پوشش سطحی، با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم (AND FA 2104، آمریکا) توزین شدند. وزن نهایی در فواصل زمانی مورد ارزیابی (روزهای ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸، ۳۵) اندازه‌گیری شد. با استفاده از این داده‌ها، کاهش وزن تخم مرغ از تقسیم اختلاف بین وزن اولیه و وزن نهایی به وزن اولیه تخم مرغ محاسبه و به صورت درصد گزارش شد.

### ۲-۵- اندازه‌گیری واحد هاو

برای تعیین واحد هاو (HU)، ارتفاع سفیده با استفاده از کولیس دیجیتال Digital INSIZE (آلمان) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه مقادیر واحد هاو، رابطه لگاریتمی بین ارتفاع سفیده و وزن تخم مرغ در نظر گرفته شد. با استفاده از این اطلاعات، واحد هاو از فرمول  $HU = 100 \log(W^{0.37})$  محاسبه شد که در آن H ارتفاع سفیده (میلی‌متر) و W وزن تخم مرغ (گرم) است [۱۴].

### ۲-۶- اندازه‌گیری pH آلبومین (سفیده)

برای تعیین pH سفیده، حدود ۲ گرم از هر نمونه در ۲۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه همگن شد و با pH متر دیجیتال ATAGO، DPH-2 (ژاپن) اندازه‌گیری شد.

تغییظ تا رسیدن به حدود ۵۰٪ مقدار اولیه عصاره ادامه یافت [۱۲].

محلول پوششی با روش پیشنهادی Ghanbarzadeh و Almasi (۲۰۱۱) با کمی تغییرات تهیه شد. برای تهیه محلول پوششی کامپوزیت، ابتدا ۲۰ گرم پودر کربوکسی‌متیل سلوزل (Sigma-Aldrich chemicals) به همراه ۱۵ میلی‌لیتر اسید اولئیک، تؤین ۸۰ به عنوان امولسیفایر، گلیسرول (۵۰٪ وزنی) کربوکسی‌متیل سلوزل به عنوان نرم‌کننده (Darmstadt, Germany) به همگی محصول شرکت مرک (Darmstadt, Germany) به ۱ لیتر آب اضافه شد. محلول روی گرم‌کننده مجهر به همزن مغناطیسی به منظور انحلال کامل کربوکسی‌متیل سلوزل به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. جداگانه محلول ۳/۵ درصد وزنی-وزنی نانورس از طریق انحلال مقدار مناسب نانو مونت‌موریلولونیت (MMT, K10) محصول شرکت سیگما آلدريچ در آب مقطر تهیه گردید. در مرحله بعد محلول کربوکسی‌متیل سلوزل به آرامی به محلول نانورس اضافه شده و به مدت ۴ ساعت عمل همزدن ادامه یافت. پس از سرد شدن محلول، عصاره مرزنجوش با غلاظت ۲٪ حجمی-حجمی به محلول پوششی کامپوزیتی اضافه شد و به مدت ۲ دقیقه عمل همزدن به کمک دستگاه هموژنایزر (مدل D500، چین) با ۹۰۰ دور در دقیقه صورت گرفت تا عصاره به طور یکنواخت در ماتریس پوشش پخش شوند [۷].

### ۲-۷- تیمارهای آزمایشی

تعداد ۱۲۰ عدد تخم مرغ خوراکی با پوسته سفید و میانگین وزن تقریبی ۶۰ گرم که از طریق نوریینی از عدم شکستگی پوسته آن اطمینان حاصل شده بود، از یک مزرعه پرورش مرغ تخم‌گذار (سویه تجاری های لاین W-36 و در هفته ۴۰ تولید) واقع در اطراف شهرستان ساری انتخاب، خردباری و با رعایت اصول بهداشتی به آزمایشگاه منتقل شد. تخم مرغ‌ها در ۴ گروه شامل تخم مرغ‌های بدون شستشو (با و بدون پوشش) و شسته شده با آب معمولی (با و بدون پوشش) تیمار شده و به مدت ۴ هفته در شرایط محیط  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی ۷۵٪ نگهداری شدند. نمونه‌گیری در فواصل زمانی ثابت و به طور هفتگی جهت انجام آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی انجام شد. جهت شستشو، تخم مرغ‌ها به مدت ۲ دقیقه با آب معمولی شسته شده و به مدت ۱ دقیقه روی سینی‌های مشبك استریل خشک شدند. پوشش دهی به روش غوطه‌وری

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- شمارش کلی میکروبی (TVC)

نتایج تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میانگین شمارش کلی میکروبی (TVC) پوسته تخمرغ طی دوره نگهداری در دمای محیط که در نمودار ۱ آمده نشان داد که شمارش کلی میکروبی در تخمرغهای شاهد با یک روند افزایشی تا هفته سوم به  $7/25 \pm 0/00 \log cfu/ml$  پایانی مواجه شد. روند تغییرات میانگین شمارش میکروبی در تخمرغهای شسته شده بدون پوشش پس از یک روند نزولی معنی دار در هفته اول، مشابه روند گروه شاهد بود و به  $\log 5/50 \pm 0/10 cfu/ml$  رسید و به طور معنی داری بالاتر از گروههای دارای پوشش بود ( $P < 0.05$ ). تخمرغهای شسته شده پوشش دار در طی و در پایان دوره نگهداری به طور معنی داری حاوی بار کلی میکروبی کمتری نسبت سایر گروههای آزمایشی بودند ( $P < 0.05$ ). میانگین شمارش کلی میکروبی از  $\log 2/8 \pm 0/00 cfu/ml$  در آغاز دوره به  $2/75 \pm 0/05$  در پایان دوره نگهداری رسید.

پایین بودن مقدار TVC اولیه در پوسته تخمرغ مؤید کیفیت بهداشتی مطلوب آن بود. آلدگی میکروبی از طریق محیط و نیز دست کاری، شرایط نگهداری و شستشوی تخمرغها اجتناب ناپذیر است. نتایج نشان داد که استفاده از پوشش مرکب حاوی نانو مونتموریلوئیت و عصاره مرزنجوش مورد استفاده به طور معنی داری موجب کاهش شمارش کلی میکروبی پوسته تخمرغ طی دوره نگهداری شد. خواص ضد میکروبی با اضافه شدن مواد دارای خاصیت ضد میکروبی به پوشش های زیست پلیمری به دست می آید. مواد ضد میکروبی معدنی مزایای زیادی نسبت به مواد آلی مصرفی تجاری دارند. مونت-موریلوئیت، پس از پراکنش در آب به باکتری هایی با بار منفی حمله کرده و آنها را جذب و خواص ضد میکروبی مواد را تقویت می کند. نشان داده شد که نمونه های فیلم کربوکسی متیل سلولوز دارای انواع نانوذرات خاکرس دارای اثر ضد میکروبی علیه باکتری های استافیلوکوکوس اورئوس و اشتریشیا کلی بود [۱۷]. از سوی دیگر تیمول و کارواکرول موجود در مرزنجوش، نقش مهمی در خاصیت ضد باکتریایی این گیاه دارند. افزوده شدن عصاره مرزنجوش به ترکیب پوشش مرکب، به دلیل اثر همکوشی افزودنی ها، منجر به مقاومت بیشتر تخمرغها در برابر فساد میکروبی و اکسیداتیو شد. یکی از

### ۲-۷- اندازه گیری شاخص زرده

شاخص زرده (YI) بر اساس رابطه بین ارتفاع زرده و قطر زرده است. پس از جدا شدن زرده از سفیده، با استفاده از میکرومتر دیجیتال (Guanglu، چین)، ارتفاع و قطر زرده اندازه گیری شد. شاخص زرده با استفاده از فرمول  $YI = h/d$  که در آن  $h$  ارتفاع زرده (میلی متر) و  $d$  قطر زرده (میلی متر) است، اندازه گیری شد [۱۵].

### ۲-۸- اندازه گیری شاخص اسید تیوباربیتوریک

#### زرده

شاخص اسید تیوباربیتوریک (TBA) زرده تخمرغ بر اساس روش Draper و Hadeley (۱۹۹۰) اندازه گیری شد. به طور خلاصه ۵ گرم زرده تخمرغ و ۵۰ میکرو لیتر BHT به ۱۵ میلی لیتر آب مقطر دیونیزه اضافه شد با سرعت بالا هموژن گردید. ۱ میلی لیتر از ماده هموژن به لوله آزمایش متقل و ۲ میلی لیتر محلول TBA- تری کلرواستیک اسید اضافه شد و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد حرارت دید. سپس نمونه های سرد شده در ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ شده، جذب سوپرناتانت با اسپکترو فوتومتر (Beckman, CA Fullerton, CA) در ۵۳۲ نانومتر قرائت شد و اکسیداسیون لبیید به صورت میلی گرم مالون دی آلدید در کیلو گرم نمونه گزارش گردید [۱۶].

### ۲-۹- اندازه گیری رنگ زرده

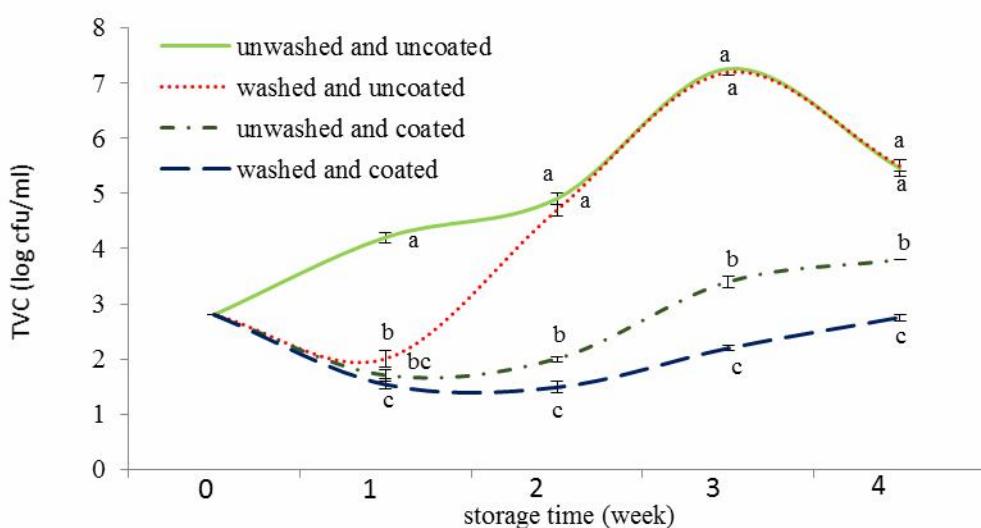
در روز پایانی دوره نگهداری، رنگ زرده تخمرغ مطابق با شرایط استاندارد سیستم CIE LAB با استفاده از هانترلب (color flex, USA) با منبع نور D 65 زاویه دید استاندارد ۱۰ درجه و قطر دیافراگم ۲/۵۴ سانتی متر اندازه گیری شد. در این اندازه گیری، سه شاخص  $a^*$ ,  $b^*$  و  $L^*$  که به ترتیب نمایانگر شاخص قرمزی، زردی و روشنایی هستند، ثبت شدند.

### ۲-۱۰- تجزیه و تحلیل آماری

در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و حداقل ۳ تکرار، داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ به روش آنالیز واریانس دو طرفه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شستشو و پوشش دهی تخمرغ به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد مقایسه شدند. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند.

شستشو، ضدغونی و پوشش دهنی، مانع از رشد میکروارگانیسم‌ها در تخمرنگ‌ها شده و در نتیجه ماندگاری این گروه از تخمرنگ‌ها در مقایسه با تخمرنگ‌های صرف‌آشته شده و یا بدون پوشش چندین برابر افزایش یافت [۳]. همچنین نشان داده شد شمارش کلی میکروبی در تخمرنگ‌های حاوی پوشش کربوکسیمتیل سلوزل- کثیرا غنی‌شده با عصاره میخک، طی ۳۰ روز نگهداری بهطور معنی‌داری کمتر از سایر گروه‌ها بود [۴].

سازو کارهای پیشنهادی عمل ضدمیکروبی عصاره‌های گیاهی، تماس مستقیم بین اجزای عصاره و غشاها باکتریایی است که منجر به نفوذپذیری یونی و متعاقباً نشت اجزای حیاتی داخل سلولی می‌شود. اثر ضدمیکروبی پلی‌فنول‌ها ممکن است به تأثیر آنها بر روی آنزیم‌های هیدرولیتیک، فعل و انفعالات با پروتئین‌های انتقال دهنده سلول و فعل و انفعالات غیر اختصاصی با کربوهیدرات‌ها در ارتباط باشد [۱۸]. همسو با نتایج بدست آمده در این تحقیق، نشان داده شد فرآیند توأم

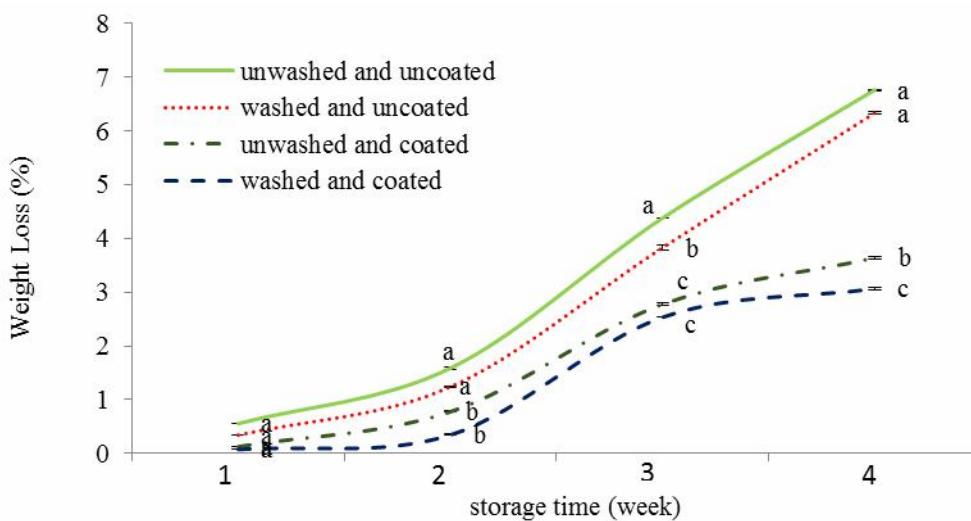


**Fig 1** Effect of washing and active nanocomposite coating on eggshell microbial total viable count (TVC) during storage (log cfu/ml) ( $p<0.05$ )

نگهداری، بیشتری درصد افت وزنی در تخمرنگ‌های فاقد پوشش و کمترین مقدار در تخمرنگ‌های شسته شده پوشش دار طی  $30.7 \pm 0.2$  درصد (دیده شد) ( $P<0.05$ ).

### -۲-۳- درصد افت وزنی

همچنانکه در نمودار ۲ دیده شد، درصد افت وزنی تخمرنگ با افزایش زمان نگهداری، روند افزایشی داشت. در پایان دوره



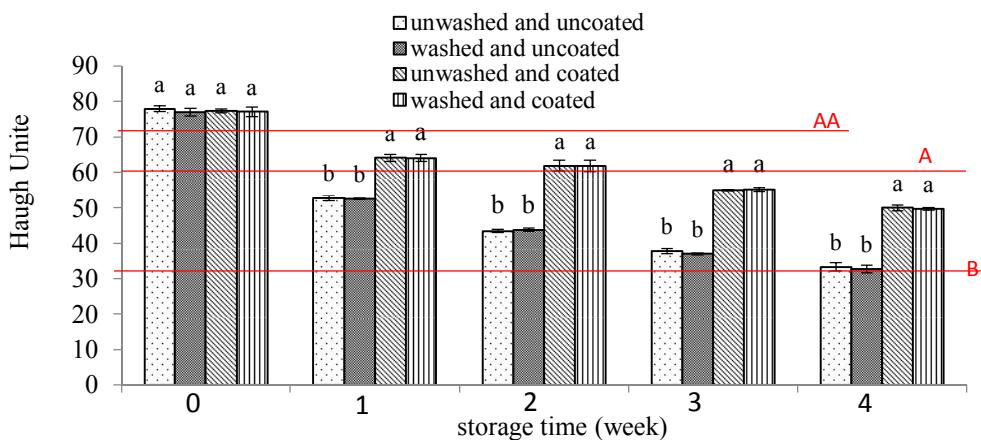
**Fig 2** Effect of washing and active nanocomposite coating on egg weight loss (%) during storage ( $p<0.05$ )

( $49/71\pm 0/15$ ) دیده شد. بکارگیری پوشش مرکب فعال، روند کاهش واحد هاو را مهار کرده و پایداری انبارمانی تخم مرغ در دمای محیط را بهبود بخشید. کاهش واحد هاو به دلیل کاهش ضخامت سفیده بود. فرضیه های مختلفی از جمله تجزیه کمپلکس لیزو زیم اووموسین، کاهش محتوای pH کربوکسیدرات اووموسین در هنگام نگهداری و افزایش ناشی از خروج رطوبت و دی اکسید کربن در مورد این پدیده ارائه شده است [۲۰]. گزارش شد که بر اساس اندیس هاو، ماندگاری تخم مرغ های پوشش دار در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳ هفته افزایش یافت [۲۱]. بر اساس استاندارد درجه بندی USDA، همان طوری که در نمودار ۳ آمده، تخم مرغ بر اساس اندیس هاو در گروه های AA, A, AA و C درجه بندی می شوند [۲۲]. تا پایان هفته دوم نگهداری، تخم های پوشش دار همچنان در درجه کیفی AA قرار داشتند در حالی که تخم مرغ های فاقد پوشش پس از پایان هفته اول نگهداری در درجه کیفی B قرار گرفته و تا پایان دوره در همین درجه قرار داشتند. از سوی دیگر تخم مرغ های پوشش دار در پایان هفته سوم در درجه کیفی B قرار گرفتند که مشابه این اندیس در هفته اول تخم مرغ های فاقد پوشش بود. این امر بیانگر تأثیر مثبت پوشش دهی در به تأخیر انداختن حداقل ۲ هفته ای کاهش کیفی سفیده است که با تحقیقات مشابه مطابقت دارد [۲۳]. همچنین در تطابق با تحقیقات صورت گرفته با استفاده از پوشش بر پایه کربوکسی متیل سلولز، نمونه های پوشش دار در این آزمایش نسبت به نمونه های فاقد پوشش شاخص هاو بالاتری داشتند [۲۴].

افت وزنی، واحد هاو، اندیس زرده و pH سفیده از جمله مهم ترین شاخص های ارزیابی کیفیت و تازگی تخم مرغ محسوب می شوند. در پایان دوره نگهداری، کمترین درصد افت وزنی و بیشترین مقادیر شاخص های واحد هاو و اندیس زرده در تخم مرغ های پوشش دار دیده شد. تفاوت در میانگین درصد افت وزنی در تخم مرغ های فاقد پوشش از نظر آماری معنی دار نبود. گرچه تخم مرغ های شسته شده اندکی سنگین تر بودند ( $6/76$  در برابر  $6/34$  درصد). در تحقیقات Oliveira و همکاران (۲۰۲۰)، Jones و همکاران (۲۰۱۸) و Roudashtian (پایان هفته پنجم)، ( $4/67$  (پایان هفته چهارم) و  $8/99$  (پایان ۳۰ روزگی) درصدی در تخم مرغ های بدون پوشش در دمای محیط گزارش شد [ $4/6$  و  $19$ ]. تفاوت های موجود ممکن است ناشی از شرایط نگهداری، درجه حرارت محیط، وزن تخم مرغ ها و تخلخل پوسته باشد [۲۰]. افت وزنی کمتر در تخم مرغ های پوشش دار ممکن است با این واقعیت که پوشش دهی با مسدود کردن منافذ پوسته از خروج رطوبت و گازها جلوگیری می کند، در ارتباط باشد [۳].

### ۳-۳ واحد هاو (HU)

با افزایش زمان نگهداری، واحد (اندیس) هاو در تمامی گروه ها کاهش یافت (نمودار ۳). در طی و پایان دوره نگهداری، واحد هاو در تخم مرغ های فاقد پوشش به طور معنی داری کمتر از انواع پوشش دار بود ( $P<0.05$ ). در پایان دوره نگهداری، کمترین واحد هاو در تخم مرغ های گروه شاهد ( $33/35\pm 0/21$ ) و بیشترین مقدار آن در تخم مرغ های بدون شستشو پوشش دار

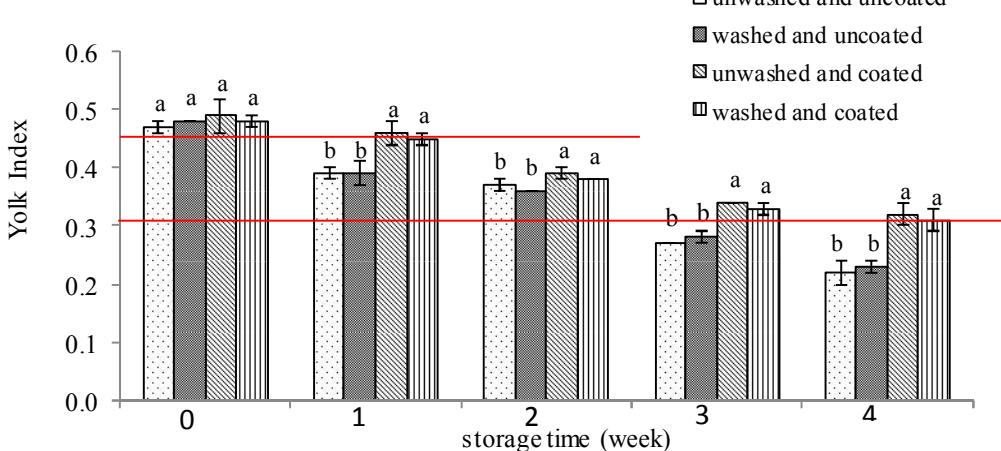


**Fig 3** Effect of washing and active nanocomposite coating on egg haugh unite during storage ( $p<0.05$ )

تخممرغ‌های پوشش‌دار در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ هفته افزایش یافت [۲۱]. بر اساس استاندارد درجه‌بندی USDA، همان‌طوری که در نمودار ۳ آمده، تخممرغ بر اساس اندیس‌ها در گروه‌های AA، A، B و C درجه‌بندی می‌شوند [۲۲]. تا پایان هفته دوم نگهداری، تخم‌های پوشش‌دار همچنان در درجه کیفی AA قرار داشتند در حالی که تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش پس از پایان هفته اول نگهداری در درجه کیفی B قرار گرفته و تا پایان دوره در همین درجه قرار داشتند. از سوی دیگر تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار در پایان هفته سوم در درجه کیفی B قرار گرفتند که مشابه این اندیس در هفته اول تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش بود. این امر بیان‌گر تأثیر مثبت پوشش‌دهی در به تأخیر انداختن حداقل ۲ هفته‌ای کاهش کیفی سفیده است که با تحقیق مشابه مطابقت دارد [۲۳]. همچنین در تطابق با تحقیقات صورت گرفته با استفاده از پوشش بر پایه کربوکسی‌متیل سلولز، نمونه‌های پوشش‌دار در این آزمایش نسبت به نمونه‌های فاقد پوشش شاخص‌ها و بالاتری داشتند [۲۴].

### ۳-۴-۴- اندیس زرد (YI)

در نمودار ۴ تغییرات میانگین اندیس زرد تخم‌مرغ طی دوره نگهداری در دمای محیط آمده است. این شاخص در تمامی گروه‌ها با افزایش زمان نگهداری، کاهش یافت. در پایان دوره نگهداری، اندیس زرد در تخم‌مرغ‌های بدون پوشش به طور معنی‌داری کمتر از تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار بود ( $P<0.05$ ). شستشو به تنها بیانگر تأثیر معنی‌داری بر این شاخص نداشت. کمترین مقدار این شاخص در پایان دوره نگهداری در زرد تخم‌مرغ‌های شاهد ( $0.22\pm0.01$ ) و بیشترین مقدار در تخم‌مرغ‌های بدون شستشو و پوشش‌دار دیده شد ( $0.32\pm0.00$ ). بکارگیری پوشش مرکب فعال، روند کاهش واحد هاو را مهار کرده و پایداری اینارمانی تخم‌مرغ در دمای محیط را بهبود بخشید. کاهش واحد هاو به دلیل کاهش ضخامت سفیده بود. فرضیه‌های مختلفی از جمله تجزیه کمپلکس لیزوژیم اووموسین، کاهش محتوای کربوهیدرات اووموسین در هنگام نگهداری و افزایش pH ناشی از خروج رطوبت و دی‌اکسید کربن در مورد این پدیده ارائه شده است [۲۰]. گزارش شد که بر اساس اندیس‌ها، ماندگاری



**Fig 4** Effect of washing and active nanocomposite coating on egg yolk index during storage ( $p<0.05$ )

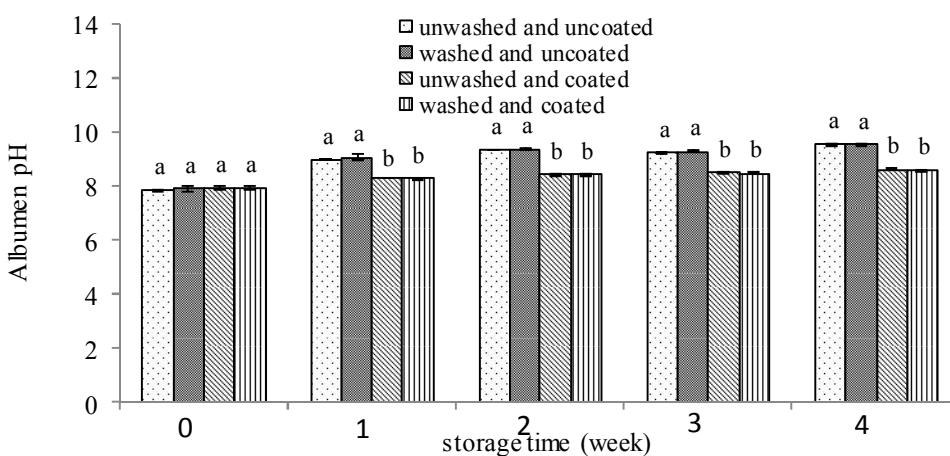
بين آلبومین و زرد به گرانزوی آلبومین مرتبط است که با شکستن کمپلکس لیزوژیم اووموسین کاهش یافت. بنابراین، هنگامی که پوشش مرکب مورد استفاده، از دستدادن دی‌اکسیدکربن و بخار آب را کاهش می‌دهد و تغییرات ساختاری آلبومین را کند می‌کند، افزایش فشار اسمزی بین آلبومین و زرد کند شده و در نتیجه کیفیت زرد بهبود می‌یابد

با توجه به اینکه اندیس زرد ۰/۴۵ بیان‌گر کیفیت مناسب تخم‌مرغ است [۲۵]. تخم‌مرغ‌ها در شروع آزمایش در وضعیت کیفی مناسبی قرار داشتند. کاهش شاخص زرد طی دوره نگهداری به دلیل آبکشیدن و مسطح شدن زرد است که به نفوذ مداد آب از آلبومین به زرد از طریق غشای ویتلینی ناشی از فشار اسمزی نسبت داده می‌شود [۲۶]. فشار اسمزی

### ۵-۳ pH آلبومین (سفیده)

در تمامی گروههای مورد بررسی، pH آلبومین، طی دوره نگهداری روند افزایشی نشان داد (نمودار ۴). در بازههای زمانی مورد بررسی، pH آلبومین، در سفیده تخمرغهای بدون پوشش، بیشتر از تخمرغهای پوششدار بود ( $P<0.05$ ). در پایان دوره نگهداری، کمترین pH آلبومین، در تخمرغهای شسته و پوششدار ( $8/59\pm0/02$ ) و بیشترین مقدار در تخمرغهای شاهد ( $9/56\pm0/01$ ) دیده شد ( $P<0.05$ ).

[۲۵]. ان迪س زرده در تخممرغهای پوششدار تا پایان دوره نگهداری در محدوده استاندارد ( $4/45-0/30$ ) نمایش داده شده در نمودار ۴ قرار داشت در حالی که در تخممرغها فاقد پوشش در پایان هفته دوم نگهداری، این ان迪س خارج از این محدوده قرار گرفت. این نتیجه بیانگر اهمیت پوشش جهت حفظ کیفیت تخممرغ است. همسو با نتایج تحقیقات مشابه، در این آزمایش نیز تفاوت ان迪س زرده در تخممرغهای با و بدون شستشو از نظر آماری معنی دار نبود [۱۹]. در عین حال تخممرغهای پوششدار در مقایسه با انواع فاقد پوشش، به طور معنی داری دارای ان迪س زرده بالاتری بودند [۶].



**Fig 5** Effect of washing and active nanocomposite coating on albumen pH during storage ( $p<0.05$ )

افزایشی داشت و سرعت این روند در تیمارهای دارای پوشش کمتر بود ( $P<0.05$ ). همچنین در تمامی بازههای زمانی مورد بررسی مقدار عددی این شاخص در تخمرغهای پوشش دار کمتر از انواع بدون پوشش بود. در پایان دوره نگهداری، در بین تخمرغهای فاقد پوشش، شستشو موجب افزایش این شاخص شد ( $P<0.05$ ). ضمن اینکه اختلاف آماری معنی داری در میانگین این شاخص در بین تخمرغهای پوشش دار دیده نشد.

از ارزیابی فعالیت TBARS طی دوره نگهداری می توان به عنوان شاخصی جهت تعیین محصولات ثانویه اکسیداسیون لیپید زرده تخمرغ استفاده کرد. نتایج نشان داد که مقادیر TBARS در همه گروهها با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. در عین حال، این افزایش وابسته به تیمارها بود. علاوه بر فراسنجهای کیفیت داخلی تخمرغ که پیشتر به آنها اشاره شد، پوشش مرکب فعل مورد استفاده توانست روند اکسیداسیون چربیها در زرده را به حداقل برساند. مطالعات

خروج تدریجی دی اکسید کربن از طریق منفذ پوسته طی دوره نگهداری، منجر به افزایش pH سفیده می شود. در تخممرغهای فاقد پوشش با افزایش زمان نگهداری، pH سفیده افزایش بیشتری یافت ( $7/85-9/56$ ) و در این میان تفاوت آماری معنی داری بین نمونه های با و بدون شستشو دیده نشد. پوشش دهنده تخمرغها موجب پایداری نسبی pH سفیده شد ( $7/94-8/59$ ) که می تواند ناشی از بهبود خواص ممانعی پوسته و خروج تدریجی تر دی اکسید کربن باشد [۲۵]. نتایج تحقیق حاضر با سایر تحقیقات مشابه در رابطه با تأثیر مثبت استفاده از انواع پوشش ها در پایداری نسبی pH سفیده هم خوانی داشت [۲۰ و ۲۳].

### ۶-۳ شاخص اسید تیوبارتیوریک زرده (TBA)

میانگین تغییرات شاخص اسید تیوبارتیوریک که در جدول ۱ آمده نشان داد با گذشت زمان نگهداری، این شاخص روند

کاربونیا تأثیری در به حداقل رساندن فرآیندهای اکسیداتیو زرده تخم مرغ نداشت [۲۸]. لذا می‌توان کاهش TBARS در زرده تخم مرغ‌های حاوی پوشش در این آزمایش را علاوه بر خواص ممانعت‌کنندگی کربوکسی‌متیل سلولز که با استفاده از نانورس تعویت شده بود، به خواص ضد اکسیداسیونی عصاره مرزن‌جوش بکار رفته در ترکیب پوشش مرکب فعل در مرزن‌جوش به واسطه دارابودن مقادیر مناسبی از فتل تام و فلاونوئیدها دارای فعالیت ضد اکسیدانی قوی می‌باشد [۲۹].

نشان داد که کنترل تبادلات گازها با محیط منجر به کمبود اکسیژن موجود جهت تنفس و در نتیجه مهار فرآیندهای متابولیک و در نهایت تأخیر در اکسیداسیون چربی می‌شود [۲۷]. با توجه به درصد افت وزنی کمتر در تخم مرغ‌های پوشش‌دار که نشان داد استفاده از پوشش مرکب فعل در انسداد منافذ پوسته و کنترل تبادلات گازی بین محیط داخلی و خارجی مؤثر است، مشاهده کاهش اکسیداسیون چربی در زرده تخم مرغ‌های پوشش‌دار، فرضیه تأثیر پوشش بر پایداری چربی را تأیید کرد. از سویی گزارش شد؛ استفاده از پوشش موم

**Table 1** Effect of washing and active nanocomposite coating on thiobarbituric acid (TBAR<sub>s</sub>) (mg MDA/Kg) of egg yolk lipids during ambient storage (Mean±SD)

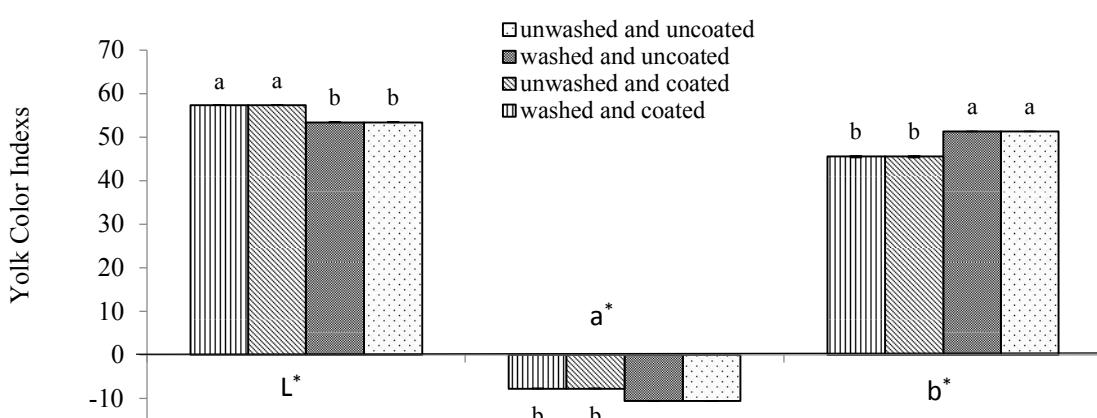
treatments	ambient storage time (days)				
	0	7	14	21	28
Unwashed and uncoated	0.055±0.00 <sup>aD</sup>	0.081±0.03 <sup>aC</sup>	0.123±0.05 <sup>aB</sup>	0.166±0.06 <sup>aB</sup>	0.273±0.05 <sup>bA</sup>
Washed and uncoated	0.055±0.00 <sup>aD</sup>	0.086±0.02 <sup>aC</sup>	0.128±0.05 <sup>aB</sup>	0.175±0.05 <sup>aB</sup>	0.285±0.09 <sup>aA</sup>
Unwashed and coated	0.055±0.00 <sup>aB</sup>	0.065±0.00 <sup>bB</sup>	0.096±0.05 <sup>bA</sup>	0.107±0.05 <sup>bA</sup>	0.125±0.03 <sup>cA</sup>
Washed and coated	0.055±0.00 <sup>aB</sup>	0.068±0.00 <sup>bB</sup>	0.092±0.00 <sup>bA</sup>	0.112±0.05 <sup>bA</sup>	0.129±0.05 <sup>cA</sup>

Capital letters in the same line and small letters in the same column indicate significant differences ( $p<0.05$ ) of treatments.

تخم مرغ‌های پوشش‌دار تمایل بیشتری بسمت قرمزی داشتند. شاخص رنگ زردی در تخم مرغ‌های پوشش‌دار به طور معنی داری بیشتر از انواع فاقد پوشش بود ( $P<0.05$ ). شستشو در تخم مرغ‌های با و بدون پوشش، تأثیر معنی داری بر شاخص‌های مورد بررسی نداشت.

### ۷-۳- شاخص رنگ زرده

شاخص‌های رنگی زرده تخم مرغ شامل روشنابی ( $L^*$ )، قرمزی (a\*) و زردی (b\*) در روز پایانی دوره نگهداری در نمودار ۶ آمده است. داده‌ها نشان داد رنگ زرده در تخم مرغ‌های فاقد پوشش نسبت به انواع پوشش‌دار، روشن‌تر بود ( $P<0.05$ ).



**Fig 6** Effect of washing and active nanocomposite coating on yolk color indexs ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) at d 28 ( $p<0.05$ )

شستشو و پوشش‌دار و کمترین مقدار در تخم مرغ‌های شاهد دیده شد (۵۷/۲۴) در برابر (۵۳/۳۴). نتیجه تحقیقی نشان داد بکارگیری پوشش خوارکی با کنترل از دست دادن رطوبت توانست رنگ تخم مرغ را نسبت به انواع فاقد پوشش، بهتر

از نظر مصرف‌کنندگان زردی رنگ زرده یکی از ویژگی‌های مهم ارزیابی کیفی تخم مرغ محسوب می‌شود. بالاتر بودن مقدار شاخص  $b^*$  بیانگر زردی بیشتری است. نتایج این آزمایش نشان داد بیشترین مقدار شدت رنگ زرد در تخم مرغ‌های بدون

- [3] Park, Y.S., Yoo, I.J., Jeon, K.H., Kim, H.K., Chang, E.J. and Oh, H.I. 2003. Effects of various eggshell treatments on the egg quality during storage. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 16(8): 1224-1229.
- [4] Roudashtian, R., Shabani, Sh. and Asadi, G.H. 2021. Effect of active coating with carboxymethyl cellulose and tragacanth containing cloves extract on some quality and shelf life of eggs during storage. *Food Technology and Nutrition*, 18(2): 121-132.
- [5] Köseman, A., Akdemir, F. and Seker, I. 2020. Effects of chitosan coating and different storage periods of broiler breeder eggs on growth performance and carcass characteristics. *Brazilian Journal of Animal Science*, 49:e20190282. doi.org/10.37496/rbz4920190282.
- [6] Oliveira, G.S., dos Santos, V.M., Rodrigues, J.C. and Santana, A.P. 2020. Conservation of the internal quality of eggs using a biodegradable coating. *Poultry Science*, 99:7207-7213.
- [7] Ghanbarzadeh, B. and Almasi, H., 2011. Physical properties of edible emulsified based on carboxymethyl cellulose and oleic acid. *International Journal of Biological Macromolecules*, 48: 44-49.
- [8] Dehghan, H. and Roomiani, L. 2020 .Antimicrobial activity of nanoclay films enriched with citrus aurantium essential oil against indicator food borne pathogens in fishery products. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 14(4):103-111.
- [9] Mardani Kiasari, M. and Khademi Shurmasti, D. 2020. Effect of lemon grass (*Cymbopogon citratus*) extract and nanoclay in nanocomposite coating on the physicochemical and microbial properties of chicken fillets during refrigerated storage. *Journal of Food Science and Technology*, 106(17): 13-21.
- [10] Morshedloo, M.R., Ahmadi, H., Pirali Hamedani, M. and Yazdani, D. 2018. An over review to *Origanum vulgare* L. and its pharmacological properties. *Journal of Medicinal Plants*, 17(4): 15-32.
- [11] Busatta, C., Mossi, A.J., Rodrigues, M.R., Cansian, R.L. and Oliveira, J.V. 2007. Evaluation of *Origanum vulgare* essential oil as antimicrobial agent in sausage. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38: 610-616.

حفظ کند [۳۰]. کاروتونوئیدها و ریوفلاوین بهدلیل از دست دادن مدام رطوبت در زرده تخمر مرغ، با اسیدهای چرب آزاد حل شده و به تدریج غلیظ می‌شوند [۳۱]. همچنین کاروتونوئیدها ترکیباتی هستند که در معرض اکسیداسیون قرار می‌گیرند. میزان اکسیداسیون کمتر در تخمرهای پوشش دار می‌تواند توضیح احتمالی تفاوت معنی دار بین مقادیر <sup>\*</sup>b در بین تیمارها باشد. کمترین مقدار شدت نور قرمز (۱۰/۵۹) در تخمرهای شسته و بدون پوشش و بیشترین مقدار در تخمرهای شسته و پوشش دار (۷/۷۲) دیده شد. شاخص <sup>\*</sup>L به طور معنی داری در تخمرهای بدون پوشش بیشتر بود. نتایج حاصله با تحقیق مشابهی در مورد تخمرهای دارای پوشش ژلاتینی مطابقت داشت [۳۲].

#### ۴- نتیجه گیری

بکارگیری پوشش کربوکسی متیل سلولز- نانورس- عصاره مرزنجوش موجب بهبود شاخصهای ارزیابی کیفیت داخلی تخمر مرغ شامل واحد هاو، اندیس زرده و pH سفیده شد. همچنین محتوای فنل تام و فلاونوئیدهای عصاره مرزنجوش با دارا بودن خواص ضد اکسیداسیونی و ضد میکروبی و نانو مونت موریلوبنیت به عنوان یک ماده معدنی ضد میکروبی و تقویت کننده ساختار ممانعی پلیمر در ترکیب پوشش مرکب فعال مورد استفاده با انسداد منفذ پوسته و جلوگیری از تبادل گاز، رطوبت و میکرووارگانیسم‌ها، ضمن کاهش درصد افت وزنی، فرآیندهای اکسیداتیو زرده و به دنبال آن اکسیداسیون کاروتونوئیدهای زرده و شمارش کلی میکروبی پوسته را به حداقل رساند. در عین حال شستشو به تنهایی قادر کارایی لازم و تأثیر مثبت در فراسنجه‌های مورد ارزیابی بود.

#### ۵- منابع

- [1] Wang, X., Wu, S., Zhang, H., Yue, H., Qi, G. and Li, J. 2015. Effect of dietary protein sources and storage temperatures on egg internal quality of stored shell eggs. *Animal Nutrition*, 1(4), 299-304.
- [2] Okiki, P. and Ahmed, O. 2017. Preservation of quality of table eggs using vegetable oil and shea butter. *International Letters of Natural Sciences*, 63: 27-33.

- acid and antimicrobial compounds to improve the quality and increase egg shelf life. *Iranian Food Science and Technology*, 8(2): 235-244.
- [24] Nasehi, B., Barzegar, H., Nori, M. and Jeldani, Sh. 2017. Evaluation of the effect of carboxymethyl cellulose coating containing nanoclay and peppermint essential oil on egg storage properties. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, 48(2): 229-239.
- [25] Xu, D., Wang, J., Ren, D. and Wu, X. 2018. Effects of chitosan coating structure and changes during storage on their egg preservation performance. *Coating*. 8, 317; doi:10.3390/coatings8090317.
- [26] Caner, C. and Yuceer, M. 2015. Efficacy of various protein-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage. *Poultry Science*, 94: 1665-1677.
- [27] Bonilla, J., Atares, L., Vargas, M., and Chiralt, A. 2012. Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: possibilities and limitations. *Journal of Food Engineering*, 110(2): 208-213. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.05.034.
- [28] Eyng, C., Nunes, K.C., Matumoto-Pintro, P.T., Vital, A.C.P., Garcia, R.G., Sanches, L.M., Junior, N.R. and Tenorio, K.R. 2021. Carnauba wax coating preserves the internal quality of commercial eggs during storage. *Semina: Ciênc. Agrár. Londrina*, 42(3): 1229-1244.
- [29] Mirzaee, A., Jaberi Hafashani, H. and Madani, A. 2011. Antioxidant activities, total phenols and total flavonoids assay of *Origanum vulgare*, *Teucrium polium* and *Thymus daensis*. *Hormozgan Medical Journal*,
- [30] Caner, C. 2005. Whey protein isolate coating and concentration effects on egg shelf life. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(13):2143-2148.
- [31] Sugino, H., Ishikawa, M., Nitoda, T., Koketsu, M., Juneja, L.R., Kim, M. and Yamamoto, T. 1997. Antioxidative activity of egg yolk phospholipids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(3):551-554.
- [32] Dloveora, C.H., Bdoagd, M.M. and Guaragno, A. 2019. Effects of heat treatments and edible shell coatings on egg quality after storage at room temperature. *Food Science and Technology*, 40(Suppl. 1): 344-348.
- [12] Mozdastan, S., Ebrahimzadeh, M.A. and Khalili, M., 2015. Comparing the impact of different extraction methods on antioxidant activities of myrtle (*Myrtus communis* L.). *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 25(127): 10-24.
- [13] Mallmann, W.L., Dawsan, L.E., Sultzner, B.M. and Wright, H.L. 1953. Studies on microbiological methods for predicting self-life of dressed poultry. *Food Technology*, 7:122-125.
- [14] Haugh, R.R. 1937. A new method for determining the quality of an egg. *US Egg Poultry*, 39: 27-49.
- [15] Funk, E.M. 1973. Egg science and technology. In: *Egg Science and Technology*. W.J. Stadelman and O.J. Cotterill, eds. AVI Publishing Company, Inc., Westport, CT.
- [16] Draper, H.H. and Hadeley, M. 1990. Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. *Methods Enzym*, 186: 421-431.
- [17] Zahed Karkaj, S. and Peighambardoust, S.J. 2018. Physical, mechanical and antibacterial properties of nanobiocomposite films based on carboxymethyl cellulose/nanoclay. *Iran. J. Polym. Sci. Technol.*, 30(6): 557-572.
- [18] Burt, S. 2004. Essential oil: their antibacterial properties and potential applications in foods e a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94: 223-253.
- [19] Jones, D.R., Ward, G.E., Regmi, P. and Karcher, D.M. 2018. Impact of egg handling and conditions during extended storage on egg quality. *Poultry Science*, 97:716–723.
- [20] Jo, C., Ahn, D.U., Liu, X.D., Kim, K.H. and Nam, K.C. 2011. Effects of chitosan coating and storage with dry ice on the freshness and quality of eggs. *Poultry Science*, 90: 467-472.
- [21] Kim, K., Daeschel, M. and Zhao, Y. 2008. Edible coatings for enhancing microbial safety and extending shelf life of hard-boiled eggs. *Journal of Food Science*, 73(5): 227-235.
- [22] USDA. 2000. United States standards, grades, and weight classes for shell eggs. AMS 56.210. 15(4): 285-294.
- [23] Mohammadi, Sh., Ghanbarzadeh, B., Soti, M., Ghiasifar, Sh. And Jalali, S.H. 2012. Application of carboxymethyl cellulose-based edible active coatings containing oleic



## Effect of washing and active nanocomposite coating of carboxymethyl cellulose-nanoclay containing marjoram extract (*Origanum vulgare L*) on egg quality during storage at ambient temperature

**Ehsan, M.<sup>1</sup>, Khademi Shurmasti, D.<sup>2\*</sup>**

1. Master, Department of Agriculture, Savadkoo Branch, Islamic Azad University, Savadkoo, Iran.  
2. Assistant Prof., Department of Agriculture, Savadkoo Branch, Islamic Azad University, Savadkoo, Iran.

**ARTICLE INFO****ABSTRACT****Article History:**

Received 2021/04/24  
Accepted 2021/07/13

**Keywords:**

Active nanocomposite coating,  
Egg,  
Washing, Internal quality,  
Shelf life.

**DOI:** [10.52547/fsct.18.09.09](https://doi.org/10.52547/fsct.18.09.09)

\*Corresponding Author E-Mail:  
[dkhademi@gmail.com](mailto:dkhademi@gmail.com)

The methods used to maintain the quality of eggs during the storage period are mainly based on inactivating microorganisms and preventing mass exchanges. In order to investigate the effect of water washing and shell coating using active nanocomposite coating based on 2% carboxymethyl cellulose containing 3.5% nanoclay and 2% marjoram extract on internal quality and egg shell, an experiment with 4 treatments including control (unwashed and uncoated), washed and uncoated, unwashed and coated, washed and coated and 3 replicates during a 4-week storage period at ambient temperature (25±2°C) with weekly evaluation the studied parameters were performed. At the end of the storage period, the highest values of HU (49.71±0.15), YI (0.32±0.00) and the lowest values of WL percentage (3.07±0.02), albumen pH (8.59±0.02), TBARS (0.125±0.03 mg MDA/Kg) and TVC (2.75±0.05 log cfu/ml) were observed in coated eggs ( $P<0.05$ ). In the evaluation of yolk color indices, coated eggs had significantly ( $P<0.05$ ) higher values of  $b^*$  (57.24),  $a^*$  (-7.72) and lower value of  $L^*$  (45/51). Regardless of the coating, egg washing had no significant effect on the evaluated parameters. Therefore, the use of active nanocomposite coating of carboxymethyl cellulose - nano montmorillonite - marjoram extract with barrier, antioxidant and antimicrobial properties is recommended to increase the shelf life of eggs at ambient temperature for 4 weeks.