



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

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 :	روش های مورد استفاده جهت حفظ کیفیت تخم مرغ طی دوره نگهداری عمدتاً مبتنی بر غیر فعال کردن میکروارگانیسم ها و جلوگیری از تبدلات جرمی است. به منظور بررسی تأثیر بکارگیری شستشو با آب و پوشش دهی پوسته با استفاده از پوشش نانومرکب فعال بر پایه کربوکسی متیل 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 پوشش دار، شسته و پوشش دار و ۳ تکرار طی یک دوره نگهداری ۴ هفته ای در دمای محیط (۲۵±۲°C) با ارزیابی هفتگی فراسنجه های مورد مطالعه اجرا شد. در پایان دوره نگهداری، بیشترین مقادیر واحد ها و
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۲	پH (۳/۰۷±۰/۰۲)، اندیس زرده (۰/۳۲±۰/۰۰) و کمترین مقادیر درصد افت وزنی (۰/۱۲۵±۰/۰۳ mg MDA/Kg) در تخم مرغ های سفیده (۸/۵۹±۰/۰۲) و اندیس اسید تیوباربیتوریک (P<0.05). در ارزیابی شاخص های رنگی زرده نیز تخم مرغ های پوشش دار به طور معنی داری (P<0.05) دارای مقادیر بالاتر b* (۵۷/۲۴)، a* (-۷/۷۲) و پایین تر L* (۴۵/۵۱) بودند. صرف نظر از پوشش دهی، شستشوی تخم مرغ تأثیر معنی داری بر فراسنجه های مورد ارزیابی نداشت. بنابراین بکارگیری پوشش نانومرکب فعال کربوکسی متیل سلولز- نانو مونت موریلونیت- عصاره مرزنجوش با دارا بودن خواص ممانعتی، ضد اکسیدانی و ضد میکروبی، جهت افزایش ماندگاری تخم مرغ در دمای محیط به مدت ۴ هفته توصیه می شود.
کلمات کلیدی: پوشش نانومرکب فعال، تخم مرغ، شستشو، کیفیت داخلی، ماندگاری.	
DOI: 10.52547/fsct.18.09.09	
* مسئول مکاتبات: dkhademi@gmail.com	

## ۱- مقدمه

تخم مرغ یک ماده غذایی بسیار مغذی و کامل برای انسان محسوب می شود و تقاضای مصرف کنندگان برای تخم مرغ تازه و بهداشتی به طور مداوم در حال افزایش است. به دلیل استعداد فسادپذیری زیاد آنها طی دوره نگهداری، تخم مرغها دچار تغییرات زیادی در خصوصیات شیمیایی و عملکردی خود شده که منجر به خسارات اقتصادی قابل توجهی به این صنعت می شود [۱].

در حالی که در برخی کشورها با فرآیند شستشو به عرضه تخم مرغهای بهداشتی اقدام شده است، اما با توجه به اینکه طی این فرآیند کوتیکول، به عنوان مکانسیم دفاع فیزیکی طبیعی آسیب می بیند، منجر به کاهش کیفی تخم مرغ می شود [۲]. در بررسی تأثیر دمای نگهداری و شستشو بر کیفیت فیزیکی و میکروبی تخم مرغ، نشان داده شد تغییرات در دمای محیط سریعتر از دمای یخچال رخ داده و تخم مرغهای شسته شده نسبت به انواع بدون شستشو با سرعت بیشتری فاسد شدند [۳]. با توجه به مشکلات مرتبط با تأمین آسان و ارزان انرژی برق جهت تأمین شرایط مطلوب نگهداری، در برخی مناطق تخم مرغ در دمای محیط نگهداری می شود. لذا بکارگیری روش های جایگزین ارزان تر و در عین حال مؤثر، مانند پوشش دهی پوسته، برای حفظ کیفیت داخلی و جلوگیری از آلودگی میکروبی تخم مرغ اجتناب ناپذیر است. بدین منظور طی سالیان اخیر پوشش های مختلفی مانند کربوکسی متیل سلولز و کتیرا [۴]، کیتوزان [۵] و پکتین [۶] جهت ارزیابی کیفی تخم مرغ طی دوره نگهداری مورد استفاده قرار گرفتند.

پلی ساکاریدها به دلیل خصوصیات تشکیل فیلم مناسب، به طور گسترده ای جهت تولید فیلم و پوشش های خوراکی مورد استفاده قرار گرفته اند. کربوکسی متیل سلولز (E466) از زنجیره های خطی واحدهای گلوکوزیدی بتا او ۴ با جایگزینی متیل و کربوکسیل تشکیل شده است. فیلم های تشکیل شده با این ماده دارای مقاومت متوسط است. همچنین به دلیل ماهیت آب دوستی، نفوذپذیری بالایی نسبت به بخار آب دارد. نشان داده شد که اسید اولئیک می تواند به طور مؤثری خواص آب گریزی فیلم های کربوکسی متیل سلولز را بهبود بخشد [۷]. از طرفی تشکیل نانوکامپوزیت ها با استفاده از سیلیکات های لایه ای به خصوص مونت موریلونیت در لفاف های بیوپلیمری می تواند ضمن بهبود خواص این محصولات، کارایی مواد

ضدباکتریایی طبیعی مانند عصاره های گیاهی در بسته بندی های نانوکامپوزیت را از طریق کاهش دسترسی به اکسیژن و رطوبت، افزایش دهند [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 تیره ی نعنائیان است. مطالعات فارماکولوژیکی نشان داد پتانسیل بالای ضداسیدانی مرزنجوش به دلیل وجود مونوترپن های فنولی مانند تیمول، کارواکرول و برخی از ترکیبات فنولی مانند اریگانوزاید و رزمارینیک اسید می باشد [۱۰]. در بررسی تأثیر حداقل غلظت بازدارندگی اسانس مرزنجوش روی باکتری های هتروتروف هوازی با ملاحظه شرایط انبارداری و زمان های تولیدی مختلف، اثر بازدارندگی معنی دار آن اثبات شد [۱۱]. لذا به منظور بررسی تأثیر شستشو با آب و بکارگیری پوشش نانوکامپوزیت کربوکسی متیل سلولز-نانو رس غنی شده با عصاره مرزنجوش بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی تخم مرغ های نگهداری شده در دمای محیط (۲۵±۲ °C)، آزمایش حاضر طراحی و اجرا شد.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- آماده سازی محلول پوششی

گیاه مرزنجوش از عطاری معتبر محلی خریداری و پس از انتقال به آزمایشگاه گیاهشناسی، از نظر علمی مورد تأیید قرار گرفت. جهت عصاره گیری از روش پیشنهادی مزدستان و همکاران (۲۰۱۵) با اندکی تغییرات استفاده شد. ابتدا قسمت های مختلف گیاه خشک شده توسط آسیاب برقی خانگی (پارس خزر، ایران) پودر و از الک (شماره ۳۵ ساین چشمه ۵۰۰ میکرون) عبور داده شدند. عصاره گیری به روش خیساندن و با حلال اتانول انجام شد. بدین ترتیب که مقدار ۱۰۰ گرم از گیاه پودر شده پس از ۳۰ دقیقه ترکیب با کلروفرم و کلروفیل زدایی، با اتانول (۹۹/۸٪) به میزان چهار برابر وزن گیاه ترکیب و به مدت ۷۲ ساعت توسط دستگاه شیکر (FR 602، فاطر الکترونیک) در دمای محیط هم زده شد. محلول به دست آمده با کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ صاف شده و توسط دستگاه تقطیر در خلأ چرخان (Laorota 4000 efficient, Heidolph) در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد عمل

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

### ۲-۳- 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 قرار 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 ۲۲-۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. سپس پلیت‌های مناسب انتخاب، شمارش و نتایج حاصل بر اساس لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی بر میلی‌لیتر گزارش گردید [۱۳].

### ۲-۴- اندازه‌گیری کاهش وزن تخم مرغ

برای ارزیابی کاهش وزن تخم مرغ‌ها بلافاصله 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) 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  $HU = 100 \log (H + 7.57 - 1.7 W^{0.37})$  محاسبه شد که در آن H ارتفاع سفیده (میلی‌متر) و W وزن تخم مرغ (گرم) است [۱۴].

### ۲-۶- اندازه‌گیری pH آلومین (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.

تخلیظ 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 سلولز (Sigma-Aldrich chemicals) به همراه ۱۵ میلی‌لیتر اسید اولئیک، توئین ۸۰ به عنوان امولسیفایر، گلیسرول (۵۰٪ وزنی-وزنی کربوکسی‌متیل سلولز) به عنوان نرم‌کننده همگی محصول شرکت مرک (Darmstadt, Germany) به ۱ لیتر آب اضافه شد. محلول روی گرم‌کننده مجهز به همزن مغناطیسی به منظور انحلال کامل کربوکسی‌متیل سلولز 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 مونت‌موریلونیت (MMT, K10) محصول شرکت سیگما آلدریج در آب مقطر تهیه گردید. در مرحله بعد محلول کربوکسی‌متیل سلولز به آرامی به محلول نانورس اضافه شده و به مدت ۴ ساعت عمل همزدن ادامه یافت. پس از سرد شدن محلول، عصاره مرزنجوش با غلظت ۲٪ حجمی-حجمی به محلول پوششی کامپوزیتی اضافه شد و به مدت ۲ دقیقه عمل همزدن به کمک دستگاه هموژنایزر (مدل D500، چین) با ۹۰۰۰ دور در دقیقه صورت گرفت تا عصاره به‌طور یکنواخت در ماتریس پوشش پخش شوند [۷].

### ۲-۲- تیمارهای آزمایشی

تعداد ۱۲۰ عدد تخم مرغ خوراکی با پوسته سفید و میانگین وزن تقریبی ۶۰ گرم که از طریق نوربینی از عدم شکستگی پوسته آن اطمینان حاصل شده بود، از یک مزرعه پرورش مرغ تخمگذار (سویه تجاری های‌لین W-36 و در هفته ۴۰ تولید) واقع در اطراف شهرستان ساری انتخاب، خریداری و با رعایت اصول بهداشتی به آزمایشگاه منتقل شد. تخم مرغ‌ها در ۴ گروه شامل تخم مرغ‌های بدون شستشو (با و بدون پوشش) و شسته‌شده با آب معمولی (با و بدون پوشش) تیمار شده و به مدت ۴ هفته در شرایط محیط (۲۵±۱ °C) و رطوبت نسبی (۷۵٪) نگهداری شدند. نمونه‌گیری در فواصل زمانی ثابت و به‌طور 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 مشبک استریل خشک شدند. پوشش‌دهی به روش غوطه‌وری

## ۲-۷- اندازه‌گیری 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 اندازه‌گیری شد. شاخص زرده با استفاده از فرمول  $YI = h/d$  که در آن  $h$  ارتفاع زرده (میلی‌متر) و  $d$  قطر زرده (میلی‌متر) است، اندازه‌گیری شد [۱۵].

## ۲-۸- اندازه‌گیری شاخص اسید تیوباریتوریک

### زرده

شاخص اسید تیوباریتوریک (TBA) زرده تخم‌مرغ بر اساس روش Hadeley و Draper (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد. به‌طور خلاصه ۵ گرم زرده تخم‌مرغ و ۵۰ میکرولیتر BHT به ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر دیونیزه اضافه شد با سرعت بالا هموژن گردید. ۱ میلی‌لیتر از ماده هموژن به لوله آزمایش منتقل و ۲ میلی‌لیتر محلول TBA-تری‌کلرواستیک اسید اضافه شد و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد حرارت دید. سپس نمونه‌های سرد شده در ۳۰۰۰ دور سانتی‌فیوژ شده، جذب سوپرناتانت با اسپکتروفتومتر (Beckman, CA Fullerton) در ۵۳۲ نانومتر قرائت شد و اکسیداسیون لیبید به صورت میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم نمونه گزارش گردید [۱۶].

## ۲-۹- اندازه‌گیری رنگ زرده

در روز پایانی دوره نگهداری، رنگ زرده تخم‌مرغ 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 سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. در این اندازه‌گیری، 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، داده‌ها 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 تخم‌مرغ به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد مقایسه شدند. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

## ۳- نتایج و بحث

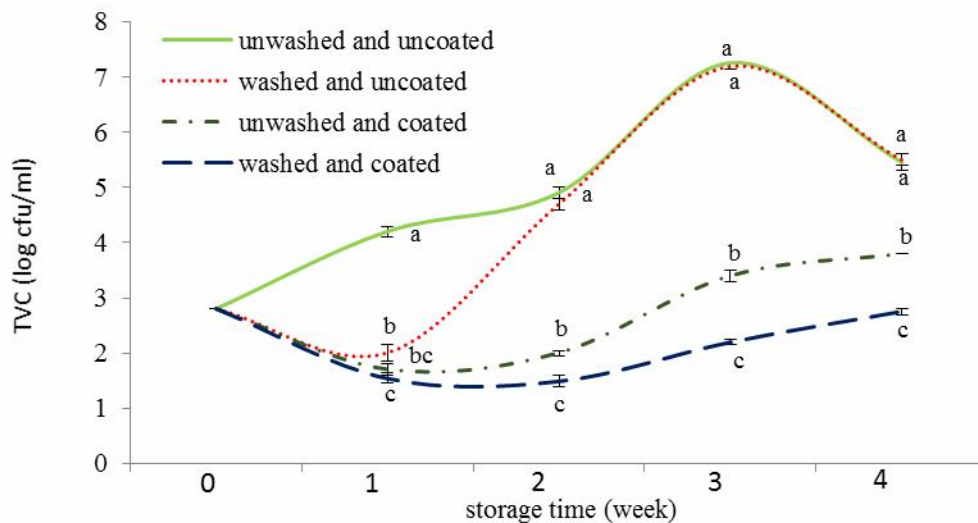
### ۳-۱- شمارش کلی میکروبی (TVC)

نتایج تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میانگین شمارش کلی میکروبی (TVC) پوسته تخم‌مرغ طی دوره نگهداری در دمای محیط که در نمودار ۱ آمده نشان داد که شمارش کلی میکروبی در تخم‌مرغ‌های شاهد با یک روند افزایشی تا هفته سوم به  $7/25 \pm 0/00 \log cfu/ml$  رسید و سپس با کاهش در هفته پایانی مواجه شد. روند تغییرات میانگین شمارش میکروبی در تخم‌مرغ‌های شسته شده بدون پوشش پس از یک روند نزولی معنی‌دار در هفته اول، مشابه روند گروه شاهد بود و به  $log$   $5/50 \pm 0/10 \text{ cfu/ml}$  رسید و به‌طور معنی‌داری بالاتر از گروه-های دارای پوشش بود ( $P < 0.05$ ). تخم‌مرغ‌های شسته شده پوشش‌دار در طی و در پایان دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری حاوی بار کلی میکروبی کمتری نسبت سایر گروه‌های آزمایشی بودند ( $P < 0.05$ ). میانگین شمارش کلی میکروبی از  $log$   $2/18 \pm 0/00 \text{ cfu/ml}$  در آغاز دوره به  $2/75 \pm 0/05 \text{ cfu/ml}$  در پایان دوره نگهداری رسید.

پایین بودن مقدار TVC اولیه در پوسته تخم‌مرغ مؤید کیفیت بهداشتی مطلوب آن بود. آلودگی میکروبی از طریق محیط و نیز دست‌کاری، شرایط نگهداری و شستشوی تخم‌مرغ‌ها اجتناب‌ناپذیر است. نتایج نشان داد که استفاده از پوشش مرکب حاوی نانو مونت‌موریلونیت و عصاره مرزنجوش مورد استفاده به‌طور معنی‌داری موجب کاهش شمارش کلی میکروبی پوسته تخم‌مرغ طی دوره نگهداری شد. خواص ضد میکروبی با اضافه‌شدن مواد دارای خاصیت ضد میکروبی به پوشش‌های زیست‌پلیمری به دست می‌آید. مواد ضد میکروبی معدنی مزایای زیادی نسبت به مواد آلی مصرفی تجاری دارند. مونت-موریلونیت، پس از پراکنش در آب به باکتری‌هایی با بار منفی حمله کرده و آنها را جذب و خواص ضد میکروبی مواد را تقویت می‌کند. نشان داده شد که نمونه‌های فیلم کربوکسی متیل سلولوز دارای انواع نانوذرات خاک‌رس دارای اثر ضد میکروبی علیه باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیا کلی بود [۱۷]. از سوی دیگر تیمول و کارواکرول موجود در مرزنجوش، نقش مهمی در خاصیت ضدباکتریایی این گیاه دارند. افزوده‌شدن عصاره مرزنجوش به ترکیب پوشش مرکب، به دلیل اثر همکوشی افزودنی‌ها، منجر به مقاومت بیشتر تخم‌مرغ‌ها در برابر فساد میکروبی و اکسیداتیو شد. یکی از

خشستشو، ضد عفونی و پوشش دهی، مانع از رشد میکروارگانیسم‌ها در تخم‌مرغ‌ها شده و در نتیجه ماندگاری این گروه از تخم‌مرغ‌ها در مقایسه با تخم‌مرغ‌های صرفاً شسته شده و یا بدون پوشش چندین برابر افزایش یافت [۳]. همچنین نشان داده شد شمارش کلی میکروبی در تخم‌مرغ‌های حاوی پوشش کربوکسی متیل سلولز-کتیرا غنی شده با عصاره میخک، طی ۳۰ روز نگهداری به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر گروه‌ها بود [۴].

سازو کارهای پیشنهادی عمل ضد میکروبی عصاره‌های گیاهی، تماس مستقیم بین اجزای عصاره و غشاهای باکتریایی است که منجر به نفوذپذیری یونی و متعاقباً نشت اجزای حیاتی داخل سلولی می‌شود. اثر ضد میکروبی پلی فنول‌ها 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 به‌دست آمده در این تحقیق، نشان داده شد فرآیند توأم

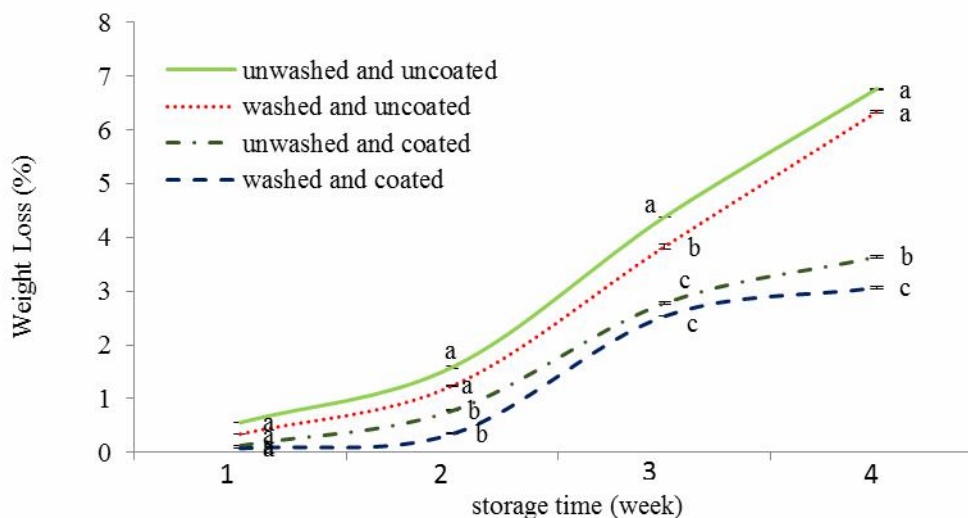


**Fig 1** Effect of washing and active nanocomposite coating on eggshell microbial total viable count (TVC) during storage (log cfu/ml) ( $p < 0.05$ )

### ۳-۲- درصد افت وزنی

نگهداری، بیشتری درصد افت وزنی در تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش و کمترین مقدار در تخم‌مرغ‌های شسته‌شده پوشش‌دار ( $P < 0.05$ ) دیده شد ( $3.07 \pm 0.02$  درصد).

همچنانکه در نمودار ۲ دیده شد، درصد افت وزنی تخم‌مرغ 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 ( $p < 0.05$ )

افت وزنی، واحد هاو، اندیس زرده و pH سفیده از جمله مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت و تازگی تخم‌مرغ محسوب می‌شوند. در پایان دوره نگهداری، کمترین درصد افت وزنی و بیشترین مقادیر شاخص‌های واحد هاو و اندیس زرده در تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار دیده شد. تفاوت در میانگین درصد افت وزنی در تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش از نظر آماری معنی‌دار نبود. گرچه تخم‌مرغ‌های شسته شده اندکی سنگین‌تر بودند (۶۷۶ در برابر ۶۳۴ درصد). در تحقیقات Oliveira و همکاران (۲۰۲۰)، Jones و همکاران (۲۰۱۸) و Roudashtian و همکاران (۲۰۲۰) افت وزنی به ترتیب ۴/۲۶ (پایان هفته پنجم)، ۴/۶۷ (پایان هفته چهارم) و ۸/۹۹ (پایان ۳۰ روزگی) درصدی در تخم‌مرغ‌های بدون پوشش در دمای محیط گزارش شد [۱۹ و ۲۰]. تفاوت‌های موجود ممکن است ناشی از شرایط نگهداری، درجه حرارت محیط، وزن تخم‌مرغ‌ها و تخلخل پوسته باشد [۲۰]. افت وزنی کمتر در تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار ممکن است با این واقعیت که پوشش‌دهی با مسدود کردن منافذ پوسته از خروج رطوبت و گازها جلوگیری می‌کند، در ارتباط باشد [۳].

### ۳-۳- واحد هاو (HU)

با افزایش زمان نگهداری، واحد (اندیس) هاو در تمامی گروه‌ها کاهش یافت (نمودار ۳). در طی و پایان دوره نگهداری، واحد هاو در تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش به‌طور معنی‌داری کمتر از انواع پوشش‌دار بود ( $P < 0.05$ ). در پایان دوره نگهداری، کمترین واحد هاو در تخم‌مرغ‌های گروه شاهد ( $33/35 \pm 0/21$ ) و بیشترین مقدار آن در تخم‌مرغ‌های بدون شستشو پوشش‌دار

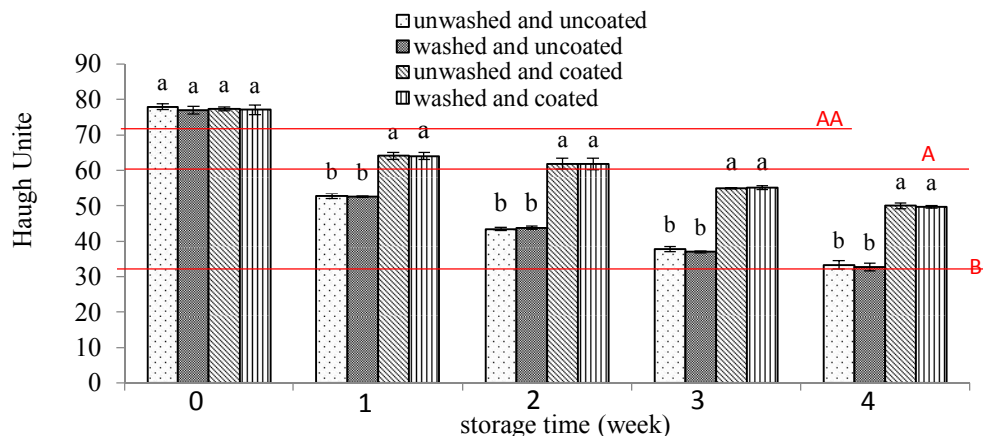


Fig 3 Effect of washing and active nanocomposite coating on egg haugh unite during storage ( $p < 0.05$ )

## ۳-۴- اندیس زرده (YI)

در نمودار ۴ تغییرات میانگین اندیس زرده تخم مرغ طی دوره نگهداری در دمای محیط آمده است. این شاخص در تمامی گروه‌ها با افزایش زمان نگهداری، کاهش یافت. در پایان دوره نگهداری، اندیس زرده در تخم‌مرغ‌های بدون پوشش به‌طور معنی‌داری کمتر از تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار بود ( $P < 0.05$ ). شستشو به تنهایی تأثیر معنی‌داری بر این شاخص نداشت. کمترین مقدار این شاخص در پایان دوره نگهداری در زرده تخم‌مرغ‌های شاهد ( $0.22 \pm 0.01$ ) و بیشترین مقدار در تخم‌مرغ‌های بدون شستشو و پوشش‌دار دیده شد ( $0.32 \pm 0.00$ ). بکارگیری پوشش مرکب فعال، روند کاهش واحد هاو را مهار کرده و پایداری انبارمانی تخم‌مرغ در دمای محیط را بهبود بخشید. کاهش واحد هاو به دلیل کاهش ضخامت سفیده بود. فرضیه‌های مختلفی از جمله تجزیه کمپلکس لیزوزیم 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 اندیس هاو، ماندگاری

تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ هفته افزایش یافت [۲۱]. بر اساس استاندارد درجه‌بندی USDA، همان‌طوری‌که در نمودار ۳ آمده، تخم‌مرغ بر اساس اندیس هاو در گروه‌های AA، A، B و C درجه‌بندی می‌شوند [۲۲]. تا پایان هفته دوم نگهداری، تخم‌مرغ‌های 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].

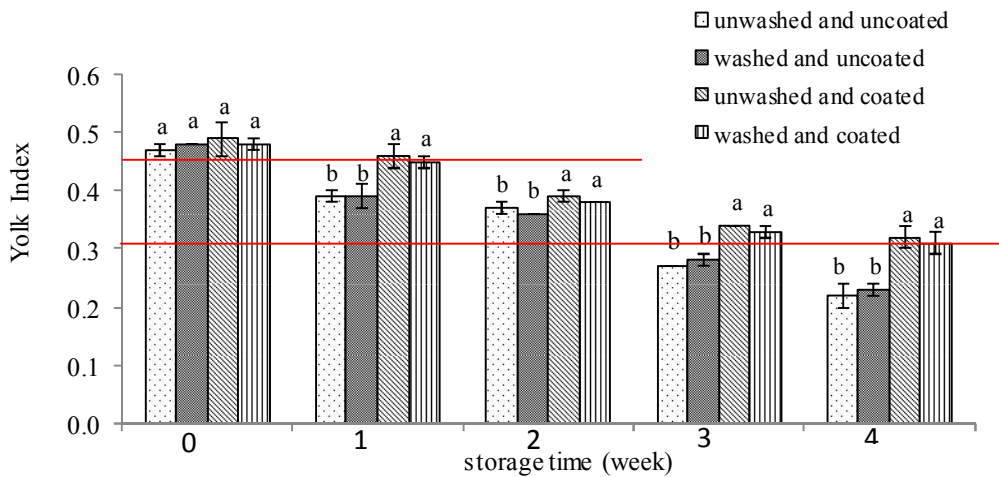


Fig 4 Effect of washing and active nanocomposite coating on egg yolk index during storage ( $p < 0.05$ )

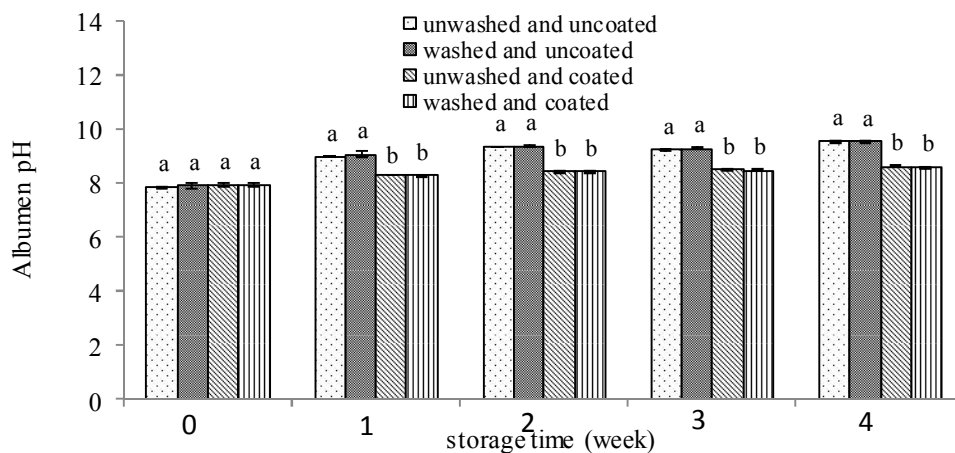
بین آلبومین و زرده به گرانیوی آلبومین مرتبط است که با شکستن کمپلکس لیزوزیم اووموسین کاهش یافت. بنابراین، هنگامی‌که پوشش مرکب مورد استفاده، از دست‌دادن دی‌اکسیدکربن و بخار آب را کاهش می‌دهد و تغییرات ساختاری آلبومین را کند می‌کند، افزایش فشار اسمزی بین آلبومین و زرده کند شده و در نتیجه کیفیت زرده بهبود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

با توجه به اینکه اندیس زرده  $0.45$  بیانگر کیفیت مناسب تخم‌مرغ است [۲۵]. تخم‌مرغ‌ها در شروع آزمایش در وضعیت کیفی مناسبی قرار داشتند. کاهش شاخص زرده طی دوره نگهداری به دلیل آبکی شدن و مسطح شدن زرده است که به نفوذ مداوم آب از آلبومین به زرده از طریق غشای ویتلینی ناشی از فشار اسمزی نسبت داده می‌شود [۲۶]. فشار اسمزی

### ۳-۵ - 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 تخم‌مرغ‌های بدون پوشش، بیشتر از تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار بود ( $P < 0.05$ ). در پایان دوره نگهداری، کمترین pH آلبومین، در تخم‌مرغ‌های شسته و پوشش‌دار ( $8.7 \pm 0.02$ ) و بیشترین مقدار در تخم‌مرغ‌های شاهد ( $9.06 \pm 0.01$ ) دیده شد ( $P < 0.05$ ).

[۲۵]. اندیس زرده در تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار تا پایان دوره نگهداری در محدوده استاندارد ( $0.30 - 0.45$ ) نمایش داده شده در نمودار ۴ قرار داشت در حالی که در تخم‌مرغ‌ها فاقد پوشش در پایان هفته دوم نگهداری، این اندیس 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 اندیس زرده در تخم‌مرغ‌های با و بدون شستشو از نظر آماری معنی‌دار نبود [۳ و ۱۹]. در عین حال تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار در مقایسه با انواع فاقد پوشش، به‌طور معنی‌داری دارای اندیس 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 تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار کمتر از انواع بدون پوشش بود. در پایان دوره نگهداری، در بین تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش، شستشو موجب افزایش این شاخص شد ( $P < 0.05$ ). ضمن اینکه اختلاف آماری معنی‌داری در میانگین این شاخص در بین تخم‌مرغ‌های پوشش‌دار دیده نشد.

از ارزیابی فعالیت TBARS طی دوره نگهداری می‌توان به‌عنوان شاخصی جهت تعیین محصولات ثانویه اکسیداسیون لیپید زرده تخم‌مرغ 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 فراسنجه‌های کیفیت داخلی تخم‌مرغ که پیش‌تر به آنها اشاره شد، پوشش مرکب فعال مورد استفاده توانست روند اکسیداسیون چربی‌ها در زرده را به حداقل برساند. مطالعات

خروج تدریجی دی‌اکسید کربن از طریق منافذ پوسته طی دوره نگهداری، منجر به افزایش pH سفیده می‌شود. در تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش با افزایش زمان نگهداری، pH سفیده افزایش بیشتری یافت ( $9.06 - 9.85$ ) و در این میان تفاوت آماری معنی‌داری بین نمونه‌های با و بدون شستشو دیده نشد. پوشش‌دهی تخم‌مرغ‌ها موجب پایداری نسبی pH سفیده شد ( $8.7 - 9.06$ ) که می‌تواند ناشی از بهبود خواص ممانعتی پوسته و خروج تدریجی‌تر دی‌اکسید کربن باشد [۲۵]. نتایج تحقیق حاضر با سایر تحقیقات مشابه در رابطه با تأثیر مثبت استفاده از انواع پوشش‌ها در پایداری نسبی pH سفیده همخوانی داشت [۲۰ و ۲۳].

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

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



کارنوبا 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 تقویت شده بود، به خواص ضد اکسیداسیونی عصاره مرزنجوش بکار رفته در ترکیب پوشش مرکب فعال نسبت داد. مرزنجوش به‌واسطه دارا بودن مقادیر مناسبی از فنل تام و فلاونوئیدها دارای فعالیت ضد اکسیدانی قوی می‌باشد [۲۹].

نشان داد که کنترل تبدلات 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 فعال در انسداد منافذ پوسته و کنترل تبدلات 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)

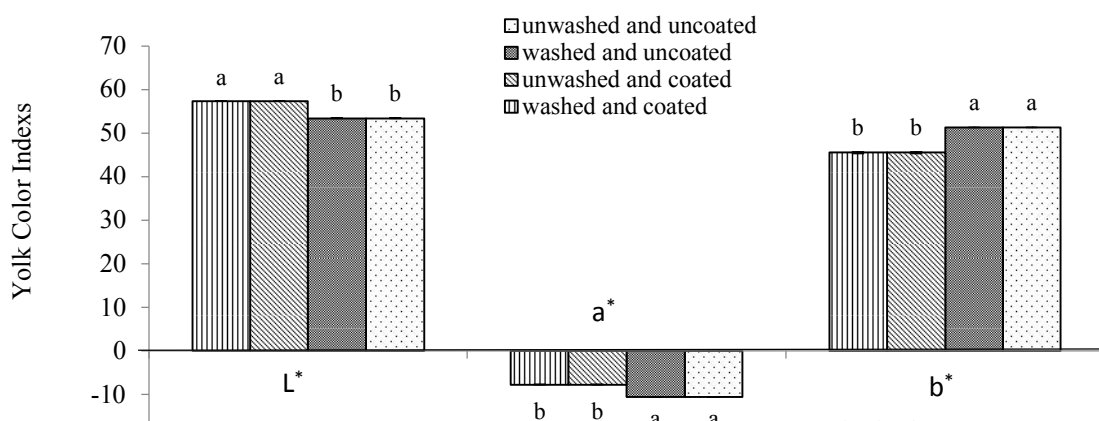
treatments	ambient storage time (days)				
	0	7	14	21	28
Unwashed and uncoated	0.055±0.00 <sup>aD</sup>	0.081±0.03 <sup>aC</sup>	0.123±0.05 <sup>aB</sup>	0.166±0.06 <sup>aB</sup>	0.273±0.05 <sup>bA</sup>
Washed and uncoated	0.055±0.00 <sup>aD</sup>	0.086±0.02 <sup>aC</sup>	0.128±0.05 <sup>aB</sup>	0.175±0.05 <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 زردی در تخم مرغ‌های پوشش‌دار به‌طور 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.

### ۳-۷- شاخص رنگ زرده

شاخص‌های رنگی زرده تخم مرغ شامل روشنایی ( $L^*$ )، 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 indexes ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) 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 خوراکی 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]. کاروتنوئیدها و ریوفلاوین به دلیل از دست دادن مداوم رطوبت در زرده تخم مرغ، با اسیدهای چرب آزاد حل شده و به تدریج غلیظ می‌شوند [۳۱]. همچنین کاروتنوئیدها ترکیباتی هستند که در معرض اکسیداسیون قرار می‌گیرند. میزان اکسیداسیون کمتر در تخم مرغ‌های پوشش دار می‌تواند توضیح احتمالی تفاوت معنی دار بین مقادیر  $b^*$  در بین تیمارها باشد. کمترین مقدار شدت نور قرمز (۱۰/۵۹-) در تخم مرغ‌های شسته و بدون پوشش و بیشترین مقدار در تخم مرغ‌های شسته و پوشش دار (۷/۷۲-) دیده شد. شاخص  $L^*$  به طور معنی داری در تخم مرغ‌های بدون پوشش بیشتر بود. نتایج حاصله با تحقیق مشابهی در مورد تخم مرغ‌های دارای پوشش زلاتینی مطابقت داشت [۳۲].

#### ۴- نتیجه گیری

بکارگیری پوشش کربوکسی متیل سلولز- نانورس- عصاره مرزنجوش موجب بهبود شاخص‌های ارزیابی کیفیت داخلی تخم 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 موریلونیت به عنوان یک ماده معدنی ضد میکروبی و تقویت کننده ساختار ممانعتی پلیمر در ترکیب پوشش مرکب فعال مورد استفاده با انسداد منافذ پوسته و جلوگیری از تبادل گاز، رطوبت و میکروارگانیسم‌ها، ضمن کاهش درصد افت وزنی، فرآیندهای اکسیداتیو زرده و به دنبال آن اکسیداسیون کاروتنوئیدهای زرده و شمارش کلی میکروبی پوسته را به حداقل رساند. در عین حال شستشو به تنهایی فاقد 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., Dawson, L.E., Sultzer, 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 Peighambaroust, 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, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.  
2. Assistant Prof., Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, 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/fst.18.09.09**

\*Corresponding Author E-Mail:  
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 ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) with weekly evaluation the studied parameters were performed. At the end of the storage period, the highest values of HU ( $49.71\pm 0.15$ ), YI ( $0.32\pm 0.00$ ) and the lowest values of WL percentage ( $3.07\pm 0.02$ ), albumen pH ( $8.59\pm 0.02$ ), TBARS ( $0.125\pm 0.03$  mg MDA/Kg) and TVC ( $2.75\pm 0.05$  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.