

(مقاله پژوهشی)

تأثیر عصاره جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس (*Arthrospira platensis*) در پوشش نانو مرکب بر خصوصیات حسی و ماندگاری فیله مرغ طی دوره نگهداری در شرایط یخچال

سارا جعفری راد^۱ و داریوش خادمی شورمستی^{۲*}

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

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

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۱

چکیده

در مطالعه حاضر، اثر عصاره جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس همراه با پوشش خوراکی مرکب کربوکسی متیل سلولز- نانورس بر ماندگاری فیله مرغ نگهداری شده در یخچال به مدت ۹ روز مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا مقادیر ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی غلظت های مختلف عصاره و TBHQ از طریق مهار رادیکال آزاد DPPH آن سنجیده شد. مقادیر ترکیبات فنلی در عصاره اسپیرولینا پلاتنسیس $56/45 \pm 3/28$ میلی گرم گالیک اسید/گرم عصاره بود و همچنین این عصاره از فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی نیز برخوردار بود. سپس ۶ تیمار شامل: ۱- شاهد، ۲- کربوکسی متیل سلولز ۲ درصد + نانو ذرات رس ۱ درصد، ۳- کربوکسی متیل سلولز ۲ درصد + نانو ذرات رس ۱ درصد + عصاره ۷۵۰ پی پی ام، ۴- کربوکسی متیل سلولز ۲ درصد + نانو ذرات رس ۱ درصد + عصاره ۱۰۰۰ پی پی ام، ۵- کربوکسی متیل سلولز ۲ درصد + نانو ذرات رس ۱ درصد + عصاره ۱۵۰۰ پی پی ام، ۶- کربوکسی متیل سلولز ۲ درصد + نانو ذرات رس ۱ درصد + TBHQ تولید شد و نمونه های تیمار شده از نظر مشخصات شیمیایی (مجموع بازهای ازته فرار، میزان اسیدهای چرب آزاد، عدد پراکسید و میزان تیوباربتوریک اسید) و میکروبی (شمارش باکتری های کل و سرماگراها) و ارزیابی حسی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد، تیمارهای حاوی نانو پوشش + عصاره به طور معنی داری سبب کند شدن تغییرات شیمیایی و رشد باکتری ها طی دوره نگهداری شدند. بهترین نتایج در تیمار کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس + عصاره ۱۵۰۰ ppm در روز ۹ نگهداری مشاهده شد که مقدار بازهای ازته فرار ۲۲/۴۵ میلی گرم/ صد گرم، اسیدهای چرب آزاد ۱/۱۹ درصد اولئیک اسید، عدد پراکسید ۳/۲۱ میلی اکی والان/ کیلوگرم چربی و تیوباربتوریک اسید ۱/۷۸ میلی گرم مالون دی آلدئید/ کیلوگرم چربی بود. همچنین این تیمار اختلاف معنی داری با تیمار کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس + TBHQ نداشت و تنها این دو تیمار تا انتهای دوره نگهداری از شاخص های میکروبی، شیمیایی و حسی قابل قبولی برخوردار بود. در مجموع پوشش نانو مرکب به همراه عصاره جلبک می تواند به عنوان جایگزین آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ موجب حفظ شاخص کیفی و افزایش ماندگاری فیله مرغ در طول نگهداری در یخچال شود.

واژه های کلیدی: فیله مرغ، نانو کامپوزیت، کربوکسی متیل سلولز، اسپیرولینا پلاتنسیس، عمر ماندگاری.

۱- مقدمه

گوشت مرغ از جمله مواد غذایی است که سریع فاسد می‌شود و سرعت و شدت آن بستگی به گرما، هوای مرطوب و آلودگی گوشت دارد. نگهداری مرغ در سرما و شرایط انجماد روش مناسبی برای نگهداری است که البته به طور کامل از فساد کیفی محصولات گوشتی جلوگیری نمی‌کند. برخی واکنش‌هایی که منجر به تغییرات اکسیداسیونی و آنزیمی و فساد پروتئین و چربی می‌شوند تحت شرایط نگهداری در سرما و انجماد نیز ادامه می‌یابند (۱۴). از این رو نگهدارنده‌های مصنوعی و طبیعی، عوامل کلاته‌کننده و ترکیبات ضد میکروبی ممکن است جهت بهبود تازگی مواد غذایی به آن‌ها اضافه شوند. کاربرد مستقیم مواد ضد باکتریایی بر روی مواد غذایی اثرات سودمند آن را به دلیل خنثی سازی یا انتشار سریع به داخل ماده غذایی محدود می‌سازد (۱۹). لذا روش‌هایی مبنی بر غنی‌سازی فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی با مواد ضد میکروبی و ضد اکسیداسیونی به منظور حفظ غلظت‌های بالای این ترکیبات در مواد غذایی برای افزایش زمان ماندگاری این محصولات توسعه پیدا کرده اند (۲۶). امروزه یکی از پیشرفت‌های مهم در زمینه پلیمرها و صنعت بسته بندی، ورود فناوری نانو به این عرصه می‌باشد. تولید نانو کامپوزیت‌های پلیمری روز به روز گسترش پیدا کرده و طی سال‌های اخیر استفاده از نانوذرات رس در فیلم‌های زیست تخریب پذیر نیز مورد توجه قرار گرفته است (۲۵). فیلم‌ها و پوشش‌های حاصل از ترکیب نانوذرات و پلیمرهای زیستی یا به اصطلاح نانو کامپوزیت‌های زیست پلیمری در مقایسه با فیلم‌ها و پوشش‌های پلیمری معمولی خواص کاربردی مطلوب‌تری نشان می‌دهند. افزایش بازدارندگی در برابر نفوذ گازها، افزایش کارایی فیلم‌ها و پوشش‌ها در استفاده به عنوان بسته بندی فعال، افزایش مقاومت حرارتی ماده بسته بندی و بهبود شفافیت و خواص ظاهری فیلم از دیگر مزایای نانو کامپوزیت‌های زیست پلیمری می‌باشد. استفاده از تکنولوژی تشکیل نانو کامپوزیت علاوه بر بهبود خواص فیلم‌ها و پوشش‌های بیوپلیمری

همچنین قادر است هزینه‌های تولید را نیز کاهش دهد (۲۷). مونت موریلینیت^۱ یک رس لایه لایه سیلیکات آلومینیوم آبدار شامل ورقه‌های هشت وجهی و جبهی باله‌ی مشترک هیدروکسید آلومینیوم بین دو لایه سیلیکات شش وجهی می‌باشد. مونت موریلینیت به دلیل قیمت مناسب، دسترسی آسان و سازگاری با محیط زیست رایج‌ترین سیلیکات لایه‌ای است که در تولید نانو کامپوزیت‌های بر پایه زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین اضافه کردن نانورس بعلت سطح گسترده و نسبت منظر بالا می‌تواند بعنوان یک پرکننده مناسب جهت تقویت خواص پلیمرها مورد استفاده قرار گیرد (۱). البته حضور و همراهی ترکیبات ضد باکتریایی و ضد اکسیداسیونی زمینه افزایش خواص نگهداری آن را ایجاد می‌کند. با این وجود کاربرد مستقیم مواد ضد باکتریایی بر روی مواد غذایی اثرات سودمند آن را به دلیل خنثی‌سازی یا انتشار سریع به داخل ماده غذایی محدود می‌سازد. ترکیبات ضد میکروبی موجود در مواد غذایی می‌تواند عمر نگهداری مواد غذایی فرآوری شده یا فرآوری نشده را افزایش می‌دهد. یکی از ارزشمندترین این جلبک‌ها، اسپیرولینا، زیست توده خشک سیانوباکتری آرترو اسپیرا پلاتنسیس^۲ می‌باشد. اسپیرولینا غنی از پروتئین، رنگدانه (شامل کلروفیل، میکسوزانتوفیل، بتاکاروتن، زی‌زانترین و زانتوفیل)، کربوهیدرات، مقدار نسبتاً بالایی از سیانو کوبالامین (ویتامین B_{۱۲})، مواد معدنی و سوپراکسید دیسموتاز است. سوپراکسید دیسموتاز مهارکننده رادیکال آزاد است. برای C- فایکوسیانین موجود در اسپیرولینا خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی در شرایط آزمایشگاهی و در شرایط *in vivo*، اثرات ضد التهابی، حفاظت عصبی و محافظت کبدی گزارش شده است. خواص آنتی اکسیدانی فایکوسیانین به فعالیت مهارکنندگی رادیکال و کلاته کردن فلاونوئید، بتا کاروتن، ویتامین A فلز نسبت داده شد. آلفا توکوفرول موجود در اسپیرولینا تا حد زیادی در فعالیت بالای آنتی اکسیدانی حاصل از این ریزجلبک شرکت می‌کنند. گزارش شده است عصاره اسپیرولینا

1-Monmorillonite
2-*Arthrospira Platensis*

۲-۴-اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره**۲-۴-۱-آزمون جذب رادیکال‌های آزاد DPPH**

ماده DPPH ترکیبی بنفش رنگ است که به دلیل حضور گروه‌های فنیل در ساختارش به راحتی به صورت رادیکال درآمده و در واقع منبع رادیکال‌های آزاد می‌باشد. این آزمون بر اساس درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با اضافه کردن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی تعیین گردید. این ترکیب با گرفتن الکترون از آنتی‌اکسیدان‌ها از بنفش به زرد تغییر رنگ می‌دهد. رادیکال‌های آزاد موجود در DPPH در ۵۱۷ نانومتر جذب دارند (۱۶).

۲-۴-۵-تهیه پوشش نانو کامپوزیتی به همراه عصاره جلبک

جهت تهیه پوشش کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس از ترکیب رس ۱ درصد، کربوکسی متیل سلولز ۲ درصد (وزنی-حجمی) در آب مقطر و اتانول به نسبت ۲ به ۱ تهیه و جهت انحلال کامل و یکنواخت، محلول به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۷۵ درجه بر روی همزن مغناطیسی دور بالا قرار داده شد. با ترکیب کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس، ذرات کربوکسی متیل سلولز در بین ذرات رس قرار گرفته، در نتیجه با افزایش فاصله ذرات رس، ترکیب نانو کامپوزیت تولید شد. بعد از مدت زمان فوق، پلی اتیلن گلیکول ۴۰۰ به میزان ۰/۳۳ درصد وزن پلیمر به محلول اضافه و دما صفر گردید، محلول به مدت ۳۰ دقیقه با همزن با دور بالا مخلوط شد. سپس توئین ۸۰ (استفاده از توئین ۸۰ در ترکیب کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس موجب افزایش کشش سطحی ترکیب مذکور شد) به میزان ۰/۲ درصد حجم عصاره به محلول اضافه شده و پس از همزدن توسط همزن در سه سطح (۷۵۰ ppm، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰) عصاره جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس به محلول اضافه شد که به مدت ۲ دقیقه با هم‌وزن‌نازیر مخلوط گردید. محلول شاهد با همین روش و بدون افزودن توئین و عصاره جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس تهیه شد (۱).

(استخراج شده با التراسوند) به عنوان آنتی‌اکسیدانی قابل دسترس و ایمن، می‌تواند جایگزینی برای آنتی‌اکسیدان‌ها و ضد میکروب‌های سنتزی باشد (۱۳). هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر عصاره جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس در پوشش نانو کامپوزیتی (کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس) بر خصوصیات حسی و ماندگاری فیله مرغ طی دوره نگهداری در شرایط یخچال می‌باشد.

۲-مواد و روش کار**۲-۱-تهیه جلبک و مواد اولیه**

اسپیرولینا پلاتنسیس (به شکل پودر سبزرنگ) از شرکت نوردارو در شهرستان گنبد کاووس تهیه شد، و بعد از تشخیص در آزمایشگاه گیاه‌شناسی به آزمایشگاه پژوهشگاه اکولوژی خزر منتقل شد. فیله مرغ از شرکت زربال آمل تهیه شد. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان تهیه شد و دارای درجه تجزیه ای بود.

۲-۲-استخراج عصاره**۲-۲-۱-استخراج با امواج فراصوت**

۱۰ گرم نمونه پودر جلبک با ۱۰۰ میلی لیتر از اتانول: آب (۵۰:۵۰٪) در دمای (۴۵ درجه سانتی‌گراد) و زمان (۲۰ دقیقه) در حمام فراصوت در ۲۰ KHz عصاره‌گیری شد. سپس محلول‌ها با کاغذ واتمن شماره ۱ صاف و حلال‌ها توسط تبخیر گردان تحت خلاء تبخیر شد. عصاره حاصله تا زمان انجام آزمایش در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (۱۶).

۲-۳-اندازه‌گیری ترکیبات فنولی کل

روش فولین سیوکالتیو از متداول‌ترین روش‌های اندازه‌گیری فنولی می‌باشد. اساس کار در این روش، احیای معرف فولین توسط ترکیبات فنولی در محیط قلیایی و ایجاد کمپلکس آبی رنگ است، که حداکثر جذب را در طول موج ۷۶۰ نانومتر نشان می‌دهد، با استفاده از اسپکتروفتومتر اسپکتروفتومتر (مدل لامبدا، PerkinElme) بر مبنای اسید گالیک تعیین شد (۳).

۶-۲- ایجاد پوشش روی فیله مرغ

جهت ایجاد پوشش بر سطح فیله‌های مرغ، ابتدا فیله‌ها به مدت ۱ دقیقه در پوشش‌های تهیه شده با عصاره جلبک طبق جدول ۱ غوطه‌ور گردید. پس از خارج نمودن فیله و با گذشت زمان ۲ دقیقه، مجدداً ۱ دقیقه دیگر در محلول پوششی قرار گرفتند. جهت خشک کردن فیله‌ها، به مدت ۵ ساعت از صفحات مشبک استریل آویزان نموده و تحت جریان ملایم هوا (در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد محیط) تا

تشکیل پوشش، بر روی فیله‌ها باقی ماندند (۱۲). پس از خشک شدن پوشش، فیله‌ها به یخچال منتقل شده و در دمای 1 ± 4 درجه سانتی گراد به مدت ۹ روز نگهداری شدند و در فواصل زمانی ۰، ۳، ۶ و ۹ روز مورد ارزیابی میکروبی و شیمیایی قرار گرفت. لازم به ذکر است که یک تیمار بدون پوشش نیز به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد.

جدول ۱- کدگذاری نمونه‌ها

کد	نمونه
Blank	شاهد
CMC+Nano Clay	کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس
CMC+Nano Clay+Extract 750 ppm	کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس+عصاره در غلظت ۷۵۰ppm
CMC+Nano Clay+ Extract 1000 ppm	کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس+عصاره در غلظت ۱۰۰۰ppm
CMC+Nano Clay+ Extract 1500 ppm	کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس+ عصاره در غلظت ۱۵۰۰ppm
CMC+Nano Clay+ TBHQ 100 ppm	کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس+ TBHQ در غلظت ۱۰۰ppm

۷-۲- آزمایشات شیمیایی

میزان پراکسید بر حسب میلی‌اکی والان اکسیژن در کیلوگرم چربی محاسبه شد (۵). اندازه‌گیری تیوباریتوریک اسید به وسیله روش رنگ‌سنجی صورت گرفت و مقدار آن بر حسب میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدنید در کیلوگرم بافت مرغ بیان شد (۱۷). مجموع بازهای نیتروژنی فرار توسط روش اندازه‌گیری شد بر حسب میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه فیله مرغ بیان شد (۷).

۸-۲- آزمون‌های میکروبی

برای شمارش باکتریایی نمونه‌ها، ۱۰ گرم از نمونه گوشت فیله مرغ در شرایط استریل با ۹۰ میلی‌لیتر محلول کلرید سدیم ۰/۸۵ مخلوط و هموژن شد و متعاقب آن رقت‌های مورد نیاز تهیه گردید. یک میلی‌لیتر از هر رقت برای کشت باکتری‌ها به روش پور پلیت ۱ مورد استفاده قرار گرفت. شمارش تعداد باکتری‌های کل و باکتری‌های سرما دوست

در محیط پلیت کانت آگار ۲ به ترتیب در دماهای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ روز و ۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ روز با شمارش کلنی‌های موجود بر روی پلیت انجام گرفت. تمامی شمارش‌ها به صورت log cfu/g گزارش گردید (۱۸).

۹-۲- ارزیابی حسی

ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های فیله‌مرغ توسط ۱۰ ارزیاب نیمه آموزش دیده از نظر رنگ، بو و پذیرش کلی در روز اول و آخر نگهداری توسط آزمون هدونیک پنج نقطه‌ای استفاده شد که امتیاز ۵ بیانگر بسیار خوب بودن و امتیاز ۱ بیانگر بسیار بد بودن نمونه می‌باشد (۶). هر ارزیاب یک بلوک در نظر گرفته شد و داده‌های حاصل از آزمون حسی با طرح بلوک کاملاً تصادفی با نرم افزار SPSS در سطح اطمینان ۹۵ درصد به صورت non parametric آنالیز شد.

۲-۱۰- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها، با توجه به نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس، با استفاده از روش آنالیز واریانس دو طرفه (Two-Way ANOVA) استفاده شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد. تمام داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار گزارش شد و ارزیابی‌ها در ۳ تکرار صورت پذیرفت. از نرم افزار (SPSS version 18) برای آنالیز داده‌ها و Excel برای رسم نمودارها استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

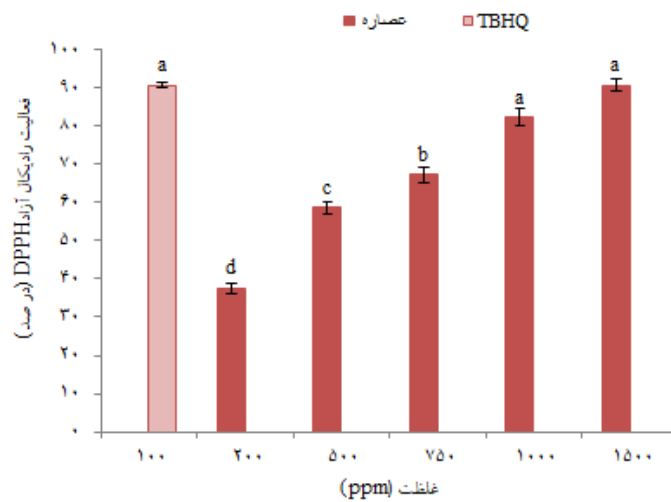
۳-۱- بررسی مقادیر ترکیبات فنلی عصاره

مقادیر ترکیبات فنلی موجود در عصاره جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس در مطالعه حاضر $56/45 \pm 3/28$ میلی گرم اسید گالیک/گرم عصاره بوده است. مقادیر ترکیبات فنلی عصاره اسپیرولینا در مطالعه حاضر به مقدار جزئی بیشتر از مقادیر ترکیبات فنلی عصاره اسپیرولینا پلاتنسیس که توسط (۱) گزارش شده است می باشد مقادیر ترکیبات فنلی در مطالعه آنها مابین $25/73-6/32$ میلی گرم/گرم وزن خشک بوده است. پژوهش‌های فراوانی در زمینه استخراج ترکیبات فنلی از گیاهان مختلف انجام شده است. در این پژوهش‌ها، تفاوت در قطبیت حلال‌های مورد استفاده جهت استخراج و

حلالیت ترکیبات فنلی و برهم کنش آن‌ها با سایر ترکیبات موجود در بافت‌های جلبک‌های دریایی در آن‌ها را دلیل اصلی تفاوت در مقدار ترکیبات فنلی عصاره‌های استخراج شده با حلال‌های مختلف ذکر شده است (۲۴).

۳-۲- بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره

نتایج مربوط به مطالعه حاضر (نمودار ۱) نشان داد که با افزایش غلظت عصاره، میزان مهار فعالیت رادیکال آزاد DPPH نیز به طور معنی داری افزایش یافت ($P < 0/05$). ترکیبات فنلی به عنوان دهنده الکترون عمل نموده و ممکن است واکنش‌های ناخواسته ایجاد شده توسط رادیکال‌های آزاد در بدن را خنثی کنند. بین ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در جلبک‌های دریایی و غالب گیاهان همبستگی وجود دارد. به علاوه حلال و همچنین گونه جلبکی در میزان آنتی‌اکسیدانی موثر هستند. ترکیبات فنلی با خواص آنتی‌اکسیدانی را با آب به راحتی می‌توان استخراج کرد. با افزایش غلظت ترکیبات فنلی یا درجه هیدروکسیلاسیون ترکیبات فنلی، فعالیت مهار رادیکالی اسانس یا عصاره افزایش پیدا می‌کند (۲۱). در بسیاری از مطالعات انجام شده بین ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در جلبک‌های دریایی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی ارتباط مثبتی دیده شده است (۹).



نمودار ۱- مقادیر فعالیت رادیکال آزاد DPPH عصاره و آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ

اکسیژن در کیلوگرم چربی باشد و در مرغ تازه مقدار آن نباید بیشتر از ۵ میلی اکسیژن در کیلوگرم چربی باشد (۱۹). از اینرو با اندازه‌گیری میزان پراکسید تولیدی می‌توان به تازگی و قابل مصرف بودن یا نبودن گوشت پی برد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر میزان عدد پراکسید (جدول ۲) در ابتدای دوره ۰/۹۹ بود که نشان دهنده تازگی مرغ می‌باشد و مقادیر عدد پراکسید در طی دوره نگهداری برای همه تیمارها به طور معنی داری افزایش یافت. این افزایش در تیمار شاهد شدت بیشتری داشت ($P < 0.05$), بطوریکه بیشترین مقدار آن در روز نهم نگهداری، ۶/۲۵ میلی اکسیژن در کیلوگرم چربی بود که بالاتر از حد قابل قبول برای گوشت مرغ می‌باشد.

معمولاً برای مقایسه فعالیت ضد رادیکالی عصاره‌های مختلف از فاکتوری تحت عنوان IC_{50} استفاده می‌گردد. طبق تعریف به غلظتی از عصاره گفته می‌شود که در آن ۵۰ درصد از رادیکال آزاد DPPH موجود در محیط واکنش مهار شوند. بنابراین هرچه این غلظت کمتر باشد نشان دهنده فعالیت آنتی‌رادیکالی بالاتر است. مقادیر IC_{50} در مطالعه حاضر برای عصاره اسپیرولینا پلاتنسیس برابر با ۴۱۲/۸۴ ppm بوده است. مقادیر IC_{50} در مطالعه آنها برابر با ۳۶۴/۰۳ ppm بود. همچنین مقادیر IC_{50} عصاره اسپیرولینا پلاتنسیس مابین ۴۹۰/۵ - ۱۰۳۰/۴۰ گزارش شده است (۱۳).

۳-۳- مقادیر عدد پراکسید طی دوره نگهداری

که میزان پراکسید در مرغ بسیار تازه باید زیر ۲ میلی

جدول ۲- مقادیر پراکسید در تیمارهای مختلف طی مدت زمان نگهداری بر حسب میلی اکسیژن/کیلوگرم چربی

زمان نگهداری (روز)				تیمار
۹	۶	۳	۰	
۶/۲۵±۰/۲۴ ^{Aa}	۳/۹۵±۰/۱۷ ^{Ab}	۲/۴۱±۰/۱۷ ^{Ac}	۰/۹۹±۰/۰۲ ^{Ad}	Blank
۶/۲۱±۰/۰۷ ^{Ba}	۲/۹۵±۰/۱۱ ^{Bb}	۲/۰۱±۰/۰۳ ^{Bc}	۰/۹۹±۰/۰۲ ^{Ad}	CMC+Nano Clay
۴/۰۱±۰/۱۷ ^{Ca}	۲/۷۸±۰/۰۷ ^{Cb}	۱/۴۵±۰/۰۷ ^{Cc}	۰/۹۹±۰/۰۲ ^{Ad}	CMC+Nano Clay+Extract 750 ppm
۳/۵۹±۰/۰۸ ^{Da}	۱/۹۸±۰/۰۶ ^{Db}	۱/۳۸±۰/۰۳ ^{CDC}	۰/۹۹±۰/۰۲ ^{Ad}	CMC+Nano Clay+ Extract 1000 ppm
۳/۲۱±۰/۱۳ ^{Ea}	۱/۵۹±۰/۰۵ ^{Eb}	۱/۲۹±۰/۰۳ ^{Dc}	۰/۹۹±۰/۰۲ ^{Ad}	CMC+Nano Clay+ Extract 1500 ppm
۲/۹۵±۰/۰۲ ^{Ea}	۱/۵۵±۰/۰۵ ^{Eb}	۱/۳۴±۰/۰۳ ^{Dc}	۰/۹۹±۰/۰۲ ^{Ad}	CMC+Nano Clay+ TBHQ 100 ppm

* همه اعداد بر حسب میانگین ± انحراف از معیار بیان شده است

* اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند. (A, B)

* اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند. (a, b, c, ...)

پوشش دهی شده با نانو کامپوزیت نیز در طی دوره نگهداری اختلاف معنی دار وجود داشت، که این امر می‌تواند به دلیل اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره جلبک باشد که بطور معنی داری سبب کندشدن روند اکسیداسیون چربی نمونه های مرغ شد، کمترین مقادیر در تیمار کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس+ عصاره ۱۵۰۰ ppm مشاهده شد که این تیمار اختلاف معنی داری با تیمار کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس+ TBHQ نداشت و طبق گزارش میزان پراکسید

اما در انتهای دوره نگهداری میزان پراکسید فیله‌های پوشیده شده با نانو کامپوزیت بطور معنی داری کمتر از نمونه شاهد بود. که این امر نشان دهنده حفظ بهتر کیفیت فیله‌های پوشیده شده با نانو کامپوزیت است. این نتیجه به این دلیل می‌باشد که ذرات نانو رس به صورت سدی در برابر ورود اکسیژن و همچنین بخار آب عمل می‌کنند و موجب کندشدن روند افزایش پراکسید در طی دوره نگهداری می‌شوند. علاوه بر این، بین میزان پراکسید تیمارهای

در تیمارهای حاوی عصاره جلبک کم تر از حد مجاز بوده است (۹).

۳-۴-مقادیر عدد تیوباریوتیک اسید طی دوره نگهداری

مواد اولیه اکسیداسیون (هیدروپراکسیدها) ناپایدار و مستعد تجزیه می‌باشند. محصولات ثانویه اکسیداسیون شامل آلدهیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، هیدروکربن‌ها، اسیدهای آلی و ترکیبات اپوکسی می‌باشد. مالون آلدهید یک ترکیب جزئی از اسیدهای چرب با سه پیوند دوگانه و یا بیشتر از آن است که در اثر تجزیه اسیدهای چرب چند غیراشباعی طی اکسیداسیون چربی تشکیل می‌شود. این ماده معمولاً به عنوان شاخصی در ارزیابی روند تغییرات اکسیداسیون چربی استفاده می‌شود (۲۲). در بین تیمارهای مورد بررسی بیشترین میزان تیوباریوتیک اسید (جدول ۳) متعلق به تیمار شاهد بوده است ($P < 0.05$) که این امر می‌تواند نشان دهنده تاثیر مطلوب پوشش‌های نانوکامپوزیتی تولیدی بر به تعویق انداختن روند اکسیداسیون چربی باشد. که این امر نشان می‌دهد که می‌تواند به دلیل تاثیر مطلوب ذرات نانو و پوشش کربوکسی متیل سلولز در ایجاد پیوندهای عرضی و

جلوگیری از عبور اکسیژن و رطوبت به داخل بسته بندی فیله ها باشد. این نتایج با گزارشات سایر محققین در خصوص تاثیر نانورس (۱۵ و ۱) و کربوکسی متیل سلولز (۱۱) در جلوگیری از عبور اکسیژن و حفظ بهتر کیفیت مواد بسته بندی مطابقت دارد. علاوه بر موارد ذکر شده، در بین تیمارهای اعمال شده، فیله های پوشیده شده با نانوکامپوزیت حاوی عصاره جلبک کمترین میزان تیوباریوتیک اسید را نشان داد که این امر می‌تواند به دلیل خاصیت ضد اکسیداسیونی عصاره جلبک باشد که سبب کندتر کردن روند اکسیداسیون چربی در فیله های ماهی بسته بندی شده باشد. به طور کلی میزان TBA ۱-۲ میلی گرم مالون دی آلدهید/گرم گوشت به عنوان محدودیت مصرف در نظر گرفته می‌شود و آن زمانی است که بوی فساد در گوشت قابل کشف خواهد بود (۶). کمترین مقادیر در تیمار کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس + عصاره ۱۵۰۰ ppm مشاهده شد که این تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس + TBHQ نداشت. بر این اساس این دو تیمار تا انتهای دوره نگهداری سالم باقی ماند.

جدول ۳- مقادیر تیوباریوتیک اسید در تیمارهای مختلف طی مدت زمان نگهداری بر حسب میلی گرم مالون دی آلدهید/ کیلوگرم چربی

زمان نگهداری (روز)				تیمار
۹	۶	۳	۰	
۴/۰۱±۰/۰۷ ^{Aa}	۳/۲۱±۰/۰۶ ^{Ab}	۱/۸۹±۰/۰۵ ^{Ac}	۰/۷۶±۰/۰۱ ^{Ad}	Blank
۲/۸۷±۰/۱۰ ^{Ba}	۲/۳۹±۰/۰۸ ^{Bb}	۱/۲۵±۰/۰۴ ^{Bc}	۰/۷۶±۰/۰۱ ^{Ad}	CMC+Nano Clay
۲/۳۴±۰/۰۶ ^{Ca}	۱/۷۸±۰/۰۶ ^{Cb}	۱/۰۲±۰/۰۲ ^{Cc}	۰/۷۶±۰/۰۱ ^{Ad}	CMC+Nano Clay+Extract 750 ppm
۲/۰۱±۰/۰۵ ^{Da}	۱/۵۱±۰/۰۳ ^{Db}	۰/۹۵±۰/۰۱ ^{CDc}	۰/۷۶±۰/۰۱ ^{Ad}	CMC+Nano Clay+ Extract 1000 ppm
۱/۷۸±۰/۰۵ ^{Ea}	۱/۳۴±۰/۰۶ ^{Eb}	۰/۸۹±۰/۰۱ ^{Dc}	۰/۷۶±۰/۰۱ ^{Ad}	CMC+Nano Clay+ Extract 1500 ppm
۱/۶۵±۰/۰۵ ^{Ea}	۱/۲۹±۰/۰۵ ^{Eb}	۰/۹۲±۰/۰۲ ^{Dc}	۰/۷۶±۰/۰۱ ^{Ad}	CMC+Nano Clay+ TBHQ 100 ppm

* همه اعداد بر حسب میانگین ± انحراف از معیار بیان شده است

* اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار دارند. (A, B)

* اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار دارند. (a, b, c, ...)

۳-۵-مقادیر بازهای نیتروژنی فرار طی دوره نگهداری

در مطالعه حاضر میزان بازهای نیتروژنی فرار (جدول ۴) طی دوره نگهداری روند افزایشی داشت ($P < 0.05$). مجموع بازهای نیتروژنی فرار بطور عمده متشکل از تری متیل آمین، دی متیل آمین، آمونیاک و سایر ترکیبات نیتروژنی فرار مرتبط با فساد

فرآورده های غذایی می باشد که به ترتیب توسط باکتری های مولد فساد، آنزیمهای اتولیتیک، دامیناسیون اسیدهای آمینه و نوکلئوتیدها تولید می گردند و یکی از نشانگرهای اصلی تخریب و تجزیه پروتئین گوشت ماهی محسوب می شود (۶) افزایش مقادیر N- TVB می تواند در ارتباط با افزایش واکنش های

آمینواسیدها در مرغ منجر به تجمع آمونیم، مونواتیل آمین، دی اتیل آمین، تری متیل آمین و سایر بازهای فرار می شود و همگی موجب بد طعمی مرغ می شوند میزان TVB-N به میزان باکتری و در نتیجه به تخریب آنزیمی باکتریایی وابسته است (۱۱).

اتولیزی در سطح زنجیره پروتئینی و حضور باکتری ها در گوشت باشد که منجر به اتولیز پروتئین ها و تجزیه آن ها و شکستن ترکیباتی از جمله TMA، پپتیدها، آمینواسیدها و غیره میشوند. TMA نیتروژن غیر پروتئین گوشت مرغ است و عامل اصلی بوی ناخوشایند در مرغ است. کاتابولیسیم باکتریایی

جدول ۴: مقادیر بازهای نیتروژنی فرار در تیمارهای مختلف طی مدت زمان نگهداری بر حسب میلی گرم / صد گرم

زمان نگهداری (روز)				تیمار
۹	۶	۳	۰	
۴۹/۸۷±۰/۷۲ ^{Aa}	۳۹/۴۵±۱/۲۷ ^{Ab}	۲۶/۴۵±۱/۶۳ ^{Ac}	۱۳/۰۴±۰/۵۷ ^{Ad}	Blank
۳۹/۵۸±۰/۴۷ ^{Ba}	۳۰/۲۱±۰/۲۳ ^{Bb}	۲۱/۲۱±۰/۹۸ ^{Bc}	۱۳/۰۴±۰/۵۷ ^{Ad}	CMC+Nano Clay
۲۹/۵۸±۱/۳۳ ^{Ca}	۲۲/۵۹±۰/۶۵ ^{Cb}	۱۹/۵۴±۰/۸۰ ^{Cc}	۱۳/۰۴±۰/۵۷ ^{Ad}	CMC+Nano Clay+Extract 750 ppm
۲۸/۴۷±۰/۶۹ ^{Da}	۲۱/۲۵±۰/۷۵ ^{Cb}	۱۵/۸۹±۰/۲۵ ^{Dc}	۱۳/۰۴±۰/۵۷ ^{Ad}	CMC+Nano Clay+ Extract 1000 ppm
۲۲/۴۵±۰/۵۷ ^{Ea}	۱۸/۴۵±۰/۵۱ ^{Db}	۱۵/۲۵±۰/۴۴ ^{Dc}	۱۳/۰۴±۰/۵۷ ^{Ad}	CMC+Nano Clay+ Extract 1500 ppm
۲۲/۴۶±۰/۵۹ ^{Ea}	۱۷/۵۹±۰/۴۰ ^{Db}	۱۴/۱۲±۰/۴۲ ^{Dc}	۱۳/۰۴±۰/۵۷ ^{Ad}	CMC+Nano Clay+ TBHQ 100 ppm

* همه اعداد بر حسب میانگین ± انحراف از معیار بیان شده است

* اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند. (A, B)

* اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند. (a, b, c, ...)

باکتری ها می باشد. سطح گوشت معمولاً با گونه های مختلفی از ارگانیزم های ساپروفیت مخصوصاً کوکوباسیلوس ها یا باسیلوس ها و میکروکوکوس های گرم منفی آلوده می شود. باکتری ها در شرایط طبیعی آنزیم هایی ترشح می کنند که بافت مورد هجوم را شکسته و حل می نمایند. به عبارت دیگر این آنزیم ها هستند که سبب ایجاد تغییرات و در نهایت فساد می گردند. باکتری های موجود در گوشت در اثر وجود شرایط مناسب برای رشدشان، در بو و طعم مرغ تغییراتی را به وجود می آورند. ادامه این تغییرات در طعم و بو به تدریج به صورت طعم تلخ یا سولفید درآمده و گوشت را غیرقابل مصرف می سازد (۱۰). میزان مجاز شمار کل باکتری (جدول ۵) و سرمادوست (جدول ۶) برای گوشت $7 \log \text{cfu/g}$ پیشنهاد شده است (۸). در انتهای دوره نگهداری میزان کل باکتری در همه تیمارهای حاوی عصاره کمتر از حد قابل قبول پیشنهادی بود. مهار رشد باکتریایی به وسیله پوشش کربوکسی متیل سلولز و نانوکامپوزیت را در حله اول می توان به اثر پوششی آن و ممانعت از نفوذ اکسیژن نسبت داد. نتایج مشابهی در مورد اثر پوشش های زیست

حداکثر میزان قابل قبول مجموع بازهای نیتروژنی قرار ۲۵ میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت مرغ اعلام شده است (۱۹). کمترین مقادیر در تیمار کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس + عصاره ۱۵۰۰ ppm مشاهده شد که این تیمار اختلاف معنی داری با تیمار کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس + TBHQ نداشت. بر این اساس این دو تیمار تا انتهای دوره نگهداری سالم باقی ماند. کمتر بودن میزان بازهای ازته فرار در این تیمار نسبت به بقیه تیمارها را می توان به دلیل کاهش جمعیت باکتری تیمارهای مذکور و یا کاهش توانایی اکسایشی باکتری ها در جدا کردن آمین ها از ترکیبات نیتروژنی غیر فرار و یا هر دو عامل در نتیجه اثر عصاره بر باکتری های موجود در فیله نسبت داد (۳). همچنین حضور یک لایه محافظ (کربوکسی متیل سلولز و نانورس) مانند سدی عمل کرده و نسبت به تیمار شاهد دیرتر دچار افت کیفیت پروتئینی می شود.

۳-۶- مقادیر شاخص های میکروبی طی دوره نگهداری

به دلیل ترکیبات شیمیایی گوشت، مکان مناسبی برای رشد، تکثیر و ازدیاد بسیاری از میکروارگانیزم ها از جمله

تخریب‌پذیر بر بار باکتریایی گونه‌های مختلف گوشت طی
نگهداری توسط سایر محققان (۱۱) گزارش شده است.
همچنین اثر ضد میکروبی پوشش‌های ضد میکروبی نیز به
اثبات رسیده است، که در نهایت منجر به گسیختگی غشای
سلول باکتری و خروج مواد ضروری سلول و در نهایت
مرگ آن می‌شود (۱۲).

جدول ۵- مقادیر باکتری کل در تیمارهای مختلف طی مدت زمان نگهداری بر حسب $\log \text{cfu/g}$

تیمار	زمان نگهداری (روز)			
	۰	۳	۶	۹
Blank	$2/87 \pm 0/04^{Ad}$	$4/21 \pm 0/17^{Ac}$	$6/25 \pm 0/27^{Ab}$	$7/95 \pm 0/07^{Aa}$
CMC+Nano Clay	$2/87 \pm 0/04^{Ad}$	$4/01 \pm 0/06^{Bc}$	$5/75 \pm 0/05^{Bb}$	$7/01 \pm 0/09^{Ba}$
CMC+Nano Clay+Extract 750 ppm	$2/87 \pm 0/04^{Ad}$	$3/59 \pm 0/01^{Cc}$	$4/99 \pm 0/06^{Cb}$	$6/24 \pm 0/08^{Ca}$
CMC+Nano Clay+ Extract 1000 ppm	$2/87 \pm 0/04^{Ad}$	$3/21 \pm 0/12^{Dc}$	$4/35 \pm 0/05^{Cb}$	$5/74 \pm 0/13^{Da}$
CMC+Nano Clay+ Extract 1500 ppm	$2/87 \pm 0/04^{Ad}$	$3/02 \pm 0/44^{Dc}$	$3/95 \pm 0/10^{Db}$	$4/89 \pm 0/11^{Ea}$
CMC+Nano Clay+ TBHQ 100 ppm	$2/87 \pm 0/04^{Ad}$	$3/01 \pm 0/42^{Dc}$	$3/87 \pm 0/07^{Db}$	$4/78 \pm 0/09^{Ea}$

* همه اعداد بر حسب میانگین \pm انحراف از معیار بیان شده است

* اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار دارند. (A, B)

* اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار دارند. (a, b, c, ...)

جدول ۶- مقادیر باکتری سرمادوست در تیمارهای مختلف طی مدت زمان نگهداری بر حسب $\log \text{CFU/g}$

تیمار	زمان نگهداری (روز)			
	۰	۳	۶	۹
Blank	$2/34 \pm 0/11^{Ad}$	$3/95 \pm 0/03^{Ac}$	$5/58 \pm 0/15^{Ab}$	$7/34 \pm 0/06^{Aa}$
CMC+Nano Clay	$2/34 \pm 0/11^{Ad}$	$3/54 \pm 0/06^{Bc}$	$4/95 \pm 0/09^{Bb}$	$6/57 \pm 0/11^{Ba}$
CMC+Nano Clay+Extract 750 ppm	$2/34 \pm 0/11^{Ad}$	$2/98 \pm 0/07^{Cc}$	$4/21 \pm 0/12^{Cb}$	$5/95 \pm 0/08^{Ca}$
CMC+Nano Clay+ Extract 1000 ppm	$2/34 \pm 0/11^{Ad}$	$2/78 \pm 0/05^{Dc}$	$3/98 \pm 0/03^{Db}$	$5/25 \pm 0/09^{Da}$
CMC+Nano Clay+ Extract 1500 ppm	$2/34 \pm 0/11^{Ad}$	$2/75 \pm 0/14^{DEc}$	$3/45 \pm 0/06^{Eb}$	$4/98 \pm 0/06^{Ea}$
CMC+Nano Clay+ TBHQ 100 ppm	$2/34 \pm 0/11^{Ad}$	$2/58 \pm 0/06^{Dc}$	$3/25 \pm 0/06^{Eb}$	$5/01 \pm 0/07^{Ea}$

* همه اعداد بر حسب میانگین \pm انحراف از معیار بیان شده است

* اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار دارند. (A, B)

* اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار دارند. (a, b, c, ...)

کوآگولاسیون محتویات سلولی می‌شود. با توجه به نتایج
حاصل عصاره جلبک یک گیاه دریایی غنی از ترکیبات
فنولی است و معمولاً ترکیبات فنولیک بر عملکرد غشای
سیتوپلاسمی شامل نیروی برانگیختن پروتونها و انتقال فعال
اثر می‌گذارد. در حقیقت، اثر ضد میکروبی این ترکیبات
در نتیجه واکنش آن‌ها با پروتئین‌ها در غشای سیتوپلاسمی
میکروارگانیزم‌هاست که سبب تغییر در قابلیت نفوذ‌پذیری
غشا و ایجاد منفذهای احتمال شده و در نهایت بر نیروی
محرکه پروتون‌ها تأثیر می‌گذارد (۴).

ساختار شیمیایی ترکیبات فنولی بر مکانیسم ضد میکروبی
آن‌ها اثرگذار بوده و گروه‌های هیدروکسیل موجود در
ترکیبات فنولی اثر مهمی در خاصیت ضد میکروبی
اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی دارد. وجود گروه
هیدروکسی فنولیک فعال باعث شده است که این ترکیبات
بتواند به آسانی با جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها، باند هیدروژنی
تشکیل دهد (۲۳). این ترکیبات معمولاً موجب اختلال در
غشا سیتوپلاسمی، شکستن و از هم گسیختن نیروی حرکتی
پروتون، جریان الکترونی و انتقال فعال شده و سبب انعقاد و

۳-۷- بررسی امتیاز حسی طی فرآیند نگهداری

تعیین فساد محصولات غذایی بر اساس ارزیابی های کیفی محصول با روش های متعدد حسی، شیمیایی و میکروبیولوژی صورت می پذیرد. ارزیابی حسی به عنوان روشی مناسب برای ارزیابی کیفیت و تازگی مرغ طی دوره نگهداری می باشد و به عنوان یک روش ساده و سریع مورد استفاده قرار می گیرد. (۲۰). اما این روش نمی تواند به تنهایی به عنوان یک استاندارد ثابت و معین در آزمایشگاه مورد قبول واقع شوند. در مطالعه حاضر حداقل امتیاز حسی ۴ به عنوان امتیاز حسی قابل قبول برای نمونه ها در نظر گرفته شد. با افزایش زمان نگهداری از امتیاز حسی تمامی تیمارها (جدول ۷) کاسته شد و تیمارهای کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس + عصاره غلظت ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ ppm و کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس + TBHQ تا انتهای دوره نگهداری از امتیاز حسی مورد تایید ارزیاب ها برخوردار بودند. روند تغییر وضعیت صفات ارزیابی حسی در تیمارها طی مدت نگهداری هماهنگ و همسو با تغییرات

اکسیداسیون و فساد باکتریایی در تیمارهای مورد آزمایش می باشد. که می توان گفت به این دلیل باشد که اکسیداسیون چربی منجر به تخریب و افت کیفیت حسی و کاهش مقدار مواد مغذی از جمله کاهش اسیدهای چرب چند غیر اشباع ضروری (PUFA) و تولید محصولات سمی اکسیداسیون می گردد. از طرفی افزایش هیدرولیز چربی و تجمع FFA منجر به کاهش برخی شاخص های مقبولیت محصول می شود، زیرا FFA روی ثبات پروتئین ها تاثیر دارد و موجب تخریب بافت از طریق واکنش دادن با پروتئین ها می شود که اکسید شدن پروتئین ها در این وضعیت به علت افزایش دسترسی پروتئین به اکسیژن و دیگر مولکول های پراکسید سریعتر از چربی هایی که جزء چربی های با وزن مولکولی بالا هستند (مثل تری گلیسریدها و فسفولیپیدها) اتفاق می افتد. و همچنین همسو بودن بین تغییرات روند فساد باکتریایی و ارزیابی حسی قبلا به اثبات رسیده است (۲) که ممکن است مربوط به فعالیت میکروارگانیسم های مسئول فساد مواد غذایی باشد.

جدول ۷- ارزیابی حسی در تیمارهای مختلف طی مدت زمان نگهداری

۹	۰		
۲/۲۰±۰/۶۳ ^d	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	Blank	رنگ
۲/۹۰±۰/۵۶ ^c	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	CMC+Nano Clay	
۳/۲۰±۰/۶۳ ^b	۴/۸۰±۰/۴۲ ^{ab}	CMC+Nano Clay+Extract 750 ppm	
۴/۰۰±۰/۴۷ ^a	۴/۶۰±۰/۵۱ ^b	CMC+Nano Clay+ Extract 1000 ppm	
۴/۴۰±۰/۵۱ ^a	۴/۵۰±۰/۵۲ ^b	CMC+Nano Clay+ Extract 1500 ppm	
۴/۳۰±۰/۴۸ ^a	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	CMC+Nano Clay+ TBHQ 100 ppm	
۱/۹۰±۰/۵۷ ^d	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	Blank	بو
۲/۷۰±۰/۴۸ ^c	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	CMC+Nano Clay	
۳/۴۰±۰/۶۹ ^b	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	CMC+Nano Clay+Extract 750 ppm	
۳/۷۰±۰/۴۷ ^b	۴/۵۰±۰/۷۰ ^c	CMC+Nano Clay+ Extract 1000 ppm	
۴/۳۰±۰/۶۷ ^a	۴/۷۰±۰/۶۷ ^{ab}	CMC+Nano Clay+ Extract 1500 ppm	
۴/۳۰±۰/۴۸ ^a	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	CMC+Nano Clay+ TBHQ 100 ppm	
۲/۱۰±۰/۵۶ ^d	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	Blank	پذیرش کلی
۳/۰۰±۰/۶۶ ^c	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	CMC+Nano Clay	
۳/۵۰±۰/۵۲ ^b	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	CMC+Nano Clay+Extract 750 ppm	
۴/۰۰±۰/۴۷ ^a	۴/۶۰±۰/۵۱ ^b	CMC+Nano Clay+ Extract 1000 ppm	
۴/۴۰±۰/۵۲ ^a	۴/۷۰±۰/۴۸ ^b	CMC+Nano Clay+ Extract 1500 ppm	
۴/۲۰±۰/۴۲ ^a	۵/۰۰±۰/۰۰ ^a	CMC+Nano Clay+ TBHQ 100 ppm	

۴- نتیجه گیری

در این مطالعه ابتدا مقادیر ترکیبات فنلی عصاره و همچنین فعالیت آنتی اکسیدانی آن سنجیده شد. مقادیر ترکیبات فنلی، ۵۶/۴۵±۳/۲۸ میلی گرم اسید گالیک / گرم عصاره بوده و همچنین این گیاه از فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی نیز برخوردار بود. سپس ۶ تیمار مورد مطالعه شامل شاهد (فیله مرغ بدون پوشش دهی)، ۲- کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس، ۳- کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس + عصاره ۷۵۰ ppm، ۴- کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس + عصاره ۱۰۰۰ ppm، ۵- کربوکسی متیل سلولز

+ نانو ذرات رس + عصاره ۱۵۰۰ ppm، ۶- کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس + TBHQ در غلظت ۱۰۰ ppm به صورت دوره‌ای مورد ارزیابی میکروبی و شیمیایی و ارزیابی حسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه و تحلیل های شیمیایی نشان داد که به طور کلی پوشش نانوکامپوزیت به همراه عصاره سبب کندشدن روندا افزایشی شاخص های فساد اکسیداسیونی نسبت به تیمار شاهد شد و نتایج تجزیه و تحلیل های میکروبی بیانگر این موضوع است که در تمامی تیمارها افزایش بار میکروبی همراه با گذشت زمان وجود دارد، ولی این افزایش در تیمارهای حاوی عصاره کندتر صورت

5. Egan, H., Krik, R.S., Sawyer, R. 1997. Pearsons Chemical Analysis of Foods 9(edn). 609-634.
6. Fan, W.J., Sun, Y., Chen, J., Qiu, Y., Zhang, A., Chi, Y. 2010. Effects of chitosan coating an quality and shelf life of silver carp during frozen storage, *Journal of Food Chemistry*. 115: 66-70.
7. Goulas, A.E., Kontominas, M.G. 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparusaurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food chemistry*, 100: 287-296.
8. Hayes, J., Stepanyan, V., Allen, P., O'Grady, M., Kerry, J. 2010. Effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on the quality and shelf-life stability of packaged raw minced beef patties. *Meat Science*, 84: 613-620.
9. Horincar, V., Parfene, G., Bahrim, G. 2011. Evaluation of bioactive compounds in extracts obtained from three romanian marine algae species. *Romani Biotecnol Letterr*, 6:71-78.
10. Huss, H. H. 1995. Quality and quality changes in freshfish . FAO Fisheries Technical Paper No. 348, Rome, Italy.
11. Jalali, M., Ariiai, P., fattahi, E. 2015. Effect of alginate/carboxyl methyl cellulose composite coating incorporated with clove essential oil on the quality of silver carp fillet and Escherichia coli O157:H7 inhibition during refrigerated storage, *J Food Sci Technol*, 53 (7): 757-765.
12. Javadian, S. R., Shahosseini, S. R., Ariiai, P. 2017. The effects of liposomal encapsulated thyme extract on the quality of fish mince and Escherichia coli O157: H7 inhibition during refrigerated storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26 (1): 115-123.
13. Kepekçi, R., Saygideger, S. 2012. Enhancement of phenolic compound production in Spirulina platensis by two-step batch mode cultivation. *J Appl Phycol*, 24:897-905.
14. Latou, E., Mexis, S.F., Badeka, A.V., Kontakos, S., Kontominas, M. G. 2014. Combined effect of chitosan and گرفت و با افزایش غلظت نتایج بهتری مشاهده شد. تیمار کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس+ عصاره ppm ۱۵۰۰ از لحاظ شاخص شیمیایی و میکروبی و حسی تا انتهای دوره نگهداری دارای وضعیت قابل قبولی بود و این تیمار اختلاف معنی داری با تیمار کربوکسی متیل سلولز + نانو ذرات رس+ TBHQ نداشت. با اجرای این مطالعه و مطالعات مشابه در مورد کاربرد عصاره های گیاهی دارای خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی، می توان ضمن کاهش فرآورده های عامل اکسیداسیون، گامی مؤثر در جهت بهبود سلامت میکروبی، حفظ کیفیت ارگانولپتیکی گوشت در حد مطلوب و افزایش مدت ماندگاری آن برداشت و زمینه لازم را برای استفاده کاربردی از این ترکیبات در انواع گوشت ها و فرآورده های آنها فراهم کرد.

۵-منابع

1. Abdollahi, M., Rezaei, M., Farzi, G. 2014. Influence of chitosan/clay functional bionanocomposite activated with rosemary essential oil on the shelf life of fresh silver carp. *International Journal of Food Science and Technology*, 49: 811-818.
2. Ariiai, P., Tavakolipour, H., Rezaei, M., Elhamirad, M., Bahram, S. 2014. Effect of Methylcellulose Coating Enriched with Pimpinella Affinis Oil on the Quality of Silver Carp Fillet during Refrigerator Storage Condition. *Journal of Food Processing and Preservation*, ISSN. 1745-4549
3. Bagheri, R., Izadi Amoli, R., Tabari Shahndash, N. and Shahosseini, S. R. 2016. Comparing the effect of encapsulated and unencapsulated fennel extracts on the shelf life of minced common kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) and Pseudomonas aeruginosa inoculated in the mince. *Food science and nutrition*, 4(2): 216-222.
4. Donald, S., Prenzler, P.D., Autolovich, M., Robards, K. 2001. Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food chemistry Journal*, 73:73-84.

- of *Marrubium globosum* subsp. *globosum* (*Lamiaceae*) by three different chemical assays. *Biores. Technol.*, 99:4239-4246.
22. Safari, R., Shahosseini, S. R., Javadian, S. R. 2018. Antibacterial and antioxidant effects of the *Echinophora cinerea* extract on Bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fillet during two storage conditions. *J. Aquat. Caspian Sea*, 3(2):13-24.
 23. Shahosseini, S. R., Safari, R., Javadian, S. R., Habibi, F. 2019. Effect carboxymethyl cellulose coating with *Anethum graveolens* extract on oil uptake and preserving the quality of fried Bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fillet. *Journal of AquatCaspian Sea*, 4(2): 37-46.
 24. Tsao, R., Deng, Z. 2004. Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals, *Journal of Chromatography*, 812: 85-99.
 25. Tunç, S., Duman, O. 2010. Preparation and characterization of biodegradable methyl cellulose/montmorillonite nanocomposite films. *Applied Clay Science*. 48:414-424.
 26. Zargar, M., Yeganeh, S., Razavi, S. H., Ojagh, S.M. 2014. Effects of Sodium Caseinate edible coating on quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during storage in refrigerator temperature. *JFST*, 44(11).
 27. Zhao, Q.L., Kang, B.D.u., Zhao, Q., Xie, X., Huang, B., Li, J., Zhou, L., Li, L. 2008. Experimental demonstration of isotropic negative permeability in a in a three-dimensional dielectric composite. *Phys. Rev. Lett.* 101(2): 027402.
 15. Lavorgna, M., Piscitelli, F., Mangiacapra, P., Buonocore, G. 2010. Study of the combined effect of both clay and glycerol plasticizer on the properties of chitosan films. *Carbohydrate Polymers*, 82: 291-298.
 16. Maleki, M., Ariaei, P., Fallah, H. 2016. Effects of Celery Extracts on the Oxidative Stability of Canola Oil Under Thermal Condition, *Journal of food processing and preservation*, 40 (3):531-540.
 17. Natseba, A., LwaliRda, I., Kakura, E., MuyaBja, C.K., Muyoaga, J.H. 2005. Effect of prefreezing duration on quality changes in frozen Nile perch (*Latesniloticus*). *Food ResearchInternational*, 38: 469-474.
 18. Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., Hosseini, S.M.H. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120: 193-198.
 19. Petrou, S., Tziraki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I.N. 2012. Chitosan dipping or oregano oil treatments, singly or combined on modified atmosphere packaged chicken breast meat. *International journal of food microbiology*, 156(3), 264-271.
 20. Sallam, K.I. 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Journal of Food Control*, 18: 566-567.
 21. Sariku, C., Tepe, B., Daferera, D., Polissiou, M., Harmandar, M. 2008. Studies on the antioxidant activity of the essential oil and methanol extract

(Original Research Paper)

The Effect of *Spirulina platensis* Extract with Nanocomposite Coating on the Sensory Characteristics and Chicken Fillet Shelf Life During Refrigerated Storage

Sara Jafari Rad¹, Dariush Khademi Shurmasti^{2*}

1-MSc Graduated of Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.

2-Assistant Professor., Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.

Received: 22/08/2020

Accepted:21/10/2020

Abstract

In the present study, the effect of *Spirulina platensis* alga extract with carboxymethyl cellulose-nanoclay composite coating on shelf life of refrigerated chicken fillet for 9 days was investigated. Initially, the levels of phenolic compounds and antioxidant activity of different concentrations of extract and TBHQ were measured by free radical DPPH inhibition were measured. The amount of phenolic compounds in the extract of *Spirulina platensis* was 56.45 ± 3.28 mg galacic acid / g extract , and the extract also had high antioxidant activity. Then 6 treatment, including, 1: control treatments (chicken fillet without coating), 2: carboxymethyl cellulose2% + clay nanoparticles1%, 3: carboxymethyl cellulose2% + clay nanoparticles1%+ extract 750 ppm, 4: carboxymethyl cellulose2% + clay nanoparticles1% + extract 1000 ppm, 5: carboxymethyl cellulose2% + clay nanoparticles1%+ extract 1500 ppm, 6: carboxymethyl cellulose2% + clay nanoparticles1%+ TBHQ were produced, The treated samples were chemically analyzed (Peroxide value (PV), Thiobarbitic acid (TBA), free fatty acid (FFA), total volatile base nitrogen (TVB-N) and microbial (total viable counts (TVC) and total psychrotrophic counts (TPC) and also sensory evaluation were investigated. According to the results of treatments containing extracts were significantly reduced chemical changes and delaying the growth of bacteria during storage In sum, the best results were observed in carboxymethyl cellulose + clay nanoparticles + extract 1500 ppm, On day 9 of storage, TVB-N 22.45 mg/100g, FFA 1.19 % oleic acid, PV 3.21 mqe/kg oil, TBA 1.78 MDA/kg meat. which showed no significant difference with treatment of carboxymethylcellulose + clay nanoclay + TBHQ, and only the two treatments until the end of the maintenance period had acceptable microbial, chemical and sensory indices. carboxymethyl cellulose treatment + clay nanoparticles extract, it can maintain the good qualitative characteristics and increase the shelf life of chicken fillet during storage in the refrigerator as a substitute for synthetic antioxidant TBHQ.

Keywords: Chicken Fillet, Nanocomposite, Carboxy Methyl Cellulose, *Spirulina Platensis*, Shelf Life

*Correspondent Authors: dkhademi@gmail.com