کاربرد آلژینات سدیم غنی شده با اسانس آویشن به عنوان روش جدید حفظ کیفیت فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان

علی حمزه[1]، مسعود رضائی[2*]

۱- دانشجوی دکتری فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه تربیت مدرس
۲- استاد گروه فرآوری محصولات شیلاتی ، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
(تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۱٦)

چکیده

فیله های ماهی قزل آلای رنگین کمان با آلژینات سدیم غنی شده با اسانس آویشن پوشش داده شده و در یک دوره ۲۰ روزه نگهداری در یخچال (٤±۱°C) مورد ارزیابی قرار گرفتند. محلول ۳٪ آلژینات سدیم و آلژینات سدیم (۳٪) حاوی ۰/۵، ۱ و ۱/۵٪ اسانس آویشن به منظور دستیابی به بهترین درصد موثر اسانس تهیه شد. تیمارهابه صورت دوره ای تحت آزمایشهای شیمیایی شامل شاخص پراکسید (PV)، شاخص تیوباربیتوریک اسید (TBA)، اسیدهای چرب آزاد (FFA)، مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) pH و ارزیابی حسی شامل رنگ، بو، بافت و پذیرش کلی، قرار گرفتند. نتایج تجریه و تحلیل آماری نشان داد که مقادیر PV، FFA،TVB-N، رنگ و بو در تیمار آلژینات سدیم حاوی ۱٪ و ۱/۵٪ اسانس آویشن دارای کمترین مقدار را نسبت به بقیه تیمارها داشتند (p<۰/۰۵) و اختلاف معنی داری بین این دو تیمار (۱ و ۱/۵٪) دیده نشد. تیمار آلژینات سدیم حاوی ۱/۵٪ اسانس آویشن دارای کمترین تغییرات TBA بود (p<۰/۰۵). pH در نمونه های دارای پوشش به طور معنی داری کمتر از نمونه های بدون پوشش بود و در بین نمونه های دارای پوشش اختلاف معنی داری بین آنها مشاهده نشد. در بین شاخص های حسی، بافت و پذیرش کلی در تیمار حاوی اسانس آویشن دارای امتیاز بهتری بودند بطوریکه بین تیمارهای با درصدهای مختلف اسانس تغییرات معنی داری مشاهده نشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پوشش آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن باعث کاهش تغییرات شیمیایی و همچنین در بهبود وضعیت حسی فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان در طی نگهداری در شرایط سرد (c□ ٤±۱) موثر است.

کلید واژگان: آلژینات سدیم، اسانس آویشن، قزل آلای رنگین کمان، عمر ماندگاری

* مسئول مکاتبات: rezai_ma@modares.ac.ir

۱- مقدمه

چربی ماهیان منبع مهمی از اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) و امگا ۳ به طور عمده DHA (docosahexaenoic acid) و EPA (eicosapentaenoic acid) است [۱]. ماهیان چرب مثل ماهی آزاد و قزل آلا دارای میزان بالایی از اسیدهای چرب چند غیر اشباع می‌باشند که به خاطر اثرات مفیدی که اسیدهای چرب چند غیر اشباع امگا ۳ برای سلامتی دارند مصرف آنها توصیه می‌شود [۲]. اما از طرفی چربی ماهیان به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه در مقابل فسادهای ناشی از اکسیداسیون بسیار حساس بوده [۳] و دچار آسیب دیدگی می‌گردد. اکسیداسیون چربی منجر به تخریب و افت کیفیت حسی و کاهش مقدار مواد مغذی و تولید محصولات سمی اکسیداسیون می شود [٤]. ترکیبات فرار حاصل از شکسته شدن، واکنش اکسیداسیون و فساد هیدرولیتیک چربی ها (هیدروپراکسیدها، آلدئیدها، کتون ها، اسیدهای چرب و ...)، بو، طعم، رنگ، بافت، ارزش غذایی و به طور کلی کیفیت را دستخوش تغییر کرده و باعث عدم مطلوبیت آنها برای مصرف کنندگان این منبع مهم غذایی می‌شود [٥].

اقداماتی در جلوگیری و یا به تعویق انداختن فساد ماهی‌ها و فرآورده‌های آن گزارش شده است که از آن جمله می‌توان به کنترل درجه حرارت، کنترل‌های لازم در محل فرآوری، بسته بندی تحت خلاء، بسته بندی در اتمسفر تغییر یافته، افزودن آنتی‌اکسیدان و همچنین استفاده از فیلم های خوراکی [٦] اشاره کرد.

آلژینات از جلبک های قهوه ای phaeophyceae بدست می آید و همانند نشاسته و سلولز، یک پلی ساکارید است که ۱۰۰۰ – ۳۰۰۰ عدد واحد های ساختمانی مرتبط به هم دو بخش نسبتا سخت و نسبتا منعطف آن را تشکیل می دهند. از خواص کاربردی آلژینات قابلیت تشکیل ژل، پایدار کنندگی و قابلیت تشکیل فیلم می باشد. توانایی بالای آلژینات در تشکیل فیلم امکان استفاده از آن را به عنوان یک پوشش غذایی مناسب فراهم نموده است که البته حضور و همراهی ترکیبات ضد اکسیداسیون زمینه افزایش خواص نگهداری آنرا ایجاد می کنند. استفاده از اسانس های گیاهی به جای نگهدارنده های شیمیایی نگرانی های ناشی از مصرف این گونه مواد را کاهش می دهد [۷]. ترکیب، ساختار و گروه های عاملی اسانس ها نقش مهمی در فعالیت ضد میکروبی آنها ایفا می کند و معمولا ترکیباتی که دارای گروه های فنولی هستند در این بین موثرترند [۸]. اسانسهای گیاهی مثل اسانس آویشن دارای خواص آنتی اکسیدانی بوده و پتانسیل افزایش عمر ماندگاری غذاها را دارند. در بین اسانس ها، اسانس آویشن به طور افزاینده ای مورد علاقه محققان و عمل آورندگان غذا، به عنوان یک عامل ضد اکسیداسیونی و ضد میکروبی طبیعی قرار گرفته است [۹]. آویشن حاوی مقادیر زیادی از ترکیبات فنولی از جمله کارواکرول (Carvacrol)، تیمول (Thymol)، P-cymene و γ–Terpienene می باشد. اثر ضد اکسیداسیون اسانس آویشن در محصولات غذایی متعددی مثل غذاهای دریایی، گوشت خوک، گوشت پخته شده گاو، گوشت جوجه [۹] مطالعه شده است. افزودن مستقیم مواداکسیداسیونی به درون ماده غذایی ممکن است بر روی خواص حسی آن تاثیر نامطلوبی داشته باشد؛ بنابراین افزودن ماده ضدمیکروبی به درون مواد بسته بندی می تواند چنین اثراتی را کاهش دهد [۱۰].

با توجه میزان بالای تولید ماهی قزل آلا در ایران لازم است که ضمن توجه به تنوع بخشیدن به محصولات این ماهی پر طرفدار، اقداماتی نیز در جهت افزایش دوره ماندگاری آن همراه با حفظ کیفیت صورت گیرد. با توجه به تغییرات کیفی این ماهی در هنگام نگهداری به روش سرد و مشکلات استفاده از نگهدارنده های مصنوعی، کاربرد مواد طبیعی با قابلیت تجزیه زیستی برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری آنها ضرورت پیدا می کند. این عوامل سبب شده است تا بررسی پوشش خوراکی آلژینات سدیم غنی شده با اسانس آویشن بر روی یکی از شیوه های مصرف این ماهی (فیله) مورد توجه پژوهش حاضر قرار گیرد.

۲- مواد و روش ها

ماهی قزل آلای رنگین کمان به وزن ٤٥٠±٢٥ گرم به صورت زنده از یکی از استخر های پرورشی شهرستان نور خریداری شده و به آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس منتقل شدند. پس ازسر زنی، تخلیه امعا و احشا و استخوان گیری ماهیان، از هر ماهی ۲ فیله به وزن ۱۰۰±۱۰ گرم برای انجام تیمارهای مختلف آماده گردید. برای تهیه پوشش خوراکی از آلژینات سدیم تجاری (Sigma A2033) استفاده شد. محلول آلژینات سدیم از طریق انحلال ۳۰ گرم از پودر

آلزینات سدیم در ۱ لیتر آب مقطر (محلول ۳ درصد آلژینات سدیم) و همچنین محلول آلژینات سدیم حاوی ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد آویشن همراه با هم زدن و گرمای ملایم (٦٠- ۵۰ درجه سانتیگراد) تهیه شد [۱۱]. از آنجایی که پوشش آلژینات سدیم شکننده است، ۲ درصد گلیسرول نیز به عنوان نرم کننده به محلول اضافه شد [۱۲]. همزمان محلول ۲ درصد کلرید کلسیم هم تهیه گردید. فیله ها بمدت ۱ دقیقه در محلولها غوطه ور شدند، سپس آنها را از محلول خارج نموده و بمدت ۳۰ ثانیه اجازه داده شد تا آب چک انجام شود و بعد از آن بمدت ۳۰ ثانیه در محلول ۲ درصد کلرید کلسیم غوطه ور شدند تا پیوند متقاطع در پوشش القا شود [۱۳]. درانجام آزمایشهای شیمیایی، برای اندازه گیری پراکسید ۲۰ سی سی از فاز پائینی دکانتوری که از آن جهت استخراج چربی ماهی استفاده گردید را به دقت به ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری سر سمباده‌ای منتقل نموده و حدود ۲۵ میلی لیتر از محلول اسیداستیک کلروفرمی (نسبت کلروفرم به اسید استیک ۲: ۳) به محتویات ارلن اضافه شد. سپس ۰/۵ میلی لیتر از محلول یدور پتاسیم اشباع، ۳۰ میلی‌لیتر از آب مقطر و ۰/۵ میلی لیتر محلول نشاسته یک درصد به مجموعه افزوده و مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تیتر گردید [١٤]. اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید نمونه به روش رنگ سنجی صورت گرفت. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه چرخ شده ماهی به یک بالن ۲۵ میلی لیتری انتقال یافت و سپس با ۱- بوتانل به حجم رسانده شد. ۵ میلی لیتر از مخلوط فوق به لوله های خشک درب دار وارد شده و به آن ۵ میلی لیتر از معرف TBA افزوده گردید(معرفTBA به وسیله حل شدن ۲۰۰ میلی گرم از TBA در ۱۰۰ میلی لیتر حلال ۱- بوتانل پس از فیلتر شدن به دست می آید). لوله های درب دار در حمام آب با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفته و پس از آن در دمای محیط سرد شدند. سپس مقدار جذب (As) در ۵۳۰ نانومتر در مقابل شاهد آب مقطر (Ab) خوانده شد. مقدار TBA (میلی گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی) بر اساس رابطه ۳-۷ محاسبه گردید [١٤]. برای اندازه گیری اسیدهای چرب آزاد cc ۲۵ از الکل اتیلیک خنثی شده به وسیله سود نرمال به نمونه روغن اضافه گردید. سپس در مراحل بعدی با کمک ۲ تا ۳ قطره معرف فنل فتالئین و میزان مصرفی سود نرمال مقدار اسیدیته بر حسب درصد اسید اولئیک مشخص گردید [١٤]. برای اندازه گیری pH، ۵ گرم از نمونه بافت ماهی هموژن شده و با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط گردید و در نهایت pH نمونه با کمک دستگاه pH متر که در pH ٤ و ۷ استاندارد شده بود، اندازه گیری شد [۱۵]. اندازه گیری بازهای ازته فرار (TVB-N) به روش کلدال و با قرار دادن ۱۰ گرم نمونه بعلاوه۲ گرم اکسید منیزیم وافزودن ۵۰۰ سی سی آب مقطر داخل بالن و در نهایت جمع آوری بازهای ازته فرار در داخل محلول شامل اسید بوریک ٪۲ و متیل رد به عنوان شاخص و تیتر محلول زرد رنگ حاصله با اسید سولفوریک تا حاصل شدن رنگ ارغوانی، انجام شد و به صورت میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه ماهی بیان شد [١٦].

تجزیه حسی نمونه ها توسط ٦ فرد نیمه آموزش دیده انجام پذیرفت. ارزیابی نمونه ها با ارزیابی ۵ امتیازی انجام پذیرفت: امتیاز هریک از ویژگی ها به صورت زیر انجام پذیرفت: بافت(۵، بافت محکم و سفت؛ ۱، بافت خیلی نرم)؛ رنگ (۵، بدون تغییر رنگ؛ ۱؛ کاملا بی رنگ)، بو(۵، کاملا مطبوع؛ ۱، بوی فساد)؛ مقبولیت کلی (۵، کاملا مقبول؛ ۱، کاملا نامقبول) [۱۷ و۱۸]. امتیاز ٤ برای فیله ها در ارزیابی حسی برای فیله ها به عنوان حد مقبولیت برای مصارف انسانی در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ١٦ انجام شد. ابتدا بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده ازآزمون کولموگراف_اسمیرنوف (Kolomogorav – Smirnov) و سپس همگنی واریانس داده‌ها با آزمون لون (Leven) انجام گردید که نتایج این آزمون‌ها جهت آنالیز آماری داده‌های مربوط به تیمارهای آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. جهت بررسی تاثیر همزمان دو عامل زمان وپوشش خوراکی برشاخص‌های شیمیایی و میکروبی در تیمارهای مورد نظر و بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بین مقادیر حاصل از هر شاخص در زمانهای ۰ ، ۵ ، ۱۰ ، ۱۵ ، ۲۰ روز نگهداری از روش تجزیه واریانس دو طرفه و همچنین برای مقایسه میانگین‌ها در مواردی که اثر کلی تیمارها معنی‌دار شناخته شد از آزمون دانکن استفاده گردید. لازم به ذکر است که در تمامی مراحل تجزیه و تحلیل خطای مجاز برای رد Ho، ۵ درصد در نظر گرفته شد. همچنین به منظور بررسی اثر تیمارها بر خصوصیات حسی نمونه ها از آزمون کوروسکال والیس و آزمون من ویتنی یو برای پیدا نمودن اختلاف معنی دار در بین نتایج حاصل از آزمون های حسی تیمارهای مورد آزمایش استفاده گردید.

۳- نتایج

۳-۱- میزان پراکسید (PV)

میزان عدد پراکسید (PV) در همه تیمارها طی مدت نگهداری افزایش یافت ولی این افزایش در تیمار شاهد با شدت بیشتری همراه بود، به طوری‌که در روز ۱۵به بیشترین مقدار (۱۹/۸۳±۱/۳ meq/kg) خود رسید و پس از آن در انتهای دوره کاهش یافت (جدول ۱). مقایسه تیمارهای مختلف با یکدیگر نشان می‌دهد که تیمار دارای پوشش آلژینات سدیم حاوی ۱٪ و ۱/۵٪ اسانس آویشن دارای کمترین مقدار پراکسید بودند که علارغم وجود اختلاف جزئی، بین این دو تیمار اختلاف معناداری در کل طول دوره نگهداری وجود نداشت.

جدول ۱ مقادیر پراکسید (PV) برای تیمارهای مختلف نسبت به زمان بر حسب میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم چربی

تیمار	زمان نگهداری (روز)				
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
کنترل	۰/۵٤±۰/۱۱^{aC}	۰/۸٤±۰/۰۲^{aC}	۷/۲۵±۰/۱٤^{aB}	۱۹/۸۳±۱/۳^{aA}	۱٦/۲۵±۰/٦۲^{aA}
آلژینات سدیم	۰/۵٤±۰/۱۱^{aC}	۰/۷٦±۰/۰۲^{abC}	٤/۷۵±۰/۲۵^{bB}	۱۲/۰۸±۰/۹٦^{bA}	۱۳/۳۳±۱/٦۹^{bA}
آل +آو ۰/۵٪	۰/۵٤±۰/۱۱^{aC}	۰/۷۷±۰/۰٤^{bC}	۳/۵۸±۰/۲۲^{cB}	۸/۸۳±۰/۸^{cA}	۱۲/۰۰±۱/۰۰^{bcA}
آل +آو ۱٪	۰/۵٤±۰/۱۱^{aC}	۰/٦۸±۰/۰۲^{cC}	۲/٦٦±۰/۳۳^{dCB}	٤/۷۵±۰/۳۸^{dB}	۱۰/۰۰±۱/۰۰^{bcA}
آل +آو ۱/۵٪	۰/۵٤±۰/۱۱^{aD}	۰/٦۷±۰/۰۱^{cD}	۳/۰۰±۰/۱٤^{cdC}	۵/۰۸±۰/۹۸^{dB}	۸/٦٦±۰/٦٦^{cA}

میانگین ± اشتباه معیار (Mean ± Standard Error of Mean; n=3)

آل: آلژینات سدیم؛

آو: آویشن؛

حروف کوچک مشترک (در هر ستون) و بزرگ (در هر ردیف) نشان از عدم تفاوت معنی دار و حروف مختلف کوچک وجود تفاوت معنی دار در تیمارهای مختلف و حروف مختلف بزرگ وجود تفاوت معنی دار در زمان های مختلف است.

۳-۲- میزان (TBA)

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد (جدول ۲) که در همه تیمارها میزان عدد تیوبار بیتوریک اسید در طول دوره نگهداری افزایش یافته است، به طوری‌که این افزایش در تیمار کنترل با شدت بیشتری همراه بود ($p<۰/۰۵$). مقایسه بین تیمار های مختلف نشان داد که تیمار آلژینات سدیم حاوی ۱/۵٪ اسانس آویشن نسبت به تیمارهای دیگر روند افزایش کندتری طی گذشت زمان داشت بطوریکه این روند در انتهای دوره با دیگر تیمارها دارای اختلاف معناداری بود ($p<۰/۰۵$).

جدول ۲ مقادیر تیوبار بیتوریک اسید (TBA) برای تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری بر حسب میلی گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی

تیمار	زمان نگهداری (روز)				
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
کنترل	۰/۰۷±۰۰^{aD}	۰/۱۱±۰/۰۲^{aC}	۰/۱۱ ±۰/۰۲^{aC}	۰/۱۵±۰/۰۳^{aB}	۰/۱۹±۰/۰۲^{aA}
آلژینات سدیم	۰/۰۷±۰۰^{aC}	۰/۰۹±۰/۰۱^{bB}	۰/۱ ±۰/۰۱^{aB}	۰/۱۳±۰/۰۲^{abA}	۰/۱٤±۰/۰۱^{bA}
آل +آو ۰/۵٪	۰/۰۷±۰۰^{aC}	۰/۰۷±۰۰^{bcC}	۰/۰۹±۰/۰۱^{bB}	۰/۱۲±۰/۰۱^{bcA}	۰/۱۲±۰/۰۱^{cA}
آل +آو ۱٪	۰/۰۷±۰۰^{aD}	۰/۰٦±۰/۰۰^{cD}	۰/۰۸±۰۰^{cC}	۰/۱±۰/۰۲^{cdB}	۰/۱۱±۰۰^{cA}
آل +آو ۱/۵٪	۰/۰۷±۰۰^{aB}	۰/۰٦±۰۰^{cB}	۰/۰٦±۰۰^{cB}	۰/۰۹±۰۰^{dA}	۰/۰۹±۰۰^{dA}

میانگین ± اشتباه معیار (Mean ± Standard Error of Mean; n=3)

آل: آلژینات سدیم؛

آو: آویشن؛

حروف کوچک مشترک (در هر ستون) و بزرگ (در هر ردیف) نشان از عدم تفاوت معنی دار و حروف مختلف کوچک وجود تفاوت معنی دار در تیمارهای مختلف و حروف مختلف بزرگ وجود تفاوت معنی دار در زمان های مختلف است.

جدول ٣ مقادیر اسید های چرب آزاد (FFA) برای تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری بر حسب درصد اسید اولوئیک

تیمار	زمان نگهداری (روز)				
	٠	٥	١٠	١٥	٢٠
کنترل	٠/٦٢±٠/٠٢^{aE}	٠/٨١±٠/١٣^{aDE}	١/٤٥±٠/٠٢^{aCD}	٢/٢٤±٠/٠٢^{aB}	٣/٥٦±٠/٠١^{aA}
آلژینات سدیم	٠/٦٢±٠/٠١^{aC}	٠/٦٣±٠/٠٢^{aC}	١/٢٦±٠/٠٣^{abC}	٢/٠٣±٠/٠٢^{bB}	٢/٧٨±٠/٠٨^{bA}
آل +آو ٠/٥٪	٠/٦٢±٠/٠٢^{aC}	٠/٦٤±٠/٠١^{aC}	٠/٩٧±٠/٠٥^{bcC}	١/٩٣±٠/٠١^{bB}	٢/٢٥±٠/٠٢^{cA}
آل +آو ١٪	٠/٦٢±٠/٠٢^{aD}	٠/٦٤±٠/٠١^{aCD}	٠/٨٨±٠/٠٤^{bcBC}	١/٧١±٠/١^{cAB}	٢/٠٣±٠/٠٣^{dA}
آل +آو ١/٥٪	٠/٦٢±٠/٠٢^{aB}	٠/٦٢±٠/٠٢^{aB}	٠/٦٨±٠/٠٤^{cB}	١/٤٢±٠/٠٤^{dA}	١/٩٥±٠/١٦^{dA}

میانگین ± اشتباه معیار (Mean ± Standard Error of Mean; n=3)

آل: آلژینات سدیم؛

آو: آویشن؛

حروف کوچک مشترک (در هر ستون) و بزرگ (در هر ردیف) نشان از عدم تفاوت معنی دار و حروف مختلف کوچک وجود تفاوت معنی دار در تیمارهای مختلف و حروف مختلف بزرگ وجود تفاوت معنی دار در زمان های مختلف است.

٣-٣- مقادیر عدد اسید چرب آزاد (FFA)

مقادیر اسیدهای چرب آزاد طی دوره نگهداری و در تیمارهای مختلف درجدول ٣ مشاهده می‌گردد . با گذشت زمان در تمامی تیمارها مقدار اسیدهای چرب آزاد افزایش یافته به طوری‌که این افزایش در تیمار کنترل سریع‌تر از سایر تیمارها بود. مقایسه بین تیمار های مختلف نشان داد که کمترین مقدار اسیدهای چرب آزاد مربوط به تیمار دارای پوشش آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن بود. اگرچه پوشش آلژینات سدیم حاوی ١/٥٪ اسانس آویشن دارای کمترین مقدار اسید چرب آزاد بود اما در انتهای دوره اختلاف معناداری با تیمار آلژینات سدیم حاوی ١٪ اسانس آویشن نداشت.

٣-٤- مقادیر مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

مقادیر مجموع بازهای نیتروژنی فرار در تیمارهای مختلف و در طی مدت نگهداری در جدول ٤ آورده‌شده است. به طور کلی نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با گذشت زمان در تمامی تیمارها مقدار مجموع بازهای نیتروژنی افزایش یافته است به طوری‌که تیمار کنترل در انتهای دوره دارای بیشترین میزان TVB-N بود (٣٤/٠٦±٠/٩٣). مقایسه بین تیمارها نشان داد که از روز ١٠ به بعد تیمار کنترل نسبت به دیگر تیمارها میزان مجموع بازهای نیتروژنی بیشتری داشته که این افزایش معنی‌دار بوده است ($p<٠/٠٥$). همچنین میزان مجموع بازهای نیتروژنی در تیمار آلژینات سدیم حاوی ١٪ و ١/٥٪ اسانس آویشن در انتهای دوره نسبت به بقیه تیمارها به صورت معنی‌داری کمتر بود ($p<٠/٠٥$). علارغم وجود اختلاف جزئی، بین این دو تیمار اختلاف معناداری در انتهای دوره وجود نداشت.

٣-٥- مقادیر pH

مقادیر pH در جدول ٥ نشان داده شده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها بدین صورت است که در ٥ روز اول دوره تغییرات معنی داری در pH مشاهده نشده اما بعد از آن مقدار pH در کلیه تیمار ها با توجه به زمان به طور معنی داری افزایش یافت ($p<٠/٠٥$) که این روند در تیمار کنترل شدت بیشتری داشت و این تیمار در انتهای دوره دارای pH بالاتری نسبت به سایر تیمار ها بود ($p<٠/٠٥$). علارغم اینکه کمترین میزان pH مربوط به تیمار آلژینات سدیم حاوی ١/٥٪ اسانس آویشن بود اما دارای اختلاف معناداری با سایر تیمارهای دارای پوششش نبود.

جدول ٤ مقادیر عدد بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) برای تیمارهای مختلف آنتی اکسیدان نسبت به زمان میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت

تیمار	زمان نگهداری (روز)				
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
کنترل	٥/٦ ± ۰/۰٥^{aD}	۷/۰۳±۰/٤^{aD}	۱۲/۸±۰/۱۲^{aC}	۲۰/۳ ±۰/۷^{aB}	۳٤/۰٦±۰/۹۳^{aA}
آلژینات سدیم	٥/٦ ± ۰/۰٥^{aC}	٦/۳±۰/۱٥^{aC}	۱۰/۲٦±۰/۸٤^{bB}	۱۱/٦٦±۰/٦۱^{bB}	۱٥/٦۳±۰/٤٦^{bA}
آل +آو ۰/۰٪	٥/٦ ± ۰/۰٥^{aC}	٦/۳±۰/۱۱^{aC}	۹/۳۳±۰/٦۱^{bcB}	۱۰/۲٦ ±۰/٦۱^{bcB}	۱٥/٤ ±۰/۷^{bA}
آل +آو ۱٪	٥/٦ ± ۰/۰٥^{aD}	٦/۱۳±۰/۱۲^{aCD}	۷/۹۳±۰/٤٦^{bcBC}	۹/۸ ±۰/٤^{cB}	۱۲/۳٦ ±۰/۱۱^{cA}
آل +آو ۱/٥٪	٥/٦ ± ۰/۰٥^{aB}	٦/۲۳±۰/٤^{aB}	۷/٤٦±۰/٤٦^{cB}	۷/۷±۰/٤^{dB}	۱۰/۷۳ ±۰/۱۲^{cA}

میانگین ± اشتباه معیار (Mean ± Standard Error of Mean; n=3)

آل: آلژینات سدیم؛

آو: آویشن؛

حروف کوچک مشترک (در هر ستون) و بزرگ (در هر ردیف) نشان از عدم تفاوت معنی دار و حروف مختلف کوچک وجود تفاوت معنی دار در تیمارهای مختلف و حروف مختلف بزرگ وجود تفاوت معنی دار در زمان های مختلف است.

جدول ٥ مقادیر pH برای تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری

تیمار	زمان نگهداری (روز)				
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
کنترل	٦/٤±۰/۰٥^{aD}	٦/٤۲±۰/۰٦^{aD}	۷/۳۷±۰/۰٦^{aB}	۷/۱۹±۰/۰۳^{aC}	۷/٥٥±۰/۰۱^{aA}
آلژینات سدیم	٦/٤±۰/۰٥^{aC}	٦/۱٥±۰/۰۰^{dC}	٦/۸۷±۰/۰۸^{bB}	٦/۸۸±۰/۰٥^{bB}	۷/۲۹±۰/۰۳^{bA}
آل +آو ۰/۰٪	٦/٤±۰/۰٥^{aC}	٦/۲٥±۰/۰۱^{bcC}	٦/۷٦±۰/۰۱^{bcB}	٦/۸۹±۰/۰۳^{bB}	۷/۳٦±۰/۰٥^{bA}
آل +آو ۱٪	٦/٤±۰/۰٥^{aC}	٦/۳±۰/۰۰^{bC}	٦/۷۱±۰/۰۳^{bcB}	٦/٦۹±۰/۰٥^{cB}	۷/٤۰±۰/۰۳^{bA}
آل +آو ۱/٥٪	٦/٤±۰/۰٥^{aC}	٦/۲±۰/۰۱^{cdC}	٦/٥۸±۰/۰٥^{cB}	٦/٦٤±۰/۰٦^{cB}	۷/۳۰±۰/۰٦^{bA}

میانگین ± اشتباه معیار (Mean ± Standard Error of Mean; n=3)

آل: آلژینات سدیم؛ آو: آویشن؛

حروف کوچک مشترک (در هر ستون) و بزرگ (در هر ردیف) نشان از عدم تفاوت معنی دار و حروف مختلف کوچک وجود تفاوت معنی دار در تیمارهای مختلف و حروف مختلف بزرگ وجود تفاوت معنی دار در زمان های مختلف است.

۳-٦- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی (بافت، رنگ، بو، پذیرش کلی) تیمار های کنترل، آلژینات سدیم، آلژینات سدیم با ۰/۵٪ اسانس آویشن (آل+آو ۰/۵٪)، آلژینات سدیم با ۱٪ اسانس آویشن (آل+آو ۱٪)، آلژینات سدیم با ۱/۵٪ اسانس آویشن (آل+آو ۱/۵٪) در طی مدت نگهداری فیله در یخچال (روزهای ۰،۵،۱۰، ۱۵ و ۲۰) در جدول شماره ٦ مشاهده می گردد.

۳-٦-۱- بافت

در تمامی تیمارها با گذشت زمان امتیاز این شاخص کاهش یافت که البته این کاهش در تیمارکنترل با سرعت بیشتری صورت گرفت. مقایسه بین تیمارها تفاوت معنی داری را تا روز ۱۰ نشان نداد ($p>۰/۰۵$). در روز ۱۰ تیمار کنترل با سایر تیمارها تفاوت معنی داری نشان داد ($p<۰/۰۵$) و در انتهای دوره نیز تیمار کنترل با تیمارهای آلژینات سدیم و آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن تفاوت معنی داری داشت($p<۰/۰۵$). اختلاف بین تیمارهای آلژینات سدیم و آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن نیز معنی دار بود ولی در تیمارهای آلژینات سدیم حاوی درصدهای متفاوت اسانس آویشن تفاوت معنا داری مشاهده نشد.

جدول ٦ نتایج ارزیابی حسی برای تیمارهای مختلف نسبت به زمان

	تیمار	زمان نگهداری (روز)				
		۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
بافت	کنترل	۵±۰/۰۰^{aA}	۵±۰/۰۰^{aA}	۳/۱۶±۰/۱۶^{bB}	۱/۶۶±۰/۲۱^{bC}	۱/۰۰±۰/۰۰^{cC}
	آلژینات سدیم	۵±۰/۰۰^{aA}	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۰۸±۰/۲۳^{aB}	۳/۷۹±۰/۲۶^{aB}	۳/۶۲±۰/۲۸^{bB}
	آل+آو ۰/۵٪	۵±۰/۰۰^{aA}	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۰۸±۰/۲۳^{aB}	٤/۰٤±۰/۲۲^{aB}	۳/۹۵±۰/۱۶^{aB}
	آل+آو ۱٪	۵±۰/۰۰^{aA}	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۰٤±۰/۱۸^{aB}	٤/۰٤±۰/۱۹^{aB}	٤/۰۰±۰/۱۶^{aB}
	آل+آو ۱/۵٪	۵±۰/۰۰^{aA}	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۰٤±۰/۱۸^{aB}	٤/۰٤±۰/۱۹^{aB}	٤/۰۰±۰/۱۶^{aB}
رنگ	کنترل	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۹۱±۰/۰۸^{aA}	۳/۵±۰/۲۲^{bB}	۲/۵۰±۰/۲۲^{cC}	۲/۲۵±۰/۱۷^{cC}
	آلژینات سدیم	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۹۵±۰/۰٤^{aAB}	٤/۳۳±۰/۲۱^{aB}	۳/۵۰±۰/۲۲^{bB}	۳/۲۰±۰/۱۳^{bC}
	آل+آو ۰/۵٪	۵±۰/۰۰^{aA}	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۳۵±۰/۲۰^{aB}	٤/۱٦±۰/۱^{aB}	٤/۰۹±۰/۰۵^{bB}
	آل+آو ۱٪	۵±۰/۰۰^{aA}	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۳٦±۰/۲۰^{aB}	٤/۲۵±۰/۱۱^{aB}	٤/۱٦±۰/۱۰^{aB}
	آل+آو ۱/۵٪	۵±۰/۰۰^{aA}	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۳٦±۰/۲۰^{aB}	٤/۲۵±۰/۱۱^{aB}	٤/۱٦±/۱۰^{aB}
بو	کنترل	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۵۰±۰/۲۲^{aA}	۲/٤۷±۰/۱۸^{bB}	۱/۰۰±۰/۰۰^{cC}	۱/۰۰±۰/۰۰^{cC}
	آلژینات سدیم	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۷۲±۰/۱۷^{aA}	٤/۲۵±۰/۱۲^{aB}	٤/۲۰±۰/۱۲^{bB}	۳/۹٦±۰/۱٤^{bB}
	آل+آو ۰/۵٪	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۸۰±۰/۰۹^{aA}	٤/۳۱±۰/۱٤^{aB}	٤/۳۰±۰/۱۳^{aB}	٤/۱۰±۰/۰۱^{bB}
	آل+آو ۱٪	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/٦۰±۰/۲۰^{aAB}	٤/۳۷±۰/۱۳^{aB}	٤/۳۷±۰/۱۳^{aB}	٤/۱۸±۰/۱۱^{aB}
	آل+آو ۱/۵٪	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/٦۰±۰/۲۰^{aAB}	٤/۳٤±۰/۱۳^{aB}	٤/۳٤±۰/۱۳^{aB}	٤/۱۸±۰/۱۱^{aB}
پذیرش کلی	کنترل	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۸۳±۰/۱٦^{aA}	۳/٤۳±۰/۰۷^{bB}	۱/۸۳±۰/۱۰^{cC}	۱/٤۰±۰/۰۵^{cD}
	آلژینات سدیم	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۹۱±۰/۰۸^{aA}	٤/۱۲±۰/۰۸^{aB}	۳/۵۸±۰/۰۸^{bC}	۳/۵۸±۰/۰۸^{bC}
	آل+آو ۰/۵٪	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۹۳±۰/۰٦^{aA}	٤/۲۵±۰/۱۱^{aB}	٤/۱٦±۰/۱۰^{aB}	٤/۰٤±۰/۰٤^{aB}
	آل+آو ۱٪	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۹۳±۰/۰٦^{aA}	٤/۲۵±۰/۱۱^{aB}	٤/۰۸±۰/۰۸^{aBC}	۳/۹۸±۰/۰۹^{aC}
	آل+آو ۱/۵٪	۵±۰/۰۰^{aA}	٤/۹۳±۰/۰٦^{aA}	٤/۰۳±۰/۰۲^{aB}	٤/۱٦±۰/۱۰^{aB}	٤/۰۸±۰/۰۸^{aB}

a، b و c حروف کوچک در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح $p < 0.05$ در تیمارهای مختلف در طول زمان است.

A، B و C حروف بزرگ در هر ردیف، نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح $p < 0.05$ در طول زمان در تیمارهای مختلف است.

۳-٦-۲- رنگ

برای تمامی تیمارها این شاخص در طول دوره نگهداری کاهش یافت اما این کاهش در تیمار کنترل نسبت به بقیه تیمارها با شدت بیشتری صورت گرفت. همانطور که در جدول مشاهده می شود کمترین تغییرات مربوط به تیمار آلژینات سدیم حاوی ۱و ۱/۵ ٪ اسانس آویشن بود و بین این دو تیمار اختلاف معنا داری دیده نشد.

۳-٦-۳- بو

در تمامی تیمارها با گذشت زمان امتیاز این شاخص کاهش یافت که البته این کاهش در تیمارکنترل با سرعت بیشتری صورت گرفت. مقایسه بین تیمارها تفاوت معنی داری را تا روز ۱۰ نشان نداد ($p>۰/۰۵$). در روز ۱۰ تیمار کنترل با سایر تیمارها تفاوت معنی داری نشان داد ($p<۰/۰۵$). همانطور که در جدول مشاهده

می شود کمترین تغییرات مربوط به تیمار آلژینات سدیم حاوی ۱و ۱/۵ ٪ اسانس آویشن بود و بین این دو تیمار اختلاف معنا داری دیده نشد.

۳-٦-٤- پذیرش کلی

همانطور که در جدول مشاهده می شود تیمار ها تا روز ۱۰ تفاوت معناداری را نشان ندادند و از روز ۱۰ تیمار کنترل تفاوت معناداری را با بقیه تیمار ها نشان داد. در انتهای دوره بیشترین امتیاز مربوط به تیمار آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن بود و در بین تیمار های با درصد متفاوت آویشن اختلاف معناداری مشاهده نشد.

٤- بحث

٤-١- میزان پراکساید (PV)

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود میزان اولیه پراکساید ۰/٥٤ میلی اکی والان گرم O_2 در کیلوگرم چربی بود که در طی دوره نگهداری برای همه تیمارها افزایش یافت که این افزایش در تیمار کنترل شدت بیشتری داشته است بطوریکه بیشترین مقدار آن در روز ۱۵ بود و پس از آن در انتهای دوره میزان آن کاهش یافت. کاهش میزان پراکساید برای تیمار کنترل در انتهای دوره را می توان بدلیل شکسته شدن پراکسید ها به ترکیبات ثانویه دانست [۱۹]. کمترین میزان پراکسید در انتهای دوره مربوط به تیمار آلژینات سدیم حاوی ۱/۵٪ اسانس آویشن بود که دلیل آن را می توان به خواص آنتی اکسیدانی آلژینات سدیم و اسانس آویشن و اثر هم افزائی (Synergist) آنها دانست.

٤-٢- میزان تیوباربیتوریک اسید (TBA)

مطابق جدول ۲، میزان TBA برای کلیه تیمارها در کل دوره نگهداری پائین بود که نتایج مشابهی در مطالعه Ozogul و همکاران (۲۰۰۵) بر روی مار ماهی اروپائی دیده شد[۲۰]. همچنین، تغییرات معنی دار برای تیمار کنترل و تیمار حاوی پوشش آلژینات سدیم از روز ۵ شروع شد. میزان TBA در تیمار آلژینات سدیم حاوی ۱/۵ ٪ اسانس آویشن در انتهای دوره به طور معنی داری کمتر از بقیه تیمار ها بود (P< ۰/۰۵).

افزایش میزان TBA تیمار ها در طول دوره را می توان به خاطر اکسیداسیون لیپید و تولید متابولیتهای فرار در حضور اکسیژن دانست (۲۱). کم بودن TBA در تیمار حاوی پوشش آلژینات سدیم رامی توان به خاطر ممانعت پوشش از نفوذ اکسیژن دانست (۲۰،۱۰). اما کم بودن TBA برای تیمار آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن را می توان به خاطر اثر آنتی اکسیداسیونی اسانس و همچنین اثر هم افزائی (Synergistic) بین پوشش آلژینات سدیم و اسانس آویشن دانست [۹].

نتایج این تحقیق مطابق نتایج تحقیقات Kostaki و همکاران (۲۰۰۹)، Lu و همکاران (۲۰۰۹)، Chidanandaiah و همکاران (۲۰۰۷) و Yu و همکاران (۲۰۰۷) بوده است [۱۳ و۹و۱۱].

نتایج حاصل از PV و TBA نشان داده که این پوشش ها دارای اثر آنتی اکسیدانی هستند و پوشش آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن دارای اثر آنتی اکسیدانی بیشتری نسبت به پوشش آلژینات سدیم دارد.

٤-٣- میزان اسیدهای چرب آزاد (FFA)

در مطالعه حاضر، براساس نتایج به دست آمده (جدول ۳) میزان اسیدهای چرب آزاد با گذشت زمان در تمامی تیمارها افزایش یافت که این افزایش در تیمار کنترل شدت بیشتری داشت. در مقایسه تیمارها طی گذشت زمان نیز مشاهده شد که تا روز ۱۰ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف دیده نشد (P>۰/۰۵). کمترین میزان FFA در طول دوره مربوط به تیمارهای آلژینات سدیم حاوی ۱ و ۱/۵ ٪ اسانس آویشن بود، اگرچه FFA در تیمار آلژینات سدیم حاوی ۱/۵ ٪ اسانس آویشن کمتر از ۱ ٪ بود اما این اختلاف معنی دار نبود (P>۰/۰۵). این مطلب نشان دهنده این است که دو سطح ذکر شده از لحاظ تاثیر گذاری در روند کاهش و به تاخیر انداختن هیدرولیز چربی مشابه هم عمل کرده و اثر یکسانی دارند. در مطالعات دیگراز جمله Kolakowska و همکاران (۲۰۰٦) نیز طی مدت نگهداری میزان اسیدهای چرب آزاد افزایش یافتند(٤). در مطالعه Rezaei و همکاران (۲۰۰۸) در طی مدت ۲۰ روز نگهداری قزل آلای رنگین کمان به طور معناداری افزایش یافت[۲۲]. در مطالعه Ozyurt و همکاران (۲۰۰۹) میزان اسیدهای چرب آزاد طی مدت نگهداری به طور

معناداری افزایش یافت، به طوریکه در انتهای دوره به ترتیب به مقادیر ١/١٢ و ١/٤٠ درصد اسید اولئیک رسید [٢٣]. شکل گیری FFA طی نگهداری کوتاه مدت به علت کاتالیز شدن چربیها توسط آنزیمهای داخلی(عمدتاً لیپاز و فسفولیپاز) صورت می-گیرد [٢٤]. نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعات ذکر شده مطابقت داشت.

٤-٤- مجموع بازهای نیتروژنی فرار(TVB-N)

میزان TVB-N به میزان باکتری و در نتیجه به تخریب باکتریایی وابسته است. تجزیه و تخریب ماهی یک فرآیند پروتئولیتیک پیش رونده است که غالبا توسط فعالیت میکروارگانیسم ها و به میزان کمتر توسط آنزیم های اتولیتیک انجام می شود [٢٥]. Gimenez و همکاران (٢٠٠٢) و Ojagh و همکاران (٢٠١٠) گزارش کردند که میزان $^{mgTVB-N/100g}$ ٢٥ بالاترین سطح مورد قبول برای TVB-N است[١٨]. در مطالعه حاضر میزان TVB-N برای نمونه های دارای پوشش در کل دوره کمتر از این مقدار بود در حالیکه میزان آن در نمونه های کنترل از حد مجاز آن بالاتر رفت. همانطوریکه در جدول ٤ مشاهده می شود با گذشت زمان در تمامی تیمارها میزان TVB-N افزایش یافته است. در ٥ روز اول تغییرات معنی داری در میزان TVB-N بین تیمار ها مشاهده نشد اما از روز ١٠ تا پایان دوره میزان آن در تیمار کنترل نسبت به بقیه تیمارها به طور معنی داری افزایش یافت ($p<٠/٠٥$). کمترین میزان TVB-N مربوط به تیمار آلژینات سدیم حاوی ١٪ و ١/٥٪ اسانس آویشن بود. افزایش میزان TVB-N در طول دوره نگهداری را با فعالیتهای باکتری های مولد فساد و آنزیم های درونی می توان مرتبط دانست [١٧] و از آنجایی که TVB-N عمدتا در اثر تجزیه باکتریایی گوشت ماهی ایجاد می شود، افزایش بار باکتریایی در طول دوره را نیز می توان دلیلی برای این مورد دانست [١٨و١٤] . کمتر بودن میزان TVB-N در تیمار آلژینات سدیم حاوی ١٪ و ١/٥٪ اسانس آویشن نسبت به بقیه تیمارها را می توان به دلیل کمتر بودن جمعیت باکتریی تیمارهای مذکور و هم چنین کاهش ظرفیت باکتری ها برای دآمیناسیون اکسیداتیو و ترکیبات نیتروژنی غیر پروتئینی (NPN) به دلیل تاثیر پوشش آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن بر روی فیله ها عنوان کرد [١٧و ١٨]. همچنین کم بودن میزان TVB-N و ممانعت از تولید آن در این تیمارها را می توان به خاطر اثر هم افزائی (Synergistic) بین پوشش آلژینات سدیم و اسانس آویشن و نیز اثر ضد باکتریایی آویشن به خاطر ترکیبات فنولی آن مثل تیمول و کارواکرول دانست [٢٦]. نتیجه تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات Kostaki و همکاران (٢٠٠٩)، Kykkidou و همکاران (٢٠٠٩) و Lu و همکاران (٢٠٠٨) مطابقت داشت [٢٦و ١١و ٩] .

٤-٥- میزان pH

همانطور که در جدول ٥ مشاهده می شود pH اولیه فیله ها در حدود ٦/٤ ثبت شد، pH عضله ماهی زنده در حدود ٧ می باشد که پس از مرگ بین ٦ تا ٧/١ متغیر است که بستگی به فصل صید، نوع گونه و ... دارد. در ادامه دوره نگهداری بجز در تیمار کنترل یک کاهش جزئی در pH در ٥ روز اول مشاهده شد اما پس از آن، روند pH در کلیه تیمارها به سمت افزایشی تغییر کرد این روند در تیمار کنترل نسبت به بقیه تیمارهای دارای پوشش به طور معنی داری ($p<٠/٠٥$) بیشتر بود. عدم افزایش pH در ٥ روز اول را می توان به تجمع CO_2 ناشی از عدم حلالیت CO_2 در فیله ها و یا به عبارتی حلالیت CO_2 در فاز آبی عضلات و در نتیجه تشکیل اسید کربنیک نسبت داد. هم چنین کاهش pH در شروع دوره نگهداری می تواند به دلیل افزایش CO_2 اتمسفر نیز باشد [٩].افزایش CO_2 و در نتیجه کاهش pH می تواند از فعالیت باکتری ها و درنتیجه شکستن پروتئین ها و تشکیل آمین ها جلوگیری کند و از سویی دیگر به ممانعت از فعالیت پروتئازهای داخلی نیز کمک کند [١٧]. افزایش pH از روز ٥ به بعد در هر یک از تیمار های کنترل و حاوی پوشش آلژیناتی را می توان به خاطر افزایش تولید بازهای فرار مثل آمونیاک، تری متیل آمین و ... به خاطر فعالیتهای آنزیمی باکتری ها و آنزیم های درونی دانست [١٧و ٩]. کمتر بودن pH فیله های دارای پوشش (آلژینات سدیم و آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن) در کل دوره نگهداری را نیز می توان به خاطر پتانسیل بازدارندگی فعالیت باکتری ها و پروتئازهای آنزیمی توسط پوشش ها دانست [١٧]. نتایج مشابهی در تحقیق Lu و همکاران (٢٠٠٨)، Fan و همکاران (٢٠٠٩)، Manju و همکاران (٢٠٠٧) بدست آمد

بطوریکه اینها یک کاهش اولیه در pH و سپس افزایش آن را در ادامه دوره نگهداری مشاهده کردند[۱۱و ۱۷].

٤-٦- ارزیابی حسی

در ابتدای دوره همه تیمارها دارای بافت محکم و سفت بوده اما در انتهای دوره وضعیت بافت در تیمار کنترل نرم بود و بهترین وضعیت بافت مربوط به تیمارهای آلژینات سدیم حاوی درصدهای متفاوت اسانس آویشن بود و همانطور که در جدول ۸ مشاهده می شود اختلاف معنا داری بین تیمارهای آلژینات سدیم با درصدهای متفاوت اسانس آویشن دیده نشد. با توجه به گذشت زمان تغییر رنگ در کلیه تیمارها مشاهده شد اما در انتهای دوره تیمار دارای آلژینات سدیم حاوی ۱ و ۱/۵ ٪ اسانس آویشن وضعیت بهتری نسبت به کلیه تیمارها داشتند و اختلاف بین این دو تیمار (۱ و ۱/۵٪) معنا دار نبود. شاخص بو نیز وضعیتی شبیه رنگ داشت و در این مورد هم تیمار آلژینات سدیم حاوی ۱ و ۱/۵ ٪ اسانس آویشن وضعیت بهتری نسبت به بقیه تیمارها داشتند و اختلاف بین این دو تیمار (۱ و ۱/۵٪) نیز معنا دار نبود. در مورد شاخص پذیرش کلی بهترین وضعیت در انتهای دوره مربوط به تیمار آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن بود و اختلاف معنا داری بین تیمارهای حاوی درصدهای متفاوت اسانس وجود نداشت.

روند تغییر وضعیت صفات ارزیابی حسی در تیمارها طی مدت نگهداری هماهنگ و همسو با تغییرات اکسیداسیون در تیمارهای مورد آزمایش می باشد. که می توان گفت به خاطر این 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 شود(٦). واز طرفی افزایش هیدرولیز چربی وتجمع FFA منجر به کاهش برخی شاخص‌های مقبولیت محصول می‌شود زیرا FFA مشخصاً اثبات شده که روی ثبات پروتئین‌ها تاثیر دارد و موجب تخریب بافت از طریق واکنش دادن با پروتئین‌ها می‌شود که اکسید شدن پروتئینها در این وضعیت به علت افزایش دسترسی پروتئین به اکسیژن و دیگر مولکولهای پراکساید سریعتر از چربیهایی که جزء چربیهای با وزن مولکولی بالا هستند(مثل تری گلیسریدها و فسفولیپیدها) اتفاق می افتد [۲۷].

بهبود خصوصیات حسی می تواند به خاطر اثر پوشش آلژینات سدیم و اسانس آویشن و اثر هم افزائی آنها باشد. چون این پوشش یک مانع خوب برای ورود اکسیژن است و می تواند اکسیداسیون لیپیدها را در غذاها کاهش دهد و در نتیجه می تواند طعم، بافت، رنگ و مقبولیت کلی بهبود بخشد [۲٦].

Krochta و همکاران (۱۹۹٤) کلوچه های گوشتی حاصل از گوشت خوک را با آلژینات سدیم پوشش دادند و عنوان کردند در مقایسه با تیمارهای بدون پوشش طعم و بافت بهتری داشتند [۲۸]. Williams و همکاران (۱۹۷۸) گزارش کردند استیک های حاصل از گوشت گاو دارای پوشش آلژینات سدیم به طور معناداری دارای رنگ بهتری نسبت به استیک های بدون پوشش بودند [۲۹]. Ronald و همکاران (۱۹۸۱) نیز عنوان کردند که کلوچه های گوشتی حاصل از گوشت جوجه که با آلژینات کلسیم پوشیده شدند وضعیت مطلوبتری از لحاظ بافت، طعم، آبدار بودن و پذیرش کلی نسبت به تیمار بدون پوشش داشتند [۳۰].El-Ebzary و همکاران (۱۹۸۱) گزارش کردند که پوشش گوشت بوفالو با آلژینات سبب بهبود بافت و رنگ گوشت در طی نگهداری منجمد شده است [۳۱].

اسانس ها وقتی به فیلم های خوراکی اضافه می شوند به آهستگی به سطح مواد غذایی رها می شوند بنابر این در یک مدت زمان طولانی و در یک غلظت بالا بر روی مواد غذایی باقی می مانند و از این طریق باعث حفظ کیفیت مواد غذائی می شوند [۳۲].

Kostaki و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که فیله های Sea bass حاوی اسانس آویشن دارای وضعیت بو و مزه بهتری نسبت به تیمار کنترل در طی نگهداری بودند [۹]. Kykkidou و همکاران (۲۰۰۹) عنوان کردند که فیله های Sword fish حاوی اسانس آویشن وضعیت مطلوبی در بو، مزه و پذیرش کلی این فیله ها در طی نگهداری در دمای ٤ درجه سانتیگراد داشتند [۲٦].

۵- نتیجه گیری

نتایج تجزیه و تحلیل‌های شیمیایی نشان داد که به طور کلی پوشش آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن سبب کند شدن روند افزایشی شاخص‌های فساد اکسیداتیو نسبت به تیمار شاهد شد،

گرچه در انتهای دوره تیمار آلژینات سدیم حاوی ۱ و ۱/۵٪ اسانس آویشن نسبت به سایر تیمارها در تمامی مقادیر شاخص-های فساد اکسیداتیو میزان کمتری داشت و در مجموع دچار فساد اکسیداتیو نشد. نتایج ارزیابی حسی نیز بیانگر این مطلب است که تیمارهای آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن به صورت کلی وضعیت بهتری نسبت به تیمار شاهد داشتند. با توجه به نتایج بدست آمده می توان نتیجه گیری کرد که به طور کلی پوشش ماهی قزل آلای رنگین کمان با آلژینات سدیم حاوی اسانس آویشن سبب حفظ کیفیت ماهی از لحاظ شاخص های کیفی شیمیایی وحسی در یخچال نسبت به نمونه بدون پوشش می شود.

٦- منابع

[1] Lin, C. C. and Liang, J. H. 2002. Effect of antioxidants on the oxidative stability of chicken breast meat in a dispersion system. Food Science. 67, 530-533.

[2] Navarro-Garcia, G., Pacheco-Aguilar, R., Bringas-Alvaradol, L. and Ortega-Garcia, J. 2004. Characterization of the lipid composition and natural antioxidants in the liver of Dasyatis brevis and Gymnura marmorata rays. Food Chemistry. 87, 89-96.

[3] Viscidi, K. A., Dougherty, M. P., Briggs, J. and Camira, M. E. 2004. Complex phenolic compounds reduce lipid oxidation in extruded oat cereals. Lebensmittel Wissenschaft Und-technologie. 37(7), 789-796.

[4] Kolakowska A., Zienkowicz L., Domiszewski Z., Bienkiewicz G. 2006. Lipid changes and Quality of whole of whole- and gutted Rainbow trout during storage in ice. Acta Ichthyologicaet Piscatoria, 36 (1), 39-47.

[5] Sakanaka, S., Tachibana Y. and Okada, Y. 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (Kakinoha-cha). Food Chemistry. 89(4), 569-575.

[6] Ve´ronique coma. 2008. Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. Meat Science, 78, 90–103.

[7] Holley R. A., and Patel D. 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials: A Review. Food Microbiology, 22, 273–292.

[8] Dorman, H. J. D., & Deans, S. G. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. Applied Microbiology, 88, 308–316.

[9] Kostaki M., Giatrakou V., Savvaidis I. N., Kontominas M. G. 2009. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. Food Microbiology, 26, 475-482.

[10] Hosseini, M. H., Razavi S. H., Mousavi M. A. 2009. Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan-based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils. Food Processing and Preservation, 33, 727-743.

[11] Lu F., Liu D., Ye X., Wei Y., Liu F. 2009. Alginate–calcium coating incorporating nisin and EDTA maintains the quality of fresh northern snakehead (*Channa argus*) fillets stored at 4 °C. Science of Food and Agriculture. 89, 848-854.

[12] Rojas-Grau M. A., Tapia M. S., Rodrı´ guez F. J., Carmona A. J., Martin-Belloso O. 2007. Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning. Food Hydrocolloids, 21, 118-127.

[13] Yu X. L., Li X. B., Xu X. L., Zhou G. H. 2007. Coating with Sodium Alginate and its Effects on the Functional Properties and Structure of Frozen Pork. Muscle Foods. 19, 333-351.

[14] Egan H., Kirk R. S., Sawyer R. 1997. Pearson's Chemical Analysis of Food. 9th Edition. Longman Scientific and Technical, 609-634.

[15] Ibrahim Sallam, K. 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food Control, 18, 566–575.

[16] Jeon Y.J., Kamil J.Y.V.A., Shahidi F. 2002. Chitosan as an Edible Invisible Film for Quality Presevation of Herring and Atlantic

Cod. Agricultural and Food Chemistry. 50, 5167-5178.

[17] Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., Chi, Y. 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. Food Chemistry, 115, 66-70.

[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] Rezaei M., Hosseini S. F. 2008. Quality Assesssment of Farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) during Chilled Storage. Food Science, 73, 93-96.

[20] Ozogul Y., Ozyurt G., Ozogul F., Kuley E., Polat A. 2005. Freshness Assessment of European Eel (*Anguilla anguilla*) by Sensory, Chemical and Microbiological Methods. Food Chemistry, 92,745-751

[21] Chidanandaiah. Keshri R. C., Sanyal M. K., 2007. Effect of sodium alginate coating with preservatives on the quality of meat patties during refrigerated (4 ± 1 □C) storage. Muscle Foods, 20, 275–292.

[22] Rezaei M., Hosseini S.F., Ershad Langrudi H., Safari R., Hossein s.v. 2008. Effect of delayed icing on quality changes of iced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Chemistry, 106, 1161–1165.

[23] Ozyurt G., Kuley E., Ozkutuk S., Ozogul F. 2009. Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (*Mullus barbatus*) and goldband goatfish (Upeneus moluccensis) during storage in ice. Food Chemistry, 114, 505–510.

[24] Losada, V., Barros-Velazques, J. and Aubiurg, S., 2007: Rancidity development hn frozen fish: Influence of slurry ice as preliminary chilling treatment. LWT,40(6): 991-999.

[25] Ocaño-Higuera V. M., Marquez-Ríos E., Canizales-Dávila M., Castillo-Yáñez F. J., Pacheco-Aguilar R., Lugo-Sánchez M. E., García-Orozco K. D., Graciano-Verdugo A. Z. 2009. Postmortem changes in cazon fish muscle stored on ice. Food Chemistry, 116, 933–938.

[26] Kykkidou S., Giatrakou V., Papavergou A., Kontominas M. G., Savvaidis I. N., 2009. Effect of thyme essential oil and packaging treatments on fresh Mediterranean swordfish fillets during storage at 4 C. Food Chemistry, 115, 169–175.

[27 Rodriguez A., Carriles N., M. Cruz J., P. Aubourg. 2008. Changes in the of farmed salmon (*Oncorhynchus kisutch*) with previous storage in slurry ice (-1.5 ^{0}C). LWT-Food Science and Technology, 41, 1726-1732.

[28] Krochta, J.M., Baldwin, E.A. and Nisperos-carriedo, M.O. 1994. Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. Technomic publishing Co-Inc., Lancaster, PA.

[29] Williams SK , Oblinger JL , West RL. 1978. Evaluation of a calcium alginate film for use on beef cuts. Food Scienc. 43, 292 – 296.

[30] Roland, L.M., Sseideman, S.C., Donnelly, L.S. and Quenzer, N.M. 1981. Physical and sensory properties of chicken patties made with varying proportions of white and dark spent fowl muscle. Food Science. 46, 834–837.

[31] El-ebzary, M.M., Askar, A.A., El-dashhouty, M.S. and El-baki, M.M.A. 1981. Evaluation of alginate coatings for frozen stored buffalo meat cut. Gordian, 81, 287–292.

[32] Pranoto Y., Salokhe V. M., Rakshit S. K. 2005. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. Food Research International 38, 267–272.

Sodium alginate with added thyme essential oil as a new method coating for rainbow trout fillet

Hamzeh A.[1], Rezaei M.[2*]

1. PhD. Student, Seafood Processing Department, Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran
2. Prof., Dept. Seafood Processing Department, Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

(Received: 92/11/27 Accepted: 93/2/16)

The effects of sodium alginate coating with added thyme oil on quality of rainbow trout fillet (*oncorhynchus mykiss*) during chilled storage (4 ± 1^0C) were examined over a period of 20 days. A solution of sodium alginate (3%) and sodium alginate with thyme oil (sodium alginate 3% + 0.5, 1 & 1.5% thyme oil) was used for coating. The control and the coated fish fillet samples were analysed periodically (every 5 days by 20 days) for chemical (PV, TBA, FFA, TVB-N & pH) and sensory characteristics. Statistical analyses showed that pH, texture and overall acceptability in coated samples were significantly better than the uncoated samples as there was no significant difference between all coated samples. Fillets with sodium alginate enriched with 1% and 1.5% thyme essential oil had least amount of PV, FFA, TVB-N, colour and odour. The fillets with sodium alginate enriched with 1.5% thyme essential oil had least amount of TBA. The results showed that the effect of the sodium alginate coating enriched with thyme oil on the fish fillet samples was to enable the good quality characteristics to be retained for longer period of time and to extend the shelf life during the chilled storage.

Keyword: Sodium alginate, Thyme oil, Rainbow trout, Shelf-life;

[*] Corresponding Author E-Mail Address: rezai_ma@modares.ac.ir