



نگهداری فیله ی فیل ماهی با پوشش حاوی عصاره جلبک *Spirulina* در دمای $\pm 4^{\circ}\text{C}$ درجه ی سانتیگراد

زینب عبدالمهی چله بری^۱، زهرا لطیفی^{۲*}، نرگس مورکی^۳، ژاله خوشخو^۴

۱- دانش آموخته ی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، مازندران، ایران.

۳- عضو هیئت علمی گروه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران.

۴- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۳

کلمات کلیدی:

پوشش،

عصاره،

جلبک اسپیرولینا (*Spirulina*).

فیل ماهی (*Huso huso*).

کیتوزان.

DOI: 10.52547/fsct.18.121.27

DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.121.10.4

* مسئول مکاتبات:

yasamin.latifi131@yahoo.com

ماهی یکی از منابع مهم و باارزش پروتئین، چربی و انرژی به شمار می آید ولی بسیار فسادپذیر است و نسبت به سایر غذاهای گوشتی سریع تر فاسد می شود. مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر پوشش کیتوزان حاوی عصاره ی جلبک *Spirulina* بر حفظ کیفیت فیله تازه ماهی *Huso huso* در زمان نگهداری در یخچال انجام شد. فیله های تازه ماهی با محلول کیتوزان (۱ درصد) حاوی ۱ درصد عصاره جلبک، تیمار شده و در یخچال ذخیره شدند. آزمایشات میکروبی و شیمیایی شامل بار کل باکتریایی و باکتری های سرمادوست، pH، TBA و همچنین ارزیابی حسی به صورت دوره ای برای همه نمونه ها انجام شد و برای عصاره ی جلبک DPPH اندازه گیری شد. برای نمونه های دارای پوشش حاوی عصاره ی جلبک، میزان بار باکتریایی کل $2/56 \times 10^6$ cfu/ml بود و در روز پنج هنوز در دامنه قابل قبول برای مصارف انسانی قرار داشت ولی در نمونه های شاهد $3/81 \times 10^7$ cfu/ml در روز پنج بود که فراتر از حد مجاز می باشد. مقادیر باکتری های سرمادوست برای تیمار شاهد به صورت معنی داری افزایش بیشتری نسبت به تیمار دارای پوشش کیتوزان حاوی عصاره داشت و مقادیر TBA در فیله های شاهد از تیمار اول به طور معنی داری بیشتر بود در صورتی که مقادیر pH در نمونه شاهد با نمونه تیمار شده، افزایش معنی دار نداشت. این بررسی نشان داد که با استفاده از پوشش کیتوزان حاوی عصاره جلبک می توان از رشد باکتری ها در فیله های تازه ماهی جلوگیری کرده و ویژگی های حسی آن شامل بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی را نیز تا حدود زیادی حفظ کرده و موجب افزایش دوره نگهداری ماهی در یخچال شد.

۱- مقدمه

ماهی یکی از منابع مهم و با ارزش پروتئین، چربی و انرژی به شمار می آید. در این میان چربی ماهیان منبع مهمی از اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه و امگا ۳ به خصوص EPA و DHA می باشند. ماهیان از غذاهای بسیار فسادپذیر هستند و نسبت به سایر غذاهای گوشتی سریع تر فاسد می شوند [۱]. فساد ماهی را می توان به دو دسته کلی فساد باکتریایی و شیمیایی (اتولیتیک) طبقه بندی کرد. وجود چربی های چندغیراشباع در بدن ماهی از نظر رژیم غذایی انسان مطلوب است ولی در عوض این چربی ها، ماهی را در مقابل اکسیداسیون و هیدرولیز بسیار آسیب پذیر نموده است [۲]. با این حال سرعت فسادپذیری بالا در ماهی و استعداد ذاتی اکسیداسیون و تغییر رنگ بافت ماهی سبب می گردد تا دوره ماندگاری آن محدود باشد. اکسیداسیون لیپید منجر به ایجاد طعم و رایحه ی نامطلوب، از دست دادن اسیدهای چرب غیراشباع، رنگدانه ها و ویتامین های محلول در چربی و کاهش قابلیت پذیرش توسط مشتری می شود [۳]. از ویژگی هایی که سبب می شود مصرف کننده، محصولات گوشتی را نپذیرد می توان به ظاهر نامطلوب و نیز ایجاد رایحه و بوی نامناسب در آن اشاره کرد. تخریب آرومایی اغلب به واسطه ی بازهای فرار تندی که از اکسیداسیون لیپید حاصل می شود، به وجود می آید و نیز تغییر رنگ گوشت تازه زمانی رخ می دهد که اکسی میوگلوبین قرمز به مت میوگلوبین قهوه ای رنگ تبدیل می شود [۴]. نگهداری ماهی در یخچال سبب کاهش سرعت فعالیت های آنزیمی و شیمیایی خواهد شد اما به دلیل عدم توانایی دمای یخچال برای کاهش دمای ماهی به مقدار لازم تغییرات نامطلوبی از جمله اکسیداسیون و هیدرولیز چربی به آرامی صورت گرفته و باعث کاهش کیفیت محصول می گردد [۵]. برای این مشکل راه حل هایی وجود دارد و پوشش های غذایی با مواد خوراکی به عنوان یک روش مؤثر برای بهبود کیفیت مواد غذایی گزارش شده اند [۶]. تاکنون تشکیل فیلم و ویژگی های آن در مورد پلی ساکاریدهایی مثل: نشاسته و مشتقات آن، صمغ های گوناگون میکروبی و گیاهی، کیتوزان، پکتین ها و آلژینات بررسی شده است. کیتوزان به دلیل خواص تشکیل فیلم و خواص منحصر به فرد افزایش ویسکوزیته به محض آب گیری، قابلیت استفاده در بسته بندی مواد غذایی به ویژه به عنوان پوشش و فیلم خوراکی را دارا می باشد. برای

فیلم های کیتوزان برخی خواص کاربردی شامل خواص آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی، نفوذناپذیری در برابر عبور اکسیژن گزارش شده است [۷]. فیلم های کیتوزان دارای ویژگی های مکانیکی مطلوبی هستند، انعطاف پذیرند و به سختی پاره می شوند. این فیلم ها همچنین دارای نفوذپذیری متوسطی به بخار آب بوده و ممانعت کنندگی بسیار خوبی را نسبت به اکسیژن نشان می دهند. کیتوزان پلیمری کربوهیدراتی است که در نتیجه ی حذف گروه استیل از کیتین (ترکیب عمده پوست سخت پوستانی مانند خرچنگ و میگو که پس از سلولز دومین بیوپلیمر فراوان در طبیعت می باشد، به دست می آید [۸]. کیتوزان دارای خاصیت تشکیل فیلم می باشد می توان از آن در تولید فیلم ها و پوشش های خوراکی استفاده نمود [۹]. طلوعی و همکاران در سال ۱۳۹۱ نیز مشاهده کردند که با به کارگیری پوشش کیتوزان غنی شده با آلفا-توکوفرول شدت فساد اکسایشی در ماهی قزل آلا کاهش می یابد [۱۰].

تاکنون مکمل های طبیعی و مصنوعی زیادی جهت حذف رادیکال های آزاد مورد استفاده قرار گرفته اند. به واسطه اثرات جانبی منفی آنتی اکسیدان های مصنوعی، بیش تر از مکمل های طبیعی استفاده می شود. در بین جنس های مختلف جلبکی دو گونه ی *Chlorellaceae* و *Spirulina* به واسطه اهمیت شان در تغذیه انسان و همچنین قابلیت آنتی اکسیدانی شان بیش تر مورد توجه قرار گرفته اند [۱۱].

استفاده از عصاره ی جلبک به عنوان افزودنی غذایی فواید زیادی از جمله: افزایش کیفیت، سلامت و خوش طعم شدن غذا، افزایش رشد و ایمنی آبزیان، بهبود فلور طبیعی معده و روده، افزایش تولید شیر در دام های اهلی و غیره دارد. از نظر ارزش غذایی پودر جلبک *Spirulina* از ۶۵ درصد پروتئین، ۲۰ درصد کربوهیدرات، ۷ درصد مواد معدنی، ۵ درصد چربی و ۳ درصد رطوبت تشکیل شده و به دلیل بالا بودن مقادیر بالای از پروتئین به عنوان یک منبع پروتئینی فاقد کلسترول یا چربی و کالری پایین شناخته شده است [۱۲]. *Spirulina* جزء جلبک های سبزآبی، رشته ای، فتوسنتزکننده، چندسلولی و ماریپیچی شکل است. اسم این جلبک از ساختمان ماریپیچی آن مشتق شده است، *Spirulina* سیانو باکتری است که در کشورهای متعددی به عنوان ماده ارزشمند تجاری به دلیل ارزش غذایی، خواص درمانی، پروتئین و ویتامین فراوان شناخته شده است. کاروتنوئیدها از رنگدانه های بسیار مهم

شده، در دستگاه آون تحت خلأ در دمای ۵۴ درجه سانتی‌گراد تغلیظ و خشک شدند [۱۵].

۲-۳- پوشش دهی فیله‌ها

محلول پوشش کیتوزان یک درصد حاوی ۲ درصد عصاره جلبک اسپیرولینا از قبل تهیه شده و میزان ۰/۵ میلی‌لیتر گلیسرول به ازای ۱ رگم کیتوزان به منظور ایجاد حالت پلاستیکی اضافه شده و با استفاده از اسید استیک ۱ درصد محلول پوشش تهیه گردید. پس از هموژنیزاسیون محلول، جهت پوشش دادن نمونه‌ها در ظروف مخصوص ریخته شد. فیله‌های تهیه شده را به روش غوطه‌وری به مدت چند ثانیه در محلول پوشش تهیه شده قرار داده، از محلول خارج کرده، سپس به مدت چند دقیقه در مجاورت هوا قرار گرفتند تا خشک و روی فیله پوشش تشکیل شود. پس از خشک شدن پوشش، فیله‌ها را به یخچال منتقل و در دمای $4 \pm 2^\circ\text{C}$ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ روز نگهداری شده و با فاصله زمان ۵ روز یک بار مورد ارزیابی قرار گرفت و هر ۵ روز یکبار آزمون‌های شیمیایی و میکروبی روی آنها صورت گرفت [۱۶]. گروه‌های آزمایشی به صورت: ۱- شاهد (C) (غوطه‌وری در آب مقطر به مدت ۲۰ دقیقه) و ۲- فیله‌ی فیل ماهی پوشش-دهی شده با محلول کیتوزان حاوی عصاره‌ی جلبک اسپیرولینا (T) تقسیم‌بندی شد.

۲-۴- تعیین خواص آنتی‌اکسیدانی با روش

مهار رادیکال‌های آزاد DDPH

میزان ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه‌ی رقیق شده را با ۳/۹ میلی‌لیتر محلول DDPH متانول مخلوط کرده و در تاریکی به مدت ۱ ساعت نگهداری کرده و سپس جذب محلول‌ها را در طول موج ۵۱۷ نانومتر در اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری می‌کنیم و بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود [۱۷].

$$RSA\% = \frac{Ab_{\text{control}} - Ab_{\text{sample}}}{Ab_{\text{control}}} \times 100$$

$RSA = \text{درصد مهار کنندگی رادیکال آزاد}$

$Ab_{\text{control}} = \text{جذب نمونه شاهد}$

$Ab_{\text{sample}} = \text{جذب نمونه مورد آزمون}$

۲-۵- آنالیز شیمیایی مربوط به گروه‌های

آزمایشی

۲-۵-۱- اندازه‌گیری pH

طبیعی هستند که توسط گیاهان و جلبک‌ها تولید می‌شوند [۱۳]. رنگدانه‌ای که معمولاً در جلبک‌های سبز-آبی یافت می‌شود فیکوسیانین است که علاوه بر کاروتنوئید، مسئول خاصیت آنتی‌اکسیدانی *Spirulina* می‌باشد. فیکوسیانین به واسطه ساختار شیمیایی خاصی که دارد به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی شناخته می‌شود. فیکوسیانین ساختار مشابه ساختار بیلی‌روبین دارد که خصوصیات آنتی‌اکسیدانی آن به خوبی در انسان شناسایی شده است و مشخص شده است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن از ویتامین E بیش‌تر است. این شواهد نشان می‌دهد که فیکوسیانین می‌تواند به عنوان یک آنتی‌اکسیدان مؤثر در بدن موجودات زنده عمل نماید [۱۴].

تاکنون مطالعات زیادی بر روی تأثیر پوشش خوراکی بر پایه کیتوزان و اثرات بیولوژیکی، میکروبی و قارچی اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی و هسته مرکبات مختلف بر مواد غذایی صورت گرفته است، اما تاکنون گزارشی مبنی بر بررسی تأثیر پوشش خوراکی بر پایه کیتوزان حاوی عصاره‌ی جلبک *Spirulina* وجود نداشته است، لذا هدف از این مطالعه نگهداری فیله‌ی فیل ماهی با پوشش حاوی عصاره جلبک *Spirulina* در دمای $4 \pm 1^\circ\text{C}$ درجه‌ی سانتیگراد می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی ماهی

ماهی از احمدآباد تهران تهیه شد و سپس ماهیان تازه در داخل جعبه‌های یونولیت همراه با یخ قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل گردید. به منظور جداسازی مواد زائد خارجی از سطح بدن ماهیان، شستشوی آن‌ها با آب شیرین انجام پذیرفت. پس از سرزنی و تخلیه شکمی هر ماهی به فیله‌هایی به وزن تقریبی ۵۰ گرم بریده شدند.

۲-۲- تهیه و استخراج عصاره جلبک اسپیرولینا

عصاره‌گیری جلبک به روش غوطه‌وری با استفاده از حلال آب مقطر انجام شد. میزان ۵۰ گرم پودر جلبک به ظروف شیشه‌ای دردار منتقل شد سپس ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد، شیشه چند بار به خوبی تکان داده شد، آنگاه به مدت ۷۲ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار داده شد. عصاره‌های حاصل پس از عبور از کاغذ صافی واتمن شماره ۸ با همدیگر مخلوط

(رقیق سازی نمونه ها) تا لوگ ۶ در محلول سرم فیزیولوژی انجام شده و پلیت های کشت داده شده مربوط به کل باکتری ها بعد از ۴۸ ساعت انکوباسیون در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد شمارش شده است [۲۰].

۲-۷-۲- تعیین باکتری های سرماگرا (PTC)

برای شمارش PTC از نمونه های تهیه شده، از محیط تریپتیک سوی آگار (TSA) استفاده شد. ۰/۱ میلی لیتر از نمونه های تهیه شده، بر روی محیط کشت به طور سطحی پخش شده و پلیت های مربوط به باکتری های سرماگرا بعد از ۱۰ روز انکوباسیون در دمای ۴ درجه سانتیگراد شمارش گردید [۲۱].

۲-۸- ارزیابی حسی

ارزیابی نمونه ها توسط ۵ فرد نیمه آموزش دیده انجام پذیرفت. ارزیابی نمونه ها به روش ۵ امتیازی انجام پذیرفت. امتیازدهی هر یک از ویژگی ها به صورت زیر انجام پذیرفت: بافت (بافت سفت: ۵، بافت تا حدودی سفت: ۴، تا حدودی له شدگی و نرم شدگی: ۳، له شدگی شدید: ۲، بافت خیلی نرم حالت خمیری: ۱)؛ رنگ (سفید و شفاف: ۵، سفید و اندکی مات: ۴، تقریباً خاکستری با ظاهر غیرشفاف: ۳، خاکستری مایل به زرد: ۲، خاکستری تیره و کدر: ۱)؛ بو (کاملاً مطبوع و ملایم: ۵، بوی مشابه ماهی تازه: ۴، بوی ماهی با اندکی بوی ترشیدگی: ۳، بوی ترشیدگی کاملاً محسوس و نامطبوع: ۲، بوی تعفن و ترشیدگی شدید: ۱)؛ مقبولیت کلی (کاملاً قابل قبول: ۵، قابل قبول: ۴، نامناسب برای مصرف: ۳، نامقبول: ۲، کاملاً نامقبول: ۱) [۲۲].

۲-۹- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار spss ۲۰ انجام شد. در ابتدا وضعیت توزیع داده ها با استفاده از آزمون تک نمونه ای Kolmogorov-Smirnov در سطح معنی داری $P < 0.05$ بررسی شد در صورت نرمال بودن پراکنش داده ها از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (one way ANOVA) استفاده شد. به منظور تعیین دقیق احتمال وجود اختلافات معنی داری بین میانگین بدست آمده از اندازه گیری متغیرها از آزمون تعقیبی LSD در سطح اطمینان ۰/۰۵ استفاده شد. لازم به ذکر است تمامی آزمون ها در سه تکرار انجام شده است.

میزان ۵ گرم از نمونه ی ماهی هموژن شده و با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط گردید و در نهایت pH نمونه با دستگاه pH متر که در pH ۴ و ۷، استاندارد شده بود اندازه گیری شد [۱۸].

۲-۵-۲- اندازه گیری تیوباریتوریک اسید (TBA)

برای اندازه گیری تیوباریتوریک اسید ۲۰۰ گرم از نمونه چربی استخراج شده، به بالن ۲۵ میلی لیتر انتقال داده، با ۱-بوتانول به حجم رسانده و ۵ میلی لیتر از این محلول را به لوله فالکون خشک دردار انتقال داده سپس ۵ میلی لیتر معرف TBA (که از انحلال ۲۰۰ میلی گرم پودر TBA در ۱۰۰ میلی لیتر حلال ۱-بوتانول و صاف کردن به وسیله ی کاغذ صافی به وجود آمده) به آن افزوده شد. لوله ها را در حمام بن ماری در دمای 95°C ، به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. بعد در دمای محیط سرد شدند. سپس در دستگاه اسپکتوفوتومتری میزان جذب آنها (AS) در ۵۳۰ نانومتر در مقابل شاهد آب مقطر (Ab) خوانده شد. با استفاده از رابطه زیر، میزان TBA به دست می آید [۱۹].

$$\text{TBA} = (\text{AS} - \text{Ab}) \times 50 / 200$$

۲-۶- آنالیز پروفیل بافت (TPA)

پروفیل آنالیز بافت (TPA) با استفاده از دستگاه بافت سنج (LFRA 4500, Brookfield, USA) به دست آمد. بدین منظور از پروب استوانه ای TA11/1000 با قطر ۲۰ میلی متر، سرعت 0.8 mm/s ، مقدار فشردگی برابر با ۲۵ درصد و تعداد سیکل برابر با ۲ بر روی نمونه ای از بافت بدون استخوان ماهی با ابعاد 1 cm^3 استفاده شد. پارامترهای اندازه گیری بافتی از جمله سختی (Hardness)، چسبندگی (Adhesiveness)، پیوستگی (Cohesiveness)، قابلیت جویدن (Chewiness) و قابلیت ارتجاعی یا الاستیسیته (Springiness) مورد سنجش قرار گرفت.

۲-۷- آزمون های میکروبی

۲-۷-۱- تعیین کل باکتری های قابل رویت (TVC)

برای شمارش TVC از نمونه های تهیه شده، محیط کشت تریپتیک سوی آگار (TSA) استفاده شد. بعد از تهیه محیط کشت، با میکرو سمپلر، ۰/۱ میلی لیتر از نمونه های تهیه شده، بر روی محیط کشت به طور سطحی پخش گردید. در صورت نیاز بالا بودن تعداد باکتری ها در یک پلیت

۳- نتایج

۳-۱ تعیین خواص آنتی اکسیدانی با روش مهار

رادیکال‌های آزاد DPPH

مشخص گردید که تغییرات DPPH در غلظت‌های مختلف مورد بررسی در سطح $P=0.000$ دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($p<0.05$). فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد با افزایش غلظت، افزایش یافت. بین غلظت و فعالیت ضد رادیکالی رابطه مستقیم وجود دارد. بین تیمارهای مختلف روز اول تفاوت معنی‌داری دیده نشد ($p>0.05$). با توجه به آزمون تعقیبی LSD مشخص می‌گردد که میزان DPPH تمام گروه‌های مورد بررسی در مقایسه با بیشترین میزان DPPH مربوط به غلظت 100mg/ml در جلبک *Spirulina* و کمترین میزان DPPH مربوط به غلظت 100g/ml و اختلاف معنی‌دار بین غلظت‌های مختلف *Spirulina* وجود دارد ($p<0.05$).

Table 1 Changes in the amount of inhibitory properties of free radicals in different concentrations

100g/ml	1mg/ml	10mg/ml	100mg/ml	T
$0.17^D \pm 14/2$	$0.09^C \pm 19.95$	$0/31^B \pm 29/28$	$0.04^A \pm 37.46$	

*Different capital letters (A-D) in each row indicate a significant difference between treatments ($p < 0.05$).

باتوجه به آزمون LSD مشخص گردید میزان pH به طور کلی در روز دهم، هم در نمونه کنترل و هم در نمونه تیمار بیشتر بود و در طول زمان، روند صعودی داشته است. در روز اول، pH تیمار TD_1 نسبت به نمونه کنترل به طور معنی‌داری بیشتر بود ($p<0.05$). بیشترین pH برای تیمار CD_{10} و کمترین برای CD_1 بود.

۳-۲-۲ بررسی شاخص TBA

به منظور مقایسه داده‌های حاصل از اندازه‌گیری TBA در گروه‌های مورد آزمایش ابتدا وضعیت پراکنش داده‌ها با استفاده از آزمون $onesamplekolmogorovsminov(k-S)$ بررسی شد و مشخص گردید که پراکنش داده‌ها در سطح $p(S)=0/356$ تابع نمودار نرمال است. از این‌رو به منظور مقایسه داده‌ها از آزمون یک طرفه ANOVA در سطح معنی‌داری $p<0.05$ استفاده شد و مشخص گردید که در سطح $P=0.000$ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. با توجه به آزمون تعقیبی LSD مشخص گردید که میزان TBA تمام گروه‌های مورد بررسی در مقایسه با گروه CD_1 به طور معنی‌داری بیش‌تر است ($p<0.05$). بیشترین میزان TBA برای CD_{10} و کمترین برای CD_1 می‌باشد و در نمونه کنترل بین روزهای اول و دهم اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p<0.05$). میزان TBA در نمونه‌های شاهد با توجه به زمان در طول دوره نگهداری افزایش یافته است. در روز اول میزان

۳-۲-۲ آزمون‌های شیمیایی

۳-۲-۱-۱ مقادیر pH

به منظور مقایسه‌ی داده‌های حاصل از اندازه‌گیری pH در گروه‌های مورد آزمایش، ابتدا وضعیت پراکنش داده‌ها با استفاده از آزمون $one sample kolmogorov-sminov$ (k-S) بررسی شد و مشخص گردید که پراکنش داده‌ها در سطح $p=0/355$ تابع نمودار نرمال است. از این‌رو به منظور مقایسه‌ی داده‌ها از آزمون یک طرفه‌ی ANOVA در سطح معنی‌داری $p<0.05$ استفاده شد و مشخص گردید که تغییرات pH در بین گروه‌های مورد بررسی در سطح $p=0.000$ دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($p<0.05$).

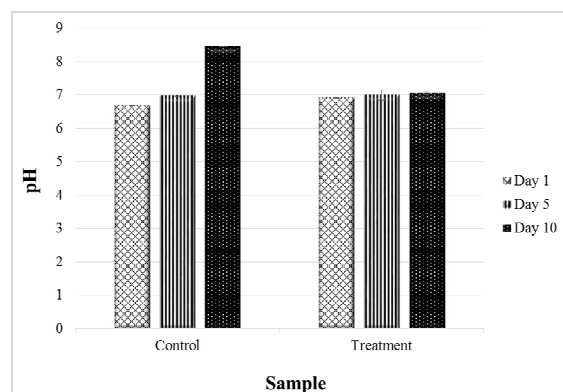


Chart 1 Changes in pH during storage for 10 days

از آزمون one sample kolmogorv-sminov (k-S) بررسی شد و مشخص گردید که پراکنش داده‌ها در سطح $p=0.086$ تابع نمودار نرمال است. از این رو به منظور مقایسه داده‌ها از آزمون یک طرفه ANOVA در سطح معنی داری $p<0.05$ استفاده شد و مشخص گردید که اختلاف معنی دار است. با توجه به آزمون تعقیبی LSD مشخص گردید که سفتی بافت گروه تیمار مورد بررسی در مقایسه با گروه شاهد در روز اول به طور معنی داری کمتر است ($p<0.05$) و بین نمونه CD1 با سایر گروه‌ها اختلاف معنی داری وجود دارد ($p<0.05$). به استثنای CD1، بین سایر تیمارها و در روزهای مختلف اختلاف معنی داری وجود ندارد ($p>0.05$) و روند تغییرات نامنظم بوده است. همچنین مشخص گردید کمترین میزان سفتی بافت مربوط به تیمار CD5 و بیشترین میزان مربوط به تیمار CD1 است. برای نمونه‌های شاهد سفتی بافت در طول دوره نگهداری کاهش یافت که نشان می‌دهد فیله‌ها نرم‌تر شدند.

در روز اول بیش‌ترین میزان سفتی برای تیمار C بود که این اختلاف با تیمار T معنی دار بود ($p<0.05$). در روزهای پنجم و دهم میزان T بیشترین مقدار سفتی را داشته ولی این اختلاف با C معنی دار نبود ($p>0.05$).

TBA در تیمار T نسبت به نمونه‌ی C بیشتر است ولی این اختلاف معنی دار نبوده ($p>0.05$) و نشان دهنده‌ی مؤثر بودن اسپیرولینا بوده است ولی در ادامه در روز پنجم اختلاف بین C و T معنی دار است ($p<0.05$) و در روز دهم همین روند رشد تکرار شد. در روز پنجم و دهم میزان CD_{10} و CD_5 و TD_{10} و TD_5 بیشتر بود که بیانگر مؤثر بودن جلبک *Spirulina* می‌باشد.

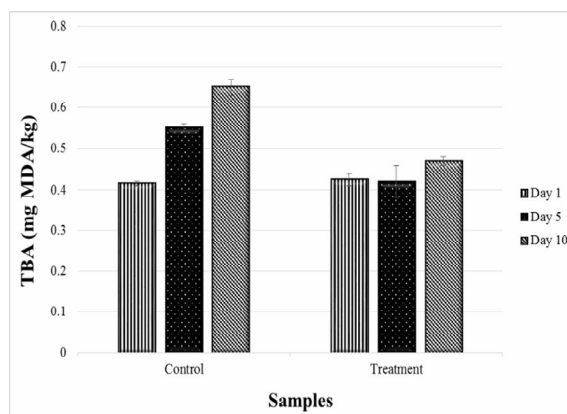


Chart 2 Changes in TBA fillet levels during ten days of storage

۳-۳- آنالیز پروفایل بافت (TPA)

به منظور مقایسه‌ی داده‌های حاصل از اندازه‌گیری بافت در گروه‌های مورد آزمایش ابتدا وضعیت پراکنش داده‌ها با استفاده

Table 2 Changes in the stiffness of the fillet tissue during ten days of storage*

Tenth day	Fifth day	first day	Treatments
1.49 ± 0.24 ^{Ba}	1.45 ± 0.32 ^{Ba}	2.27 ± 0.39 ^{Aa**}	C
1.64 ± 0.01 ^{Aa}	1.54 ± 0.02 ^{Aa}	1.64 ± 0.01 ^{Ab}	T

* Data are reported in two replications in terms of (Mean ± SD value).

**The similar small letters (a-b) in each column and similar capital letters (A-B) in each row indicate a significant no difference ($p<0.05$) based on the Duncan test between the data.

با توجه به آزمون تعقیبی LSD مشخص می‌گردد که میزان TVC گروه‌های مورد بررسی در مقایسه با TVC در روز اول بین گروه‌های آزمایش اختلاف معناداری وجود ندارد ($p>0.05$). تغییرات TVC در بین گروه‌ها در تمامی روزها با افزایش زمان ماندگاری بار باکتریایی $p=0.000$ به طور معناداری افزایش یافته است ($p<0.05$).

به طور کلی در روز دهم بیشترین TVC برای همه‌ی نمونه‌ها دیده شد و با گذشت زمان، بار باکتریایی کل به طور معنی داری افزایش یافت ($p<0.05$). بیشترین میزان TVC مربوط به تیمار CD_{10} و کمترین میزان برای تیمار TD_5 و CD_1 بود.

۳-۴- آزمون‌های میکروبی

۳-۴-۱- بررسی کل باکتری‌های قابل رویت (TVC)

به منظور مقایسه‌ی داده‌های حاصل از اندازه‌گیری TVC در گروه‌های مورد آزمایش، ابتدا وضعیت پراکنش داده‌ها با استفاده از آزمون one sample kolmogorv-sminov (k-S) بررسی شد و مشخص گردید که پراکنش داده‌ها در سطح $p=0.054$ تابع نمودار نرمال است. از این رو به منظور مقایسه داده‌ها از آزمون یک طرفه ANOVA در سطح معناداری $p<0.05$ استفاده شد و مشخص گردید که در سطح $P=0.00$ دارای اختلاف معنی داری می‌باشند.

تیمار دارای پوشش نشان می‌دهد که پوشش کیتوزان حاوی عصاره‌ی جلبک در کاهش بار کل باکتری نقش مؤثری دارد. در روز دهم بین تیمارها T1 و C اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p < 0.05$) نمایانگر مؤثر بودن *Spirulina* می‌باشد.

در روز اول بین تیمار و نمونه کنترل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0.05$).

در روز پنجم بیشترین میزان برای C بوده که اختلاف معنی‌داری با T داشت ($p < 0.05$) که نشان می‌دهد که عصاره‌ی جلبک مؤثر می‌باشد. کمتر بودن میزان بار باکتری در

Table 3 Total microbial load changes during ten days of storage*

Tenth day	Fifth day	first day	Treatments
9.41 ± 0.203^{Aa}	7.51 ± 0.31^{Ba}	$5.01 \pm 0.24^{Ca**}$	C
8.74 ± 0.76^{Aa}	6.37 ± 0.204^{Bb}	5.01 ± 0.24^{Cb}	T

*Data are reported in two replications in terms of (Mean \pm SD value).

**The similar small letters (a-b) in each column and similar capital letters (A-C) in each row indicate a significant no difference ($p < 0.05$) based on the Duncan test between the data.

با توجه به آزمون تعقیبی LSD مشخص گردید که میزان PTC نمونه کنترل C در تمام روزهای مورد بررسی در مقایسه با PTC نمونه تیمار بیشتر است ولی در بین روز اول و پنجم اختلاف بین گروه‌ها معنی‌دار نیست ($p > 0.05$) و در روز دهم گروه T کمترین بار میکروبی را داشته و نشان دهنده اثر کردن عصاره‌ها بر روی ماهی می‌باشد. بیشترین مقدار PTC برای روز دهم و گروه CD10 می‌باشد و کمترین میزان برای روز اول نمونه T می‌باشد.

۳-۴-۲- بررسی باکتری‌های سرماگرا (PTC)

به منظور مقایسه‌ی داده‌های حاصل از اندازه‌گیری PTC در گروه‌های مورد آزمایش ابتدا وضعیت پراکنش داده‌ها با استفاده از آزمون *one sample kolmogorv-sminov* (k-S) بررسی شد و مشخص گردید که پراکنش داده‌ها در سطح $p = 0.921$ تابع نمودار نرمال است. از این رو به منظور مقایسه داده‌ها از آزمون یک طرفه ANOVA در سطح معنی‌داری $p < 0.05$ استفاده شد و مشخص گردید که در سطح $P = 0.00$ دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Table 4 Changes in the amount of psychrotrophic bacteria during ten days of storage*

Tenth day	Fifth day	first day	Treatments
8.37 ± 0.37^{Aa}	7.01 ± 0.38^{Ba}	$5.13 \pm 0.34^{Ca**}$	C
7.46 ± 0.13^{Ab}	6.39 ± 0.06^{Ba}	4.96 ± 0.67^{Ca}	T

*Data are reported in two replications in terms of (Mean \pm SD value).

**The similar small letters (a-b) in each column and similar capital letters (A-C) in each row indicate a significant no difference ($p < 0.05$) based on the Duncan test between the data.

مقایسه شدند. مشخص شد فاکتور بو در سطح $p = 0.004$ ، فاکتور رنگ در سطح $p = 0.005$ ، فاکتور بافت در سطح $p = 0.001$ و فاکتور پذیرش کلی در سطح $p = 0.002$ در بین ۶ گروه دارای تفاوت معنی‌داری بود (تفاوت‌ها در سطح احتمال $p < 0.05$ ارزیابی شد). به منظور وضوح بیشتر تفاوت گروه‌ها در جدول (۲-۴) با فرکانس تغییرات هر فاکتور نمایش داده شده است.

۳-۵- ارزیابی حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌ها که به صورت داده‌های تقریبی (ordinal) در فرم‌های مربوطه توسط گروه ارزیاب تخصیص یافته بود، در صفحات گسترده اکسل ثبت گردید. با استفاده از آزمون *chi-square* ویژگی‌های بو (smell)، رنگ (color)، بافت (Texture) و پذیرش کلی (General Acceptance) بین ۶ گروه مورد بررسی (دو تیمار در قالب سه روز (روزهای ۵، ۱۰ و ۱۵) و

Table 5 Sensory evaluation during ten days of storage

TD10	CD10	TD5	CD5	TD1	CD1	Parameters
0	2	0	1	1	0	Smell
4	4	2	4	3	4	
0	0	2	0	2	1	Color
4	4	2	4	2	3	
0	0	0	0	1	0	Texture
4	4	4	4	3	4	
0	0	1	0	1	0	General Acceptance
4	4	3	4	3	4	

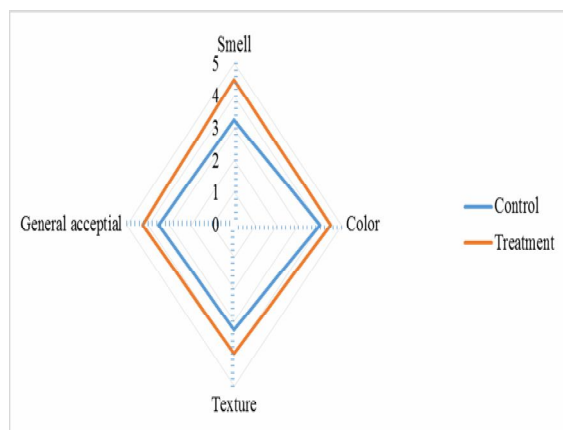


Chart 4 Sensory evaluation on the fifth day

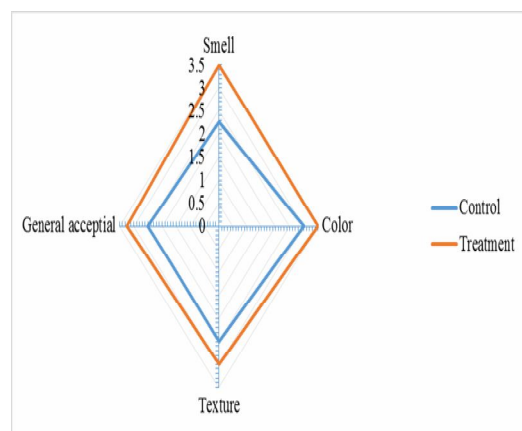


Chart 5 Sensory evaluation on the tenth day

۴- بحث

با توجه به نتایج این تحقیق ریزجلبک آبی دارای پتانسیل آنتی اکسیدانی نسبتاً خوبی بوده و می تواند به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی در دسترس، در صنایع غذایی و دارویی مورد استفاده قرار گیرد. سودها و همکاران در سال ۲۰۱۱ قدرت خشتی کنندگی رادیکال های آزاد عصاره اتانولی *Spirulinaplantensis* را در غلظت های مختلف بررسی کردند و بیش ترین درصد فعالیت آنتی اکسیدانی ۵۱/۹۴ درصد

در خصوص بو برای CD1 هیچ امتیاز مناسبی (۰) توسط ارزیاب ها داده نشد و همگی آن را بد ارزیابی نمودند. و برای TD1 تنها یک امتیاز بالاتر از حد میانه برای این تیمار در روز ۱ لحاظ شد و ۳ امتیاز کمتر از حد میانه بود (یعنی مناسب نبوده). به تفکیک در دو گروه C و T، بین فاکتورهای بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی، در روز اول و پنجم و دهم بررسی، تفاوت معنی داری بین دو گروه مورد بررسی ($p > 0.05$) مشاهده نشد، اما برای بو بین دو گروه در سطح $p = 0.016$ تفاوت معنی داری مشاهده شد.

در روز نهم نگهداری، تیمار کیتوزان حاوی اسانس رزماری از نظر هر ۴ ویژگی قابل قبول بوده و امتیاز بالای ۲ را کسب کرده است و تیمار اسید استیک از نظر میزان الاستیسیته قابل قبول بوده و از نظر سه ویژگی دیگر امتیاز ۲ را کسب کرده است. و اما گروه کنترل به جز در مورد رنگ که امتیاز ۲ را گرفته از نظر سایر خصوصیات غیر قابل قبول بوده است. در روز نهم بین گروه کنترل با دو گروه دیگر از نظر شکل ظاهری و بو و بین تیمار اسید استیک و کیتوزان حاوی اسانس رزماری از نظر شکل ظاهری اختلاف جزئی وجود دارد.

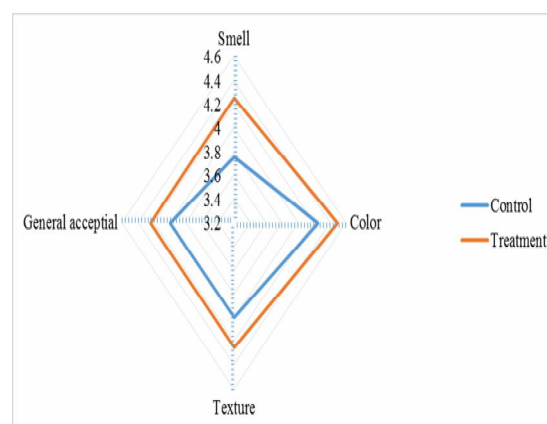


Chart 3 Sensory evaluation on the first day

را در غلظت ۱۵ mg/mL گزارش کردند [۲۳]. همچنین shalbaby و همکاران در سال ۲۰۱۳ فعالیت پاکسازی رادیکال‌های آزاد DPPH عصاره آبی و اتانولی *Spirulinaplantensis* را در غلظت و زمان مختلف بررسی کردند. بر طبق گزارش آنها بالاترین فعالیت خنثی‌کنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH در عصاره آبی و در غلظت ۲۰۰ µg/ml با ۹۶ درصد به دست آمد [۲۴].

تغییرات pH به عنوان شاخص فساد میکروبی محصولات دریایی بکار می‌رود. میزان pH عضله ماهی زنده نزدیک ۷ است. در هرحال pH ماهی پس از مرگ بر اساس فصل، گونه و فاکتورهای دیگر از ۶-۷ تغییر می‌کند [۲۵]. افزایش pH طی نگهداری ماهی در یخچال به تجمع ترکیبات آلكالین مثل آمونیاک و تری‌متیل‌آمین و... بستگی دارد. این ترکیبات را می‌توان به فعالیت باکتری‌های فاسد کننده و مواد حاصل از آن نسبت داد. میزان pH در ماهی بعد از مرگ می‌تواند از ۰/۱ تا ۶ با توجه به گونه و فصل و... تغییر می‌کند. فن و همکاران در سال ۲۰۰۹ مشاهده کردند که میزان pH نمونه‌های کپور نقره‌ای دارای پوشش کیتوزان افزایش کندتری نسبت به نمونه‌های شاهد داشت و نمونه شاهد بالاترین میزان pH را به خود اختصاص داد. که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد [۲۶]. حسن‌زاده و همکاران در سال ۱۳۹۰ گزارش کردند که نمونه‌های با پوشش کیتوزان و عصاره‌ی دانه انگور میزان pH کمتری از نمونه‌های بدون پوشش در مدت ۲۱ روز نگهداری در دمای یخچال داشتند [۲۷]. بین روزهای آزمایشات، میزان pH کلیه تیمارها به آرامی افزایش داشته که احتمالاً این افزایش به دلیل تولید ترکیبات فرار مثل آمونیوم توسط باکتری‌های عامل فساد ماهی می‌باشد [۲۸].

بیش‌ترین حد پیشنهادی TBA میزان ۲ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم چربی ماهی می‌باشد [۲۹]. آزمایشی که به طور گسترده جهت اندازه‌گیری مقدار فساد اکسایشی چربی‌ها به کار گرفته می‌شود، شاخص TBA است. شاخص TBA مربوط به اندازه‌گیری میزان مالون آلدهید می‌باشد که محصول ثانویه اکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیراشباع است [۳۰]. کاهش میزان TBA در بعضی روزهای نگهداری ممکن است به دلیل کاهش هیدروپراکسیدها و واکنش بین مالون آلدهید با پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و گلیکوژن باشد که باعث کاهش مقادیر مالون آلدهید می‌شود. روند افزایش این شاخص در

طول مدت نگهداری ممکن است مربوط به دهیدراتاسیون جزئی ماهی و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع باشد. همچنین آلدهیدها که محصول ثانویه اکسیداسیون هستند از شکست هیدروپراکسیدها ایجاد می‌شوند افزایش میزان هیدروپراکسیدها نیز می‌تواند دلیلی بر این امر باشد [۳۱]. اجاق و همکاران در سال ۲۰۱۰ اعلام کردند که پوشش کیتوزان-عصاره دارچین منجر به کاهش میزان تیوباریتوریک اسید فیله‌های قزل‌آلای رنگین کمان در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد شده است. جعون و همکاران در سال ۲۰۰۲ نیز اثر بخشی پوشش کیتوزان بر ماهی کاد (*C. morhua*) را در کاهش تیوباریتوریک اسید برای نمونه شاهد، لفاف و پوشش پایین‌تر از حد مجاز بود [۲].

بافت ماهی به عنوان یک صفت کیفی مهم برای مطلوبیت ماهی و محصولات پیشنهاد شده است. بنابراین اندازه‌گیری‌های بافت ماهی می‌تواند یک ابزار معتبر برای ارزیابی اثر روش‌های نگهداری بر کیفیت گوشت می‌تواند استفاده شود [۳۲]. پارامترهای بافت می‌توانند به وسیله واکنش‌های آنزیمی و شیمیایی تغییر نمایند و منجر به کاهش سفتی و نرم شدن بافت ماهی شود بافت ضعیف نشان داد که ماندگاری ماهی به وسیله فعالیت‌های میکروبی و واکنش‌های شیمیایی محدود می‌شود [۳۳]. طبق مطالعه‌ی صورت گرفته توسط لی و همکاران (۲۰۱۲) بر روی استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی، پلی‌فنول‌های چای و عصاره رزماری در گسترش ماندگاری ماهی کاراس (*carassius auratus*) به مدت ۲۰ روز در دمای (۱±۵) درجه‌ی سانتی‌گراد نشان داده که سفتی بافت فیله‌های ماهی در مدت زمان نگهداری به تدریج کاهش یافت. اما به کارگیری پلی‌فنول‌های چای و عصاره‌ی رزماری به عنوان پوشش به طور مؤثری نرم‌شدگی گوشت ماهی را به تعویق انداخت [۳۴]. در مطالعه‌ای که بر روی استفاده از پوشش کیتوزان-ژلاتین بر روی نان شیرینی تهیه شده از ماهی کاد صورت گرفت نتایج نشان داده این پوشش سبب افزایش خاصیت ارتجاعی شد و سبب افزایش پارامترهای آنالیز پروفیل بافت از قبیل سختی، خاصیت ارتجاعی، چسبندگی، قابلیت جویدن، خاصیت صمغی و پیوستگی نسبت به نمونه‌های شاهد شد [۳۵]. نتایج حاصل از مطالعات انجام شده توسط حاجیدون و جعفرپور (۲۰۱۳) بر تأثیر کیتوزان بر خصوصیات بافت سوریمی ماهی کپور معمولی که در دمای ۱۸- درجه سانتی-

گرا د منجمد و به مدت یک ماه نگهداری شد، نشان داده که افزودن کیتوزان (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) به خمیر سوریمی تهیه شده از ماهی کپور معمولی که در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد منجمد و به مدت یک ماه به صورت منجمد نگهداری شد به طور معنی داری سختی ژل سوریمی را افزایش داد [۳۶].

شمارش کلی باکتری ها معیاری برای پی بردن به کیفیت بهداشتی یک محصول است که غیر قابل مصرف بودن محصول را بیان می کند [۳۷]. براساس نظر کمیسیون بین المللی استانداردهای میکروبی مواد غذایی (ICMSF) حداکثر میزان مجاز بار میکروبی در ماهیان تازه و منجمد 10^6 CFU /g یا 10^7 log CFU/g است [۳۸]. اجاق و همکاران در سال ۱۳۹۵ گزارش کردند که بار باکتریایی کل تیمارها با گذشت زمان نگهداری به شکل معنی داری افزایش نشان داد به طوری که تیمار شاهد و پوشش دهی شده با ژلاتین خالص و اسانس پونه کوهی به بالاتر از میزان مجاز تعیین شده برای ماهی قزل آلا در روز ۸ رسیدند [۲۹]. خضری احمدآبادی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که با گذشت زمان نگهداری میزان بار باکتریایی کل فیله ها افزایش یافت به طوری که تیمارهای شاهد و حاوی پروتئین آب پنیر در روز ۱۲ نگهداری از مقدار مجاز تعیین شده برای ماهی قزل آلا 10^7 log cfu/g گذشتند در حالی که تیمارهای پوششی حاوی ۰/۵ و ۱ درصد اسانس آویشن در روز ۱۶ نگهداری از این مقدار گذشتند ولی تیمار پوششی حاوی ۱/۵ درصد اسانس آویشن تا پایان دوره نگهداری در دامنه قابل قبول باقی ماند در طول مدت نگهداری تیمار ۱/۵ درصد اسانس آویشن به طور معنی داری ($p < 0.05$) مقدار TVC کمتری در مقایسه با سایر تیمارها داشت [۳۹]. حمزه و رضایی در سال ۱۳۸۹ گزارش کردند که با بررسی اثرات ضد اکسیداسیونی و ضد باکتریایی پوشش آلژینات سدیم به همراه اسانس آویشن بر فیله ماهی قزل آلا رنگین کمان نگهداری شده در یخچال نشان دادند که میزان TVC با گذشت زمان در همه تیمارها افزایش یافت البته این افزایش در تیمار شاهد شدیدتر بود و در انتهای دوره بیشترین بار باکتریایی را داشت که مطابق با نتایج مطالعه حاضر می باشد [۴۰].

باکتری های سرمادوست گروه اصلی میکروارگانیسم های مسئول و مسبب فساد هوازی در غذاهای دریایی تازه نگهداری شده در یخچال می باشند [۴۱]. بیشترین حد پیشنهاد شده برای PTC در ماهی 10^7 log CFU/g است [۴۲]. حسن زاده و

همکاران در سال ۱۳۹۰، کاربرد پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره دانه انگور بر روی کیفیت و ماندگاری گوشت مرغ در دمای یخچال را بررسی کرده و این چنین گزارش کرده اند که به طور کلی در طول مدت نگهداری نمونه ها در دمای یخچال، فلور میکروبی به طور معنی داری در کل نمونه ها افزایش می یابد که سرعت این افزایش در گروه کنترل بیشتر بوده است [۴۳]. تی سای و همکاران در سال ۲۰۰۲ نیز گزارش کردند که استفاده از محلول ۱ درصد کیتوزان موجب کند شدن رشد باکتری های مزوفیل، سایکروفیل، کلی فرم ها، گونه های آئروموناس و گونه های ویبریو در فیله ماهی (*Oncorhynchus nerka*) شده است [۴۴]. حمزه و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند که با گذشت زمان در همه تیمارها مقادیر باکتری های سرماگرا افزایش یافت البته این افزایش در تیمار شاهد شدیدتر بود و تغییرات معنی دار برای تیمار شاهد و تیمار حاوی پوشش آلژینات سدیم از روز ۵ شروع شد [۴۰].

ارزیابی حسی متداول ترین روش بررسی تازگی ماهی است که روشی ساده بوده و در مدت زمان کم می توان اطلاعات در مورد کیفیت محصول به دست آورد. خصوصیات حسی ماهی به وضوح برای مصرف کنندگان قابل مشاهده بوده و برای جلب رضایت مشتری ضروری است [۴۵]. در تیمار شاهد به علت اکسیداسیون بالا چربی، رشد میکروبی بعد از روز ۱۰ آشکار شدن بوی نامناسب و تغییر رنگ مشاهده شد. براساس نتایج به دست آمده در فیله های خام تمامی شاخص های رنگ، بو، بافت، طعم و پذیرش کلی در طول دوره نگهداری کاهش یافت که البته این کاهش در تیمار شاهد با سرعت بیشتری صورت پذیرفت. در ابتدای دوره همه تیمارها دارای بافت محکم و سفت بوده و اما در انتهای دوره وضعیت بافت در تیمارها نرم بود. علت از دست دادن ویژگی های رنگ، بو و مزه با پیشرفت زمان نگهداری می تواند ترکیبات حاصل از اکسیداسیون اسیدهای چرب باشد. هیدروکسیدهای تشکیل شده می توانند به آلدئیدها و کتون ها شکسته شوند. تولید آلدئیدها و کتون ها می توانند باعث ایجاد طعم تند شوند که حتی در مقادیر خیلی کم نیز قابل تشخیص است باعث عدم مقبولیت برای مصرف کنندگان می شوند [۴۶]. تجزیه و تحلیل داده ها بیانگر کاهش معنی دار صفات حسی نمونه ها هنگام نگهداری در یخچال است. نتایج ارزیابی بافت و مطلوبیت کل

- Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie. 30:337-350.
- [5] Gholamzadeh, Marzieh, Hosseini, Ibrahim, Eskandari, Soheil and Hosseini, Hedayat. (1392). Determination of the shelf life of silver fillet (*molitrix Hypophthalmichthys*) treated with black currant extract (*sativa L.Nigella*) during storage in a refrigerator. Iranian Journal of Fisheries Science, 2012, No. 1, Page 35-26.
- [6] Song, Y., Liu, L., Shen, H., You, J., Luo, Y. 2011. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different antioxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). Food Control 22:608-615.
- [7] Sathivel, S., Liu, Q., Huang, J., & Prinyawiwatkul, W. (2007). The influence of chitosan glazing on the quality of skinless pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage. Journal of Food Engineering, 83(3), 366-373.
- [8] No, H.K. and Meyers, S.P., 1995. Preparation and characterization of chitin and chitosan: a review. Journal of Aquatic Food Product Technology, 4:27-52.
- [9] Jeon YI., Kamil J., Shahidi F. 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 20: 5167-5178.
- [10] Toloei, H., Mahtadi Niya, J., Aref Hosseini, S.R., Asghari Jafar abadi, M., 1391. Effect of alfatucophorol-enriched chitosan coating on oxidative lipid peroxidation in breeding tropical salmon during glaciation. Journal of Research and Innovation in Lome and Food Industry. Article 1, Volume 1, Issue 3, Autumn 2012, pp. 153-164.
- [11] Miranda, M., Cintra, R., Barros, S., S., Mancini-Filho, J., 1998. Antioxidant activity off the microagla Spirulina Maxima. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 31, 1015-1079.
- [12] Denekbasi S., Unal H., Karayucel I. and Aral, D. (2010) Effect of dietary supplementation of spirulina (*Spirulina plantensis*) on growth and feed conversion in guppy (*Poecilia reticulata* Peters, 1860). Journal of Animal and Veterinary Advances 9:1395-9931
- [13] Mohammed, M. and Mohd, M. 2011. Production of carotenoids (antioxidants\ colourant) in *Spirulina* in response to indole
- بیانگر تفاوت معنی داری فیله های حاوی عصاره ها با فیله های شاهد بود. فن و همکاران در سال ۲۰۰۹ در ارزیابی حسی فیتوفاک (*H.molitrix*) پوشش داده شده با کیتوزان و نمونه شاهد حاکی از کاهش قابلیت وجه ارزیابی حسی در تیمار مورد مطالعه در طول زمان بود اما به طور کلی نمونه های پوششی در مقایسه با شاهد ارزیابی حسی بهتری نشان دادند [۴۷].
- ## ۵- نتیجه گیری کلی
- تجزیه و تحلیل داده های این تحقیق نشان داد که اضافه شدن عصاره ی جلبک به پوشش کیتوزان باعث ایجاد خواص ضد اکسیداسیونی پوشش شده است به طوری که روند فساد اکسیداسیونی در فیله های دارای پوشش را به طور معنی دار به تعویق انداخته است. با اجرای این مطالعه و مطالعات مشابه در مورد کاربرد پوشش های طبیعی به تنهایی و یا حاوی 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.
- ## ۶- منابع
- [1] Rezaei, M., Montazeri Jovebari, N.H. Heidari, M. (2005). A study on the amount of bacterial load and the amount of biogenic amines in rainbow trout during storage time. Journal of Food Science and Technology, Vol. 7, No. 1, pp. 70-61.
- [2] Jeon YI., Kamil J., Shahidi F. (2002). Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 20: 5167-5178
- [3] Gray, J.I., Gomma, E.A., Buckley, D.J., 1996. Oxidative quality and shelf life of meats. Meat Science, 43, S111-S123.
- [4] Gennadiou, R., Hanna, M.A., Kurth, L.B., 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: A review

- packaging technologies for food applications. Food Reviews International.2004; 20(4):357-87.
- [26] Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., and Chi, Y. (2009). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. Food Chemistry, 115(1), 66-70.
- [27] Hassanzadeh, P. Tajik, H. Razavi Rouhani, M.J. 1981. Application of Edible Chitosan Extract containing Grape Seed Extract on the Quality and Contemplation of Chicken Meat at Refrigerated Temperature. Journal of Food Industry Research, Vol. 21 No. 4.
- [28] Kashiri, H., Haghparast, S. and Shabanpour, B., 2011. Effects of sodium salt solutions (sodium acetate, lactate and citrate) on physicochemical and sensory characteristics of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) fillets under refrigerated storage. Journal of Agricultural Science and Technology, 13(1), pp.89-98.
- [29] Ojagh SM, Rezaei M, Razavi SH, Hosseini SMH. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food chem 2010; 120:193-8.
- [30] Bremner, H.A. 2002. Safety and quality issues in fish processing CRC Press. Denmark, 519 p.
- [31] Gómez-Estaca, J., Montero, P., Giménez, B., and Gómez-Guillén, M.C. 2007. Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine (*Sardina pilchardus*). Food Chemistry, 105: 511–.025
- [32] Aider M. 2010. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. LWT-Food Science and Technology, 43:837-.248
- [33] Wrolstad, R.E., Acree, T.E., Decker, E.A., Penner, M.H., Reid, D.S., Schwartz, S.J., Shoemaker, C.F., Smith, D.M. and Sporns, P. eds., 2005. Handbook of food analytical chemistry, volume 1: Water, proteins, enzymes, lipids, and carbohydrates. John Wiley & Sons.
- [34] Lee, K.Y., Shim, J., and Lee, H.G. 2003. Mechanical properties of gellan and gelatin composite films. Carbohydrate Polymers, 56: 251-.452
- [35] Nowzari, F., shabanpour, B., and Ojagh, S.M. 2013. Comparison of chitosan–gelatin composite and bilayer coating and film effect acetic acid.- International Journal of EnLineering Science and Technology 36:49-.37.
- [14] Hirata, T., Tanaka, M., Ooike, M., Tsunomura, T., Sakaguchi, M., 2000. Antioxidant activities of phycocyanobilin prepared from *Spirulina plantensis*. Journal of Applied Phycology. 12, 435.934
- [15] Kubo, I., Himejima, M., and Tsujimoto, K. 1992. Antibacterial activity of Crinitol and its potentiation. J Nat Prod. 55: 780-.587
- [16] Jeon YI., Kamil J., Shahidi F. (2002). Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 20: 5167-5178.
- [17] Burits M, Asres K, Bucar F. 2001. The antioxidant activity of the essential oils of *Artemisia afra*, *Artemisia abyssinica* and *Juniperus procera*. Phytotherapy Research. 15(2):103-.801
- [18] Asgharzade Kany, A., Shabanpour. B., Hoseiny, H., Ghafary, B., 2008. Comparison of some chemical properties of Surimi and minced meat of *Hypophthalmichthys molitrix* as a raw material of fishery products. Research and Development in Livestock and Aquaculture, 21)2(, 197-191.
- [19] Egan, H., Kipk, R. S., Sawyer, R. 1981. Pearson's Chemical Analysis of Foods, Churchill Livingstone.
- [20] Rehbein, H., & Oehlenschläger, J. (2009). Fishery Products: Quality, Safety and Authenticity: Wiley-Blackwell.
- [21] Rehbein, H., & Oehlenschläger, J. (2009). Fishery Products: Quality, Safety and Authenticity: Wiley-Blackwell.
- [22] McFaddin, J. F. 2000. Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria, 7nd Ed., Baltimore, Williams and Wilkins.
- [23] Sudha A, Vetrmani R, Leelavathi K. Influnce of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Journal food chemistry. 2007; 100: 1365-70.
- [24] Dernekbasi, S., Unal, H., Karayucel, I. and Aral, O., 2010. Effect of dietary supplementation of different rates of *Spirulina (Spirulina platensis)* on growth and feed conversion in Guppy (*Poecilia reticulata* Peters, 1860). Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(9), pp.1395-1399.
- [25] Lopez-Rubio A, Almener E, Hernandez-Munoz P, Lagardon JM, Catala R, Gavara R. Overview of active polymer-based

- Microbiological Specifications for Foods. ICMSF. International Associations of Microbiological Societis." *Ecología Microbiana de los Alimentos*". *Productos Alimenticios*, 2.
- [43] Hassanzadeh, P., Tajik, H., Razavi Rouhani, M.J. 1981. Application of Edible Chitosan Extract containing Grape Seed Extract on the Quality and Contemplation of Chicken Meat at Refrigerated Temperature. *Journal of Food Industry Research*, Vol. 21 No. 4.
- [44] Tsai GJ, Su WH, Chen HC and Pan Cl. 2002. Antimicrobial activity of shrimp chitin and chitosan from different treatments and applications of fish preservation. *Fisheries science* 68:170-177.
- [45] Sallam KI. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Journal of food control*. 2007; 18(5):566-575.
- [46] Tall, J. and Harris, P. 1995. Rancidity in frozen fish. In: *Technology Nutrition and Marketing* Hamilton, Rice, RD. eds. PJ Barnes and Associates, Sherbrook, UK. pp.138.
- [47] Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., and Chi, Y. (2009). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry*, 115(1), 66-70.
- on the quality of refrigerated rainbow trout. *Journal of Food Chemistry*, 141: 1667–2761
- [36] Hajidon, H., Jafarpour, A.S., Rezaei, M. 2013. Effect of white egg powder on tissue properties of Surimi common carp (*Cyprinus caprio*). Article 4, Volume 66, Issue 3, Autumn 2013, pp. 283-692
- [37] Saeedi Asl, M., Safari, R., 2009. *Introduction to General Microbiology and Lab Food*. Bayah Publisher, p. 406.
- [38] Hubbs. 1991. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored product insects. *Journal of Chemical Ecology*, 17, pp: 499-504.
- [39] Khezri Ahmadabadi, M., Rezaei, M., Ojagh, M.S. (1394). Effect of edible whey protein on microbial quality of rainbow trout fillet kept in cold conditions. Page 20-11.
- [40] Hamza, Ali and Rezai, Massoud. 1390. Antioxidant effects of sodium bicarbonate coating with sodium alginate and essential oil of rainbow trout, preserved in a refrigerator. *Journal of Nutrition Sciences and Technology*, 2011, 6 (10), p. 20-11.
- [41] Gram L, Huss HH. Microbiological spoilage of fish and fish products. *I J Food Microb* 1996; 3: 121- 37.
- [42] Silliker, J.H., Elliot, R.P., BAIR-PARKER, A.C. and BRAYAN, F., 1985. *International Commission on*



Huso huso fillet preservation with coating contained Spirulina algae extract at $4 \pm 1^\circ \text{C}$

Abdollahi-Cheleh bary, Z. ¹, Latifi, Z. ^{2*}, Mourki, N. ³, Khoshkhoo, J. ⁴

1. Graduate Student, Department of Food Science and Technology, Tehran North Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Young Researchers and elite Club, Sari Branch, Islamic Azad University, Mazandaran, Iran.
3. Member of Scientific Board of Fisheries Department of Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran.
4. Faculty Member of Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran.

ABSTRACT

Fish is one of the most important and valuable sources of protein, fat and energy, but it is very corruptible and will be corrupted faster than other meat dishes. The present study was carried out to determine the effect of *Spirulina* algae chitosan coating on maintaining the quality of *Huso huso* fresh fillet during storage in refrigerator. Fresh fillets of chitosan solution (1%) containing 1% algae extract, treated and stored in a refrigerator. Microbial and chemical tests including total bacterial count and psychrophilic bacteria, pH, TBA as well as sensory evaluation were performed periodically for all specimens and measured for DPPH. For algae - containing coatings, the total bacterial load was 2.56×10^6 cfu/ml and on the fifth day it was still in acceptable range for human consumption, but in control samples, 3.81×10^7 cfu/ml it was five days that exceeded the limit. Serum bacterial levels for control treatment were significantly higher than that of extract containing chitosan coatings and TBA values were significantly higher in the control fillets than in the first treatment, while the pH values in the control sample with the treated sample, there was no significant increase. Current study showed that using algae extract containing chitosan coating can prevent bacterial growth in fresh fish fillets and maintain its sensory properties including texture, smell, color and general acceptance. And increased the fish storage period in the refrigerator.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2019/ 05/ 04
Accepted 2021/ 09/ 04

Keywords:

Coating,
Extract,
Spirulina Algae,
Huso huso,
Chitosan.

DOI: 10.52547/fscj.18.121.27

DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.121.10.4

*Corresponding Author E-Mail:
yasamin.latifi131@yahoo.com