JRIFST
مقالهٔ کامل پژوهشی

www.journals.rifst.ac.ir
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال ۱۳۹۷، جلد ۷، شماره ۲، صفحات ۱۶۶-۱۴۹
Doi: 10.22101/JRIFST.2018.07.17.723

اثر خواص ضداکسیداسیونی عصارهٔ جلبک قهوه‌ای روی ماندگاری و خواص حسی ناگت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگهداری در فریزر با دمای ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد

امید اسدی فارسانی[۱]، معظمه کردجزی[۲*]، بهاره شعبانپور[۳]، سیدمهدی اجاق[۴]، انیسه جمشیدی[۱]

۱- دانشجوی دکتری، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- استادیار، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
* نویسندهٔ مسئول (kordjazi.m@gmail.com)
۳- استاد، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴- دانشیار، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۶

واژه‌های کلیدی
جلبک *Iyengaria stellata*
خاصیت ضداکسیداسیونی
فیلهٔ ناگت
قزل‌آلای رنگین‌کمان

چکیده

باتوجه‌به میزان بالای اسیدهای چرب غیراشباع موجود در عضلهٔ ماهی و افزایش تقاضای مواد غذایی آمادهٔ مصرف مثل ناگت، اثر عصارهٔ جلبک قهوه‌ای (*Iyengaria stellate*) بر عمر ماندگاری و خواص حسی فیلهٔ ناگت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری در فریزر (۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد) بررسی شد. تیمارهای موردبررسی شامل: شاهد (فیلهٔ ناگت بدون غوطه‌وری در محلول عصارهٔ جلبک) و سایر موارد (فیلهٔ ناگت با غوطه‌وری در محلول ۱، ۲ و ۳ درصد عصارهٔ جلبک) بود. ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی ناگت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پس از اعمال تیمار و نیز طی زمان صفر، ۱، ۲ و ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد صورت پذیرفت. طبق نتایج طی دورهٔ نگهداری در تمامی تیمارها میزان بازده و رطوبت کاهش یافت. اما در تمام تیمارها طی دورهٔ نگهداری میزان چربی و چروکیدگی کاهش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) و میزان پراکسید (PV)، اسید چرب آزاد (FFA) و تیوباربیتوریک اسید (TBA) افزایش معنی‌داری را نشان دادند ($P<۰/۰۵$). در پایان دورهٔ نگهداری، بیشترین میزان بازده، پیوستگی بافت، شاخص روشنایی (L)، شاخص زردی (b)، کمترین میزان چروکیدگی، قابلیت ارتجاعی، خاصیت چسبندگی بافت و چربی متعلق به تیمار ۱ درصد بود. ازطرفی بیشترین میزان سختی، خاصیت چسبندگی، نیروی چسبندگی، قابلیت جویدن بافت، شاخص قرمزی (a) و کمترین میزان رطوبت، FFA، PV، TBA و نیروی چسبندگی تحت تیمار ۳ درصد حاصل شد. بنابراین، کاربرد عصارهٔ جلبک قهوه‌ای به میزان ۳ درصد در کاهش نرخ فساد شیمیایی و بهبود وضعیت حسی فیلهٔ ناگت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگهداری در دمای ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد بهترین عملکرد را نشان داده است.

مقدمه

با افزایش روزافزون جمعیت و صنعتی‌شدن شهرها، تمایل به مصرف محصولات آمادهٔ مصرف در حال رشد است. در میان محصولات گوشتی آمادهٔ مصرف،

محصولات تولیدشده از گوشت ماهی نیز باتوجه‌به ارزش تغذیه‌ای آن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. از انواع این محصولات می‌توان به برگر ماهی، فینگر ماهی، ناگت ماهی و سوسیس ماهی اشاره نمود. ناگت ماهی محصولی است که ازطریق شکل‌دهی فیلهٔ ماهی بدون استخوان تولید می‌شود و به‌ترتیب تحت مراحل آردزنی اولیه، لعاب‌دهی و پوشاندن با آرد سوخاری قرار گرفته و به‌صورت مقدماتی در روغن سرخ‌شده و پس از انجماد، بسته‌بندی و نگهداری می‌گردد. بنابراین مصرف‌کننده برای استفاده از این محصول بعد از انجمادزدایی فقط مرحلهٔ پخت نهایی را اعمال می‌نماید که معمولاً شامل سرخ‌کردن در روغن می‌باشد.

جلبک‌ها حاوی مواد مختلف آلی و غیرآلی می‌باشند که می‌توان از آنها برای سلامت انسان بهره برد (Kuda *et al.*, 2002). این گیاهان دریایی منبع غنی از ترکیبات زیست‌فعال با پتانسیل دارویی و پزشکی بشمار می‌روند که قادر به تولید انواع زیادی از ترکیبات با طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های بیولوژیکی می‌باشند (Cox *et al.*, 2010). تاکنون ترکیبات زیستی متعددی با ویژگی‌های متنوع همچون اثرات ضداکسیدانی، ضدمیکروبی، ضدویروسی، ضدقارچی و ضدسرطانی از جلبک‌های پرسلولی شناسایی و جداسازی شده است (پیمانی و همکاران، ۱۳۹۳)، همچنین جلبک‌های قهوه‌ای[1] فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری در مقایسه با جلبک‌های قرمز و سبز از خود نشان می‌دهند (Park *et al.*, 2004; Lim *et al.*, 2002). اگرچه مطالعه‌های گسترده‌ای درمورد طبقه‌بندی و پراکندگی ماکروجلبک‌ها در دریاهای ایران انجام شده است، اما اطلاعات درمورد ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی از ماکروجلبک‌های دریایی موجود در ایران، محدود می‌باشد. باتوجه‌به فلور نسبتاً غنی آنها در سواحل جنوبی ایران و نیز پتانسیل بالای جلبک‌های قهوه‌ای در توسعهٔ تولیدات غذایی و همچنین طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های بیولوژیکی و افزایش نسبی و روزافزون تحقیق‌هایی دراین‌زمینه، ضرورت انجام این پژوهش را نشان می دهد.

کاربرد جلبک‌ها در انواع مواد غذایی نیز موردبررسی قرار گرفته‌اند. در کشورهای غربی انواع فراورده شامل نان، نوشیدنی، ادویه‌ها، سوشی، اسنک، پیتزا، پاستا و غیره از انواع ماکروجلبک‌های دریایی مانند *Ascophyllum nodosum*، *Fucas vesiculosus* و *Pelvetia canaliculata* تهیه شده‌اند، که استفاده از این ماکروجلبک‌ها سبب بهبود طعم، ارزش غذایی و افزایش زمان نگهداری می‌شود (Bouga & Combet, 2015).

در این تحقیق برای تولید ناگت از ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان[2] استفاده شد. مصرف این ماهی بیشتر به‌صورت تازه و منجمد می‌باشد. بنابراین باتوجه‌به اهمیت اسیدهای چرب غیراشباع و پتانسیل جلبک‌ها در افزایش سلامت غذایی، اثر آنتی‌اکسیدانی عصارهٔ جلبک قهوه‌ای بر مدت زمان ماندگاری و کیفیت حسی فیلهٔ ناگت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی گردید.

مواد و روش

عصاره‌گیری

جلبک مورداستفاده در این تحقیق از سواحل کانی در جزیرهٔ قشم جمع‌آوری شد. پس از جمع‌آوری جلبک‌های دریایی، بلافاصله با آب دریا و سپس با آب شیرین شست‌وشو داده‌شده و گِل و لای و سایر مواد چسبیده به آن زدوده گردید. جلبک‌های جمع‌آوری‌شده به آزمایشگاه فرآوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل و تا انجام آزمایش‌های لازم در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند. در مرحلهٔ بعد، جلبک‌های خشک‌شده در آون (مدل D-63450، Heraeus، ساخت آلمان) با دمای ۴۰ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۵ روز با استفاده از آسیاب (Binder، ساخت آمریکا) پودر شده، سپس عصاره‌گیری در ۳ مرحله انجام شد. مرحلهٔ اول و دوم عصاره‌گیری با استفاده از آب‌مقطر و مرحلهٔ سوم با اتانول صورت گرفت. به‌طور خلاصه، ۵۰ گرم پودر

[1] *Iyengaria stellate*

[2] *Oncorhynchus mykiss*

جلبکی با ۱ لیتر آب‌مقطر دیونیزه مخلوط گردید (به نسبت ۱ به ۲۰ وزنی/حجمی) و در دمای اتاق با دور ۲۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شد. سپس مخلوط حاصل به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد سانتریفیوژ (Binder، ساخت آمریکا) و با کاغذ صافی واتمن شمارهٔ ۴ فیلتر گردید. کنسانتره و عصاره هر دو به‌روش انجمادی خشک‌شده (TTS2، ساخت آمریکا)، و سپس وزن شدند. به کنسانترهٔ به‌دست‌آمده از مرحلهٔ اول، مجدد به نسبت ۱ به ۲۰ آب‌مقطر اضافه و روند بالا دوباره تکرار شد. به‌این‌ترتیب کنسانتره و عصارهٔ دوم به‌دست آمد. کنسانتره و عصارهٔ به‌دست‌آمده از مرحلهٔ دوم نیز فریزدرایرشده و وزن گردیدند. به کنسانترهٔ به‌دست‌آمده از مرحلهٔ دوم به نسبت ۱ به ۲۰ اتانول ۹۶ درصد به‌دلیل حلالیت بالا (جهت استخراج باقی‌ماندهٔ عناصر جلبک) اضافه و روند بالا تکرار شد تا تمام عصاره‌های باقی‌مانده استخراج شود. اتانول اضافه‌شده دراین‌مرحله با استفاده از روتاری (IKA® RV 05 Basic، ساخت آلمان) خارج، سپس عصارهٔ حاصل درون خشک‌کن انجمادی قرار گرفت. تمام عصاره‌های به‌دست‌آمده از ۳ مرحله با هم مخلوط گردید و در فریزر با دمای ۸۰- درجهٔ سانتی‌گراد (هیمالیا F305، ساخت ایران)، تا زمان تهیهٔ محلول برای غوطه‌وری فیله‌ها نگهداری شدند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵).

تولید ناگت

آماده‌سازی نمونه‌ها

برای تولید ناگت از ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به وزن ۴۰۰ تا ۵۰۰ گرم استفاده شد. ۲۵ کیلوگرم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از بازار ماهی‌فروشان شهر گرگان خریداری شده، سپس ماهی‌ها درون یخ قرارگرفته و به آزمایشگاه فرآوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. در آزمایشگاه ابتدا ماهی‌ها با استفاده از آب سرد کاملاً شسته و تخلیهٔ شکمی شده، سپس سر، دم و باله‌های آن جدا و ماهی از ناحیهٔ ستون مهره‌ها با یک برش طولی به ۲ قسمت تقسیم شد (هر ماهی ۲ فیله) و سپس پوست‌کنی و استخوان‌گیری از فیله‌ها انجام شد. گوشت ماهی‌ها به قطعه‌های مستطیلی در ابعاد ۲×۳×۵ سانتی‌متر و ۳±۲۷ گرمی قطعه‌قطعه شدند و بعد از بسته‌بندی در بسته‌های زیپ‌کیپ در فریزر ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد منجمد گردیدند. در مرحلهٔ بعد محلول ۱، ۲ و ۳ درصد عصارهٔ جلبکی در آب‌مقطر همراه با دستگاه همزن (مدل TTS2، ساخت آمریکا) به‌طور مداوم همزده و با گرمای ملایم (۶۰-۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد) تهیه شدند (Luo *et al.*, 2009). همچنین برای یکسان‌بودن شرایط برای تمام فیله‌ها محلول صفر درصد (حاوی آب‌مقطر و فاقد عصارهٔ خشک جلبک) تهیه گردید. فیله‌ها به مدت ۱ دقیقه در محلول‌های صفر، ۱، ۲ و ۳ درصد تهیه‌شده به نسبت ۱ به ۲ (فیله-محلول عصاره) غوطه‌ور شدند، سپس فیله‌ها را خارج کرده و به مدت ۳۰ ثانیه اجازه داده شد تا در دمای اتاق آب‌چک انجام شود (Yu *et al.*, 2008; Maftoonazad *et al.*, 2009). سپس فیله‌ها با درصدهای متفاوت درون یخچال قرارگرفته تا برای مرحلهٔ لعاب‌دهی آماده شوند.

ناگت ماهی لعاب‌دهی‌شده و سوخاری‌شده

طبق فرمولاسیون Chen و Haung (۲۰۰۸) (آردگندم ۶۵ درصد، نشاسته ۳۰ درصد، نمک ۳ درصد، بکینگ‌پودر ۲ درصد) لعاب تهیه شد و طی آن هر لعاب با آب ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد به نسبت ۱ مواد خشک و ۱/۵ آب، به‌خوبی مخلوط گردید.

قطعه‌های تکه‌شدهٔ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (۳ تکرار برای هر تیمار) در دمای اتاق آردزنی اولیه شده، در لعاب غوطه‌ور گردیده و پس از چکیدن لعاب اضافی پس از ۱ دقیقه، توسط آردسوخاری پوشانده شدند. پس از کامل‌شدن روکش، ناگت‌ها با استفاده از روغن گیاهی آفتاب‌گردان در سرخ‌کن به مدت ۳۰ ثانیه تحت دمای ۱۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌صورت مقدماتی به روش سرخ‌کردن عمیق سرخ شدند و پس از خنک‌شدن در دمای محیط، تکرارهای هر تیمار جداگانه درون بسته‌های زیپ‌کیپ بسته‌بندی‌شده و در فریزر با دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد منجمد گردیدند.

پس از گذشت ۳ روز از انجماد کامل ناگت‌ها، آزمایش‌های مربوطه روی ناگت‌های تولیدی آغاز شد (Albert *et al*., 2009). جهت انجام آنالیزها در هر دوره، ناگت‌ها پس از خروج از فریزر، به ۲ گروه تقسیم شدند. گروه اول پس از انجمادزدایی در هوای محیط، مورد آنالیز قرار گرفتند (ناگت‌های سرخ‌شدهٔ مقدماتی) و گروه دوم پس از انجمادزدایی در هوای محیط و سرخ‌کردن مجدد مورد آنالیز قرار گرفتند (ناگت‌های سرخ‌شدهٔ نهایی). به‌منظور سرخ‌کردن مجدد ناگت‌ها، پس از انجمادزدایی، در سرخ‌کن به مدت ۲/۵ دقیقه تحت دمای ۱۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد به روش سرخ‌کردن عمیق سرخ شدند (اجاق و همکاران، ۱۳۹۲؛ Albert *et al*., 2009).

بازده محصول

ناگت هر تیمار قبل و بعد از سرخ‌کردن نهایی توزین شد. مقدار بازده محصول طبق رابطهٔ (۱) به‌صورت درصد محاسبه گردید (Das *et al*., 2008).

رابطهٔ (۱)

$$\text{بازده محصول (درصد)} = \text{وزن ناگت سرخ شده نهایی} / \text{وزن ناگت سرخ شده مقدماتی} \times ۱۰۰$$

چروکیدگی

قطر و ضخامت ناگت هر تیمار قبل و بعد از سرخ‌کردن نهایی اندازه‌گیری شد و به کمک رابطهٔ (۲) مقدار چروکیدگی ناگت‌ها محاسبه گردید (Modi *et al*., 2007).

رابطهٔ (۲)

$$\text{درصد چرکیدگی} = [(B-A)+(D+C)]/(A+C) \times ۱۰۰$$

در رابطهٔ (۲)، B: ضخامت ناگت سرخ‌شدهٔ مقدماتی، A: ضخامت ناگت سرخ‌شدهٔ نهایی، D: قطر ناگت سرخ‌شدهٔ مقدماتی و C: قطر ناگت سرخ‌شدهٔ نهایی می‌باشد.

آزمایش‌های شیمیایی

مقدار فساد هیدرولیتیک با شاخص اسیدچرب آزاد (FFA[1]) و برحسب درصد اسیداولئیک بیان شد. میزان پراکسید (PV[2]) برحسب میلی‌اکی‌والان‌گرم اکسیژن در ۱۰۰۰ گرم ماده سنجیده شد (Igan *et al*., 1979). مقدار تیوباربیتوریک اسید (TBA[3]) به روش رنگ‌سنجی (Igan *et al*., 1979) اندازه‌گیری و به‌صورت میلی‌گرم مالون‌آلدهید در کیلوگرم بافت ماهی بیان شد. مقادیر رطوبت و چربی کل با روش پروانه (۱۳۷۷) نیز تعیین و به‌صورت درصد بیان گردید.

اندازه‌گیری بافت

بافت ناگت‌ها پس از گذشت ۳۰ دقیقه از اتمام فرایند سرخ‌کردن با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (LFRA 4500، Broolfield، ساخت آمریکا) اندازه‌گیری گردید. یک پروپ دایره‌ای‌شکل با قطر ۵۰/۸ میلی‌متر به دستگاه بافت‌سنج متصل شد و دستگاه جهت ۵۰ درصد نفوذ پروب به درون ناگت‌ها با سرعت ۱ میلی‌لیتر بر ثانیه تنظیم گردید. میزان تردی روکش نیز پس از جداسازی از ناگت ماهی اندازه‌گیری شد (Sahin *et al*., 2005).

رنگ‌سنجی

با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (Lovibond CAM-system، 500، ساخت انگلستان) ناگت‌های سرخ‌شدهٔ مقدماتی و سرخ‌شدهٔ نهایی مورد آنالیز قرار گرفتند. متغییر L* برای بیان شاخص روشنایی گوشت از صفر (بعد سیاهی) تا ۱۰۰ (بعد سفیدی)، شاخص a* برای بیان قرمزی ـ سبزی (+a* نشان‌دهندهٔ قرمزتر و -a* نشان‌دهندهٔ سبزتر) و شاخص b* برای بیان بعد زرد ـ آبی (+b* نشان‌دهندهٔ زردتر و -b* نشان‌دهندهٔ آبی‌تر) در نظر گرفته شد.

ارزیابی حسی

آنالیز حسی توسط ۹ نفر از افراد نیمه‌آموزش‌دیده انجام پذیرفت. به‌منظور ارزیابی شاخص‌های رنگ،

[1] Free Fatty Acid
[2] Proxide Value
[3] Thiobarbituric Acid

بافت، تردی، طعم، بو، ظاهر و پذیرش کلی ناگت‌های ماهی تولیدی از روش Das و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد. ناگت‌ها به مدت ۲/۵ دقیقه در سرخ‌کن تحت دمای ۱۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد در روغن آفتاب‌گردان سرخ شدند. ارزیابی نمونه‌ها با ارزیابی ۵ امتیازی انجام پذیرفت: امتیاز هریک از ویژگی‌ها به‌این‌صورت بود: بافت (۵، بافت خیلی نرم؛ ۱، بافت محکم و سفت)، رنگ (۵، بدون تغییر رنگ؛ ۱، کاملاً بی‌رنگ)، بو (۵، کاملاً مطبوع؛ ۱، بوی فساد)، طعم (۵، بسیار خوش طعم؛ ۱، بسیار بدطعم) و مقبولیت کلی (۵، کاملاً مقبول؛ ۱، کاملاً نامقبول) (Ojagh *et al.*, 2010; Fan *et al.*, 2009). ارزیابان به شاخص‌های حسی از ۱ تا ۵ امتیاز دادند. امتیاز ۳ برای فیلهٔ ناگت‌ها در ارزیابی حسی به‌عنوان حد مقبولیت جهت مصرف انسانی در نظر گرفته شد.

آنالیز آماری

تجزیه‌وتحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ انجام شد. بعد از ۳ بار تکرار هر آزمون، از نتایج میانگین و انحراف معیار گرفته شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون اسپیلت پلات در زمان و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال (α=۰/۰۵) و برای آنالیز داده‌های حسی از آزمون‌های ناپارامتری کروسکال والیس و من ویتنی یو[1] استفاده گردید.

نتایج

بازده

طبق جدول (۱)، میزان بازده در تیمارهای ۱ و ۲ درصد و در طی زمان نگهداری کاهش معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$)، اما تیمارهای شاهد و ۳ درصد در طی زمان نگهداری کاهش معنی‌داری را نشان دادند ($P<0/05$). در ماه‌های صفر، دوم و سوم تیمار ۱ درصد با تیمارهای شاهد و ۳ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<0/05$). در پایان دورهٔ نگهداری بالاترین میزان بازده را تیمار ۱ درصد نشان داد.

چروکیدگی

نتایج آنالیز آماری جدول (۱) حاکی از وجود اثرات معنی‌داری میان تیمارهای مختلف و همچنین زمان‌های متفاوت نگهداری می‌باشد. طبق نتایج مقدار چروکیدگی در طی دورهٔ نگهداری در تمام تیمارها افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد ($P<0/05$). در ماه دوم و سوم تیمار ۱ درصد با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<0/05$). در پایان دورهٔ نگهداری تیمار ۱ درصد کمترین مقدار چروکیدگی را نشان داد.

رطوبت

طبق جدول (۱) میزان رطوبت در تمامی تیمارها طی زمان نگهداری کاهش یافت که این کاهش فقط در تیمار شاهد معنی‌دار بود ($P<0/05$). همچنین در پایان دورهٔ نگهداری بیشترین میزان رطوبت را تیمار ۱ درصد نشان داد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($P<0/05$).

چربی

باتوجه‌به جدول (۱) این فاکتور در تمام تیمارها با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) کاهش یافت. میان تیمارها در زمان‌های مختلف هم اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P<0/05$). در کل، تیمار ۳ درصد و تیمار ۱ درصد به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان چربی را در طول دورهٔ نگهداری نشان دادند.

اسید چرب آزاد

طبق نتایج جدول (۱) میزان اسیدهای چرب آزاد با افزایش زمان نگهداری در پایان دوره در تمام تیمارها افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P<0/05$). در انتهای دورهٔ نگهداری تیمار ۳ درصد کمترین میزان اسیدچرب آزاد را نشان داد که با تیمار ۲ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>0/05$).

[1] Kruskal Wallis and MannWhitney U

جدول ۱- تغییرات میزان بازده، چروکیدگی، رطوبت، چربی و اسید چرب آزاد تیمارهای مختلف فیلهٔ ناگت طی ۳ ماه نگهداری به‌صورت منجمد

فاکتور	تیمار/زمان (ماه)	۰	۱	۲	۳
بازده (درصد)	شاهد	۹۰/۰۶±۰/۴۵^{Ab}	۸۸/۶۳±۱/۱۴^{Ac}	۸۹/۱۳±۰/۵۴^{Ab}	۸۷/۳۱±۱/۰۲^{Bb}
	فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۹۱/۲۱±۰/۷۲^{Aa}	۹۰/۸۸±۰/۱۷^{Aa}	۹۱/۴۰±۰/۴۶^{Aa}	۸۹/۷۸±۰/۶۷^{Aa}
	فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۹۰/۴۳±۰/۳۰^{Aab}	۸۹/۴۹±۰/۶۱^{Ab}	۹۰/۱۴±۰/۶۶^{Aab}	۸۹/۴۲±۱/۱۷^{Aa}
	فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۸۵/۷۶±۰/۷۵^{ABc}	۸۴/۴۹±۰/۴۶^{BCd}	۸۶/۷۶±۱/۰۹^{Ac}	۸۳/۹۷±۰/۶۲^{Cc}
چروکیدگی (درصد)	شاهد	۲/۱۵±۰/۱۲^{Bb}	۲/۴۱±۰/۲۰^{Bb}	۳/۱۴±۰/۶۳^{Ac}	۳/۶۵±۰/۴۲^{Aab}
	فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۲/۹۱±۰/۷۴^{Bab}	۳/۶۴±۰/۳۷^{Ba}	۴/۵۶±۱/۴۳^{Aa}	۲/۶۱±۰/۸۲^{Cd}
	فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۲/۸۸±۰/۷۲^{Cab}	۳/۵۴±۰/۶۰^{ABa}	۴/۲۸±۰/۴۷^{Ab}	۳/۴۲±۰/۳۳^{Bc}
	فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۲/۹۹±۰/۷۷^{Ca}	۳/۰۴±۰/۵۲^{Bab}	۴/۲۶±۰/۵۱^{Ab}	۳/۹۵±۰/۵۵^{ABa}
رطوبت (درصد)	شاهد	۵۹/۸۶±۰/۳۰^{Aa}	۵۸/۲۳±۰/۱۵^{Aa}	۵۷/۰۳±۰/۳۰^{Aa}	۵۶/۲۳±۱/۵۵^{Bb}
	فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۵۸/۲۰±۴/۹۴^{Aa}	۵۴/۲۰±۰/۱۰^{ABa}	۵۲/۹۳±۰/۵۸^{Bb}	۵۷/۶۳±۰/۲۰^{ABa}
	فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۵۹/۲۹±۰/۱۷^{Aa}	۵۴/۵۰±۵/۴۸^{ABa}	۵۳/۰۶±۰/۷۲^{Bb}	۵۶/۶۰±۰/۲۶^{ABb}
	فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۵۷/۰۳±۰/۵۵^{Aa}	۵۵/۰۶±۱/۷۱^{ABa}	۵۴/۰۰±۱/۸۶^{Bb}	۵۶/۱۰±۰/۲۶^{ABb}
چربی (درصد)	شاهد	۱۳/۵۰±۰/۱۰^{Ab}	۱۲/۸۷±۰/۰۶^{ABab}	۱۲/۲۵±۰/۷۵^{BCb}	۱۱/۴۰±۰/۵۰^{Ca}
	فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۱۳/۳۰±۰/۵۲^{Ab}	۱۲/۲۳±۰/۹۵^{Ab}	۱۱/۲۰±۰/۱۰^{Cc}	۷/۱۰±۱/۱۰^{Bb}
	فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۱۴/۸۳±۰/۱۴^{Aa}	۱۲/۴۰±۰/۱۰^{Bb}	۱۱/۹۵±۰/۵۵^{Abc}	۷/۱۵±۰/۲۵^{Db}
	فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۱۴/۵۰±۱/۲۰^{Aab}	۱۳/۷۰±۰/۳۰^{ABa}	۱۳/۳۰±۰/۱۰^{ABa}	۱۱/۸۵±۰/۵۵^{Ba}
اسید چرب آزاد (درصد اسیداولئیک)	شاهد	۰/۸۳±۰/۰۸^{Ca}	۰/۴۳±۰/۲۲^{Ca}	۱/۴۳±۰/۱۵^{Ba}	۱/۹۵±۰/۲۸^{Aa}
	فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۰/۵۰±۰/۱۷^{Cb}	۰/۴۱±۰/۰۹^{Ca}	۱/۴۲±۰/۱۳^{Ba}	۱/۷۸±۰/۲۸^{Ab}
	فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۰/۳۱±۰/۰۲^{Bc}	۰/۲۹±۰/۰۱^{Bab}	۱/۲۲±۱/۲۵^{Aab}	۱/۴۳±۰/۳۵^{Ac}
	فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۰/۲۸±۰/۰۲^{Bc}	۰/۱۴±۰/۰۱^{Bb}	۱/۰۶±۰/۰۸^{Ab}	۱/۴۰±۰/۴۹^{Ac}

داده‌ها به‌صورت میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-b) در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت تیمارها در هر زمان و (A-D) در هر ردیف نشان‌دهندهٔ تغییرات هر تیمار در طول زمان می‌باشند. شاهد فاقد عصارهٔ جلبک و سایر تیمارها به‌ترتیب حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد عصارهٔ جلبک قهوه‌ای می‌باشند.

شاخص PV و TBA

نتایج آنالیز آماری جدول (۲) حاکی از وجود اثرات معنی‌داری میان تیمارهای مختلف و همچنین زمان‌های متفاوت نگهداری می‌باشد. طبق نتایج به‌دست‌آمده با گذشت زمان و در پایان دورهٔ نگهداری مقدار پراکسید در تمام تیمارها افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد ($P<۰/۰۵$). در ماه سوم نگهداری اختلاف میان تمام تیمارها معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). در انتهای دوره تیمار ۳ درصد کمترین میزان پراکسید را نشان داد.

نتایج نشان می‌دهد که مقادیر تیوباربیوتوریک اسید در تمامی تیمارها با افزایش مدت زمان نگهداری یک روند صعودی معنی‌داری را طی کرده است ($P<۰/۰۵$). بیشترین مقدار تیوباربیوتوریک اسید در طول نگهداری مربوط به تیمار شاهد و کمترین میزان مربوط به تیمار ۳ درصد می‌باشد.

جدول ۲- تغییرات میزان اندیس پراکسید (میلی‌اکی‌والان اکسیژن) و TBA (مالون دی‌آلدهید) تیمارهای مختلف فیلهٔ ناگت طی ۳ ماه نگهداری به‌صورت منجمد

فاکتور	تیمار/ زمان (ماه)	۰	۱	۲	۳
PV (میلی‌اکی‌والان اکسیژن)	شاهد	۱۳/۴۱±۱/۰۷^{Ba}	۱۲/۱۴±۰/۳۸^{Ba}	۱۲/۶۹±۰/۹۳^{Ba}	۲۰/۶۱±۱/۳۴^{Aa}
	فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۱۲/۰۵±۱/۰۱^{Ba}	۱۱/۶۲±۰/۴۴^{Ba}	۱۲/۱۶±۱/۶۴^{Bab}	۱۵/۹۶±۰/۶۳^{Ab}
	فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۱۰/۴۲±۰/۵۸^{Cb}	۹/۶۱±۰/۳۸^{Cb}	۱۲/۱۳±۰/۱۹^{Bab}	۱۳/۶۴±۰/۲۷^{Ac}
	فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۱۰/۳۶±۰/۵۲^{Bb}	۹/۵۶±۰/۱۳^{Bb}	۱۰/۳۹±۰/۴۵^{Bb}	۱۱/۵۷±۰/۸۹^{Ad}
TBA (مالون دی‌آلدهید)	شاهد	۰/۷۶±۰/۵۴^{Da}	۱/۷۰±۰/۲۳^{Ca}	۳/۲۷±۰/۴۱^{Ba}	۴/۷۸±۰/۳۶^{Aa}
	فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۰/۶۲±۰/۰۸^{Da}	۱/۶۳±۰/۰۵^{Ca}	۲/۵۳±۰/۱۳^{Bb}	۴/۳۴±۰/۰۱^{Ab}
	فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۰/۳۹±۰/۰۱^{Ca}	۰/۸۴±۰/۲۱^{Cb}	۲/۰۷±۰/۰۳^{Bc}	۳/۴۶±۰/۰۵^{Ac}
	فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۰/۳۴±۰/۰۱^{Ca}	۰/۷۴±۰/۲۴^{Cb}	۱/۶۰±۰/۲۰^{Bd}	۲/۶۷±۰/۰۳^{Ad}

داده‌ها به‌صورت میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-b) در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت تیمارها در هر زمان و (A-D) در هر ردیف نشان‌دهندهٔ تغییرات هر تیمار در طول زمان می‌باشند. شاهد فاقد عصارهٔ جلبک و سایر تیمارها به‌ترتیب حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد عصارهٔ جلبک قهوه‌ای می‌باشند.

شاخص روشنایی (L)

نتایج آنالیز آماری (جدول ۳) حاکی از وجود اثرات معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) میان تیمارهای مختلف و همچنین زمان‌های متفاوت نگهداری می‌باشد. در پایان دوره تیمار ۱ درصد بالاترین میزان روشنایی را نشان داد که با تیمار شاهد و ۳ درصد اختلاف معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). همچنین شاخص روشنایی در تمامی تیمارها در طول زمان نگهداری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$).

جدول ۳- تغییرات روشنایی تیمارهای مختلف فیلهٔ ناگت‌های سرخ‌شدهٔ مقدماتی طی ۳ ماه نگهداری به‌صورت منجمد

تیمار/ زمان (ماه)	۰	۱	۲	۳
شاهد	۶۱/۷۰±۰/۹۵^{Ac}	۶۰/۱۳±۰/۶۱^{Aa}	۵۸/۵۳±۰/۹۲^{Bab}	۵۲/۷۰±۰/۸۶^{Cb}
فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۶۷/۴۶±۰/۳۵^{Aa}	۶۱/۲۰±۰/۸۰^{Ba}	۶۰/۱۱±۰/۷۵^{Ba}	۵۵/۴۰±۰/۹۵^{Ca}
فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۶۴/۹۶±۰/۴۶^{Ab}	۶۱/۲۰±۰/۴۰^{Ba}	۵۸/۸±۰/۶۹^{Cab}	۵۴/۹۰±۱/۰۵^{Da}
فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۶۶/۵۶±۰/۲۳^{Aa}	۵۹/۳۳±۱/۰۰^{Bb}	۵۷/۷۶±۰/۵۶^{Cb}	۵۰/۸۶±۱/۲۸^{Dc}

داده‌ها به‌صورت میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-b) در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت تیمارها در هر زمان و (A-D) در هر ردیف نشان‌دهندهٔ تغییرات هر تیمار در طول زمان می‌باشند. شاهد فاقد عصارهٔ جلبک و سایر تیمارها به‌ترتیب حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد عصارهٔ جلبک قهوه‌ای می‌باشند.

نتایج آنالیز آماری جدول (۴) حاکی از وجود اثرات معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) میان تیمارهای مختلف و همچنین زمان‌های متفاوت نگهداری می‌باشد. شاخص روشنایی در تمامی تیمارها در طول دورهٔ نگهداری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). در پایان دورهٔ نگهداری بیشترین شاخص روشنایی را تیمار ۱ درصد نشان داد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$).

جدول ۴ - تغییرات روشنایی تیمارهای مختلف فیلهٔ ناگت‌های سرخ‌شدهٔ نهایی طی ۳ ماه نگهداری به‌صورت منجمد

تیمار/ زمان (ماه)	۰	۱	۲	۳
شاهد	۵۸/۰۳±۰/۱۵^{Ac}	۵۴/۳۶±۰/۶۱^{Bb}	۵۰/۶۳±۰/۴۰^{Cb}	۴۷/۸۳±۰/۳۵^{Dbc}
فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۶۵/۵۰±۰/۲۶^{Aa}	۵۴/۱۳±۰/۲۰^{Bb}	۵۲/۹۰±۰/۵۵^{Ca}	۴۹/۶۶±۰/۵۰^{Da}
فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۶۱/۷۰±۰/۳۴^{Ab}	۵۶/۳۳±۰/۱۰^{Ba}	۵۱/۷۶±۰/۷۵^{Cab}	۴۷/۹۶±۰/۵۶^{Db}
فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۵۴/۹۰±۰/۴۰^{Ad}	۴۹/۹۳±۰/۱۵^{Bc}	۴۹/۱۶±۰/۶۰^{Bc}	۴۷/۰۶±۰/۱۵^{Cc}

داده‌ها به‌صورت میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-b) در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت تیمارها در هر زمان و (A-D) در هر ردیف نشان‌دهندهٔ تغییرات هر تیمار در طول زمان می‌باشند. شاهد فاقد عصارهٔ جلبک و سایر تیمارها به‌ترتیب حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد عصارهٔ جلبک قهوه‌ای می‌باشند.

سختی

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که میزان سختی در تمام تیمارها در طی دورهٔ نگهداری روند نزولی داشت ($P<۰/۰۵$). که این روند در تیمار شاهد با شدت بیشتری انجام شد. در ماه سوم نگهداری تیمار ۳ درصد بیشترین میزان سختی را داشت که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$).

جدول ۵ - میزان سختی (g) تیمارهای مختلف فیلهٔ ناگت طی ۳ ماه نگهداری به‌صورت منجمد

تیمار/ زمان (ماه)	۰	۱	۲	۳
شاهد	۵۱۹۸/۸۳±۱۵۸/۶۶^{Aa}	۲۹۴۷/۸±۲/۴۶۱^{Bb}	۲۷۶۵/۱۷±۷۳/۲۶^{Bb}	۱۶۴۳/۸۳±۱۳۹/۶۶^{Cc}
فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۵۲۲۵/۰۰±۸۷/۰۷^{Aa}	۳۰۸۴/۸۳±۱۹۳/۰۴^{Bb}	۲۳۳۱/۳۳±۱۲۴/۳۵^{Cc}	۲۳۱۰/۰۰±۵۹/۶۰^{Cb}
فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۵۲۳۱/۵۰±۱۸۵/۴۸^{Aa}	۳۸۲۳/۷۲±۱۷۵/۸۹^{Ba}	۲۸۸۴/۸۳±۱۱۳/۱۶^{Ca}	۲۳۳۰/۰۰±۲۰۰/۰۴^{Db}
فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۵۳۲۶/۵۰±۱۰۵/۱۸^{Aa}	۳۸۸۲/۵۳±۲۲۴/۶۶^{Ba}	۲۹۳۹/۶۷±۷۶/۲۹^{Ca}	۲۶۰۷/۰۰±۱۴۹/۸۸^{Da}

داده‌ها به‌صورت میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-b) در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت تیمارها در هر زمان و (A-D) در هر ردیف نشان‌دهندهٔ تغییرات هر تیمار در طول زمان می‌باشند. شاهد فاقد عصارهٔ جلبک و سایر تیمارها به‌ترتیب حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد عصارهٔ جلبک قهوه‌ای می‌باشند.

قابلیت جویدن

نتایج آنالیز آماری جدول (۶) حاکی از وجود اثرات معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) میان تیمارهای مختلف و همچنین زمان‌های متفاوت نگهداری می‌باشد. این فاکتور در طی دورهٔ نگهداری در تمامی تیمارها کاهش معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$)، که بیشترین کاهش را تیمار شاهد نشان داد. در پایان دورهٔ نگهداری بیشترین و کمترین میزان قابلیت جویدن به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۳ درصد و شاهد بود.

جدول ۶ - تغییرات قابلیت جویدن (gmm) تیمارهای مختلف فیلهٔ ناگت طی ۳ ماه نگهداری به‌صورت منجمد

تیمار/ زمان (ماه)	۰	۱	۲	۳
شاهد	۹۱۴۱/۸۹±۸۲/۸۱^{Ab}	۸۶۰۷/۲۶±۱۱۴/۹۴^{Bb}	۴۶۷۴/۹۵±۱۸۶/۰۷^{Cc}	۴۰۲۸/۳۳±۱۴۱/۶۸^{Db}
فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۹۰۷۸/۹۴±۷۹/۹۷^{Ab}	۶۷۸۳/۳۴±۱۷۷/۰۶^{Bc}	۴۹۲۰/۳۴±۱۸۴/۸۲^{Cb}	۳۱۳۴/۹۸±۱۲۲/۷۱^{Dd}
فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۷۹۵۷/۱۱±۱۸۰/۰۷^{Ac}	۵۴۱۷/۱۱±۱۹۱/۰۷^{Bd}	۴۰۱۲/۷۹±۱۰۳/۵۹^{Cd}	۳۴۲۷/۴۷±۱۴۰/۱۰^{Dc}
فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۱۳۱۲۱/۸۳±۱۰۶/۷۶^{Aa}	۱۱۴۰۴/۸۳±۱۹۹/۵۶^{Ba}	۱۱۰۹۷/۳۱±۱۱۹/۶۳^{Ba}	۹۹۵۸/۲۱±۱۶۹/۴۰^{Ca}

داده‌ها به‌صورت میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-b) در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت تیمارها در هر زمان و (A-D) در هر ردیف نشان‌دهندهٔ تغییرات هر تیمار در طول زمان می‌باشند. شاهد فاقد عصارهٔ جلبک و سایر تیمارها به‌ترتیب حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد عصارهٔ جلبک قهوه‌ای می‌باشند.

قابلیت ارتجاعی

طبق نتایج به‌دست‌آمده در جدول (۷) میزان قابلیت ارتجاعی طی دورهٔ نگهداری در تمامی تیمارها کاهش معنی‌داری یافت ($P<۰/۰۵$). در پایان دورهٔ نگهداری کمترین و بیشترین میزان قابلیت ارتجاعی به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۱ درصد و شاهد بود.

جدول ۷ - تغییرات قابلیت ارتجاعی (mm) تیمارهای مختلف فیلهٔ ناگت طی ۳ ماه نگهداری به‌صورت منجمد

تیمار/ زمان (ماه)	۰	۱	۲	۳
شاهد	۴/۵۹±۰/۱۱^{Aa}	۴/۴۶±۰/۳۱^{Aa}	۳/۳۷±۰/۰۴^{Ba}	۳/۷۶±۰/۱۶^{Ba}
فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۴/۵۰±۰/۲۸^{Aa}	۳/۶۰±۰/۲۱^{Bb}	۲/۹۰±۰/۱۲^{Cb}	۳/۳۳±۰/۱۸^{Bb}
فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۴/۵۴±۰/۳۵^{Aa}	۳/۶۸±۰/۲۳^{Bb}	۲/۸۰±۰/۱۸^{Cb}	۳/۳۸±۰/۱۷^{Bb}
فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۴/۵۵±۰/۱۶^{Aa}	۳/۷۰±۰/۲۷^{Bb}	۲/۹۹±۰/۱۰^{Cb}	۳/۴۲±۰/۲۰^{Bb}

داده‌ها به‌صورت میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-b) در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت تیمارها در هر زمان و (A-D) در هر ردیف نشان‌دهندهٔ تغییرات هر تیمار در طول زمان می‌باشند. شاهد فاقد عصارهٔ جلبک و سایر تیمارها به‌ترتیب حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد عصارهٔ جلبک قهوه‌ای می‌باشند.

ارزیابی حسی

طبق جدول (۸) در تمامی تیمارها با گذشت زمان فاکتور طعم، بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی کاهش معنی‌داری نشان دادند ($P<۰/۰۵$)، که البته این کاهش در تیمار شاهد با سرعت بیشتری صورت گرفت. همان‌طورکه در جدول (۸) مشاهده می‌شود در انتهای دوره بیشترین امتیاز طعم مربوط به تیمار ۲ و ۳ درصد بود و بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. درمورد بافت، از ماه اول تا پایان دورهٔ نگهداری تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را با تیمارهای ۱، ۲ و ۳ درصد نشان دادند ($P<۰/۰۵$). کمترین تغییرات مربوط به فاکتور بو مربوط به تیمار ۲ و ۳ درصد بود و بین این دو تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P<۰/۰۵$). از لحاظ رنگ، کمترین تغییرات مربوط به تیمار ۲ و ۳ درصد بود و بین این دو تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). در انتهای دوره بیشترین امتیاز پذیرش کلی مربوط به تیمار ۲ و ۳ درصد بود و بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

جدول ۸ - نتایج ارزیابی حسی فیلهٔ ناگت ماهی قزل‌آلا طی نگهداری به‌صورت منجمد

فاکتور	تیمار/زمان (ماه)	۰	۱	۲	۳
طعم	شاهد	۵/۰۰±۰/۰۰^{Aa}	۲/۴۵±۰/۱۱^{Bb}	۱/۶۶±۰/۲۱^{Cb}	۱/۰۰±۰/۰۰^{Cb}
	فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۵/۰۰±۰/۰۰^{Aa}	۴/۲۴±۰/۲۹^{Ba}	۳/۱۶±۰/۲۲^{Ca}	۲/۰۵±۰/۱۵^{Da}
	فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۵/۰۰±۰/۰۰^{Aa}	۴/۲۲±۰/۳۶^{Ba}	۳/۰۷±۰/۱۹^{Ca}	۲/۱۰±۰/۱۶^{Da}
	فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۵/۰۰±۰/۰۰^{Aa}	۴/۱۴±۰/۲۶^{Ba}	۳/۰۴±۰/۱۶^{Ca}	۲/۱۰±۰/۱۶^{Da}
بافت	شاهد	۵/۰۰±۰/۰۰^{Aa}	۳/۱۶±۰/۱۶^{Bb}	۱/۶۶±۰/۲۱^{Cb}	۱/۰۰±۰/۰۰^{Cb}
	فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۵/۰۰±۰/۰۰^{Aa}	۴/۰۸±۰/۲۳^{Ba}	۳/۰۴±۰/۲۲^{Ca}	۱/۹۵±۰/۱۵^{Da}
	فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۵/۰۰±۰/۰۰^{Aa}	۴/۰۴±۰/۱۸^{Ba}	۳/۰۴±۰/۱۹^{Ca}	۲/۰۰±۰/۱۶^{Da}
	فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۵/۰۰±۰/۰۰^{Aa}	۴/۰۴±۰/۱۸^{Ba}	۳/۰۴±۰/۱۹^{Ca}	۲/۰۰±۰/۱۶^{Da}
بو	شاهد	۴/۵۰±۰/۲۲^{Aa}	۲/۴۷±۰/۱۸^{Bb}	۱/۰۰±۰/۰۰^{Cb}	۱/۰۰±۰/۰۰^{Cc}
	فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۴/۸۰±۰/۰۹^{Aa}	۴/۳۱±۰/۱۴^{Ba}	۳/۳۰±۰/۱۳^{Ca}	۲/۱۰±۰/۰۱^{Db}
	فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۴/۶۰±۰/۲۰^{Aa}	۴/۳۷±۰/۱۳^{Ba}	۳/۳۷±۰/۱۳^{Ca}	۲/۱۸±۰/۱۱^{Da}
	فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۴/۶۰±۰/۲۰^{Aa}	۴/۳۴±۰/۱۳^{Ba}	۳/۳۴±۰/۱۳^{Ca}	۲/۱۸±۰/۱۱^{Da}
رنگ	شاهد	۴/۹۱±۰/۰۸^{Aa}	۳/۵±۰/۲۲^{Bb}	۲/۵۰±۰/۲۲^{Cb}	۱/۲۵±۰/۱۷^{Cc}
	فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۵/۰۰±۰/۰۰^{Aa}	۴/۳۵±۰/۲۰^{Ba}	۳/۱۶±۰/۱۰^{Ca}	۲/۰۹±۰/۱۳^{Db}
	فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۵/۰۰±۰/۰۰^{Aa}	۴/۳۶±۰/۲۰^{Ba}	۳/۲۵±۰/۱۱^{Ca}	۲/۱۶±۰/۳۶^{Da}
	فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۵/۰۰±۰/۰۰^{Aa}	۴/۳۶±۰/۲۰^{Ba}	۳/۲۵±۰/۱۱^{Ca}	۲/۱۶±۰/۳۶^{Da}
پذیرش کلی	شاهد	۴/۸۳±۰/۱۶^{Aa}	۳/۴۳±۰/۰۷^{Bb}	۱/۸۳±۰/۱۰^{Cb}	۱/۴۰±۰/۰۵^{Db}
	فیلهٔ ناگت ۱ درصد	۴/۹۳±۰/۰۶^{Aa}	۴/۲۵±۰/۱۱^{Ba}	۳/۱۶±۰/۱۰^{Ca}	۲/۰۴±۰/۰۴^{Da}
	فیلهٔ ناگت ۲ درصد	۴/۹۳±۰/۰۶^{Aa}	۴/۲۵±۰/۱۱^{Ba}	۳/۰۸±۰/۰۸^{Ca}	۲/۰۸±۰/۰۹^{Da}
	فیلهٔ ناگت ۳ درصد	۴/۹۳±۰/۰۶^{Aa}	۴/۰۳±۰/۰۲^{Ba}	۳/۱۶±۰/۱۰^{Ca}	۲/۰۸±۰/۰۸^{Da}

داده‌ها به‌صورت میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-b) در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت تیمارها در هر زمان و (A-D) در هر ردیف نشان‌دهندهٔ تغییرات هر تیمار در طول زمان می‌باشند. شاهد فاقد عصارهٔ جلبک و سایر تیمارها به‌ترتیب حاوی ۱، ۲ و ۳ درصد عصارهٔ جلبک قهوه‌ای می‌باشند.

بحث

بازده

سرعت فسادپذیری بالا، اکسیداسیون و تغییر رنگ بافت ماهی سبب می‌گردد تا دورهٔ ماندگاری آن محدود باشد و برای افزایش زمان نگهداری آن از روش‌های مختلفی استفاده شود ازجمله تکنیک‌های به‌کاربرده‌شده می‌توان به اثر ترکیبی روکش و اسانس، نمک‌سودکردن و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و مصنوعی برای افزایش عمر ماندگاری محصولات دریایی و حفظ کیفیت آبزیان اشاره کرد.

مقدار بازده محصول ازنظر اقتصادی برای مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان صنعت فراوری مواد غذایی بسیار مهم است (Varela & Fiszman, 2011). همان‌طورکه در جدول (۱) مشاهده می‌شود فیلهٔ ناگت دارای ۱ درصد عصارهٔ جلبک قهوه‌ای طی دورهٔ نگهداری بیشترین میزان بازده را دارا بود. در تحقیق حاضر، میزان بازده محصول با افزایش غلظت عصارهٔ جلبک کاهش می‌یابد. Killincceker و Hepsage (۲۰۱۲) گزارش کردند که پوشش‌دهی سیب‌زمینی سرخ‌شده با آرد نخود و گندم و سپس محلول زانتان ۱ درصد باعث افزایش معنی‌دار بازده محصول می‌شود. Maskat و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که بازده محصول به درصد هیدروکلوئید ترکیب بستگی دارد. مقدار رطوبت محصول و ظرفیت نگهداری آب بر میزان بازده محصول تأثیرگذار است (Das *et al.*, 2008)، به‌طوری‌که بالابودن ظرفیت نگهداری آب منجربه حفظ رطوبت محصول و مانع از بروز تغییرات عمده در میزان بازده محصول می‌شود. در این تحقیق بالاترین میزان رطوبت را تیمار ۱ درصد نشان داد و درنتیجه دارای بالاترین میزان بازده بود (اجاق و همکاران، ۱۳۹۲؛ Remya *et al.*, 2015).

چروکیدگی

چروکیدگی به‌دلیل ازدست‌دادن رطوبت و دناتوره‌شدهٔ پروتئین در اثر حرارت ناشی از فرایند پخت رخ می‌دهد (Ziaiifar *et al.*, 2008). طبق جدول (۱) نتایج نشان می‌دهد که زمان نگهداری اثر معنی‌داری بر میزان چروکیدگی نمونه‌ها دارد. در مراحل اولیهٔ سرخ‌کردن، با کاهش رطوبت محصول، چروکیدگی به سرعت اتفاق می‌افتد و درنهایت پس از شکل‌گیری پوسته محکمی که مانع هدررفت و تبخیر بیشتر رطوبت می‌گردد، چروکیدگی متوقف می‌گردد. دمای بالای سرخ‌کردن منجربه ایجاد چروکیدگی بیشتری در محصول می‌شود و میزان چروکیدگی تا حد زیادی به میزان رطوبت محصول بستگی دارد (Ziaiifar *et al.*, 2008). به‌طورکلی، میان میزان چروکیدگی و مقدار اُفت رطوبت محصول ارتباط مستقیمی موجود است (Ziaiifar *et al.*, 2008). در این تحقیق تیمار ۱ درصد در طول دورهٔ نگهداری کمترین اُفت رطوبت را دارا بود درنتیجه کمترین چروکیدگی را نشان داد.

رطوبت و چربی

مقدار رطوبت فراورده‌های گوشتی لعاب‌دهی و سوخاری‌شده پس از سرخ‌کردن، متأثر از ظرفیت نگهداری آب پروتئین می‌باشد که با رطوبت خارج‌شده از فراوردهٔ تحت فشار رابطهٔ معکوس دارد (Remya *et al.*, 2015)، به‌علاوه میزان رطوبت و چربی رابطهٔ معکوسی دارند، درنتیجه درصورت ظرفیت نگهداری بالای آب و کاهش رطوبت تحت فشار، مادهٔ غذایی طی سرخ‌شدن چربی کمتری جذب می‌کند (اجاق و همکاران، ۱۳۹۲). طبق نتایج به‌دست‌آمده در جدول (۳) تیمار حاوی ۱ درصد عصارهٔ جلبک، در پایان دورهٔ نگهداری بالاترین میزان رطوبت را دارا بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد، این درحالی است که تیمار دارای ۳ درصد عصارهٔ جلبک، در پایان دوره کمترین میزان رطوبت را از خود نشان داد. درنتیجه باتوجه‌به اینکه رطوبت و چربی رابطهٔ عکس دارند، طبق جدول (۱) تیمار ۱ درصد کمترین چربی و تیمار ۳ درصد بالاترین میزان چربی را در پایان دوره نشان دادند.

شاخص اسید چرب آزاد

میزان اسیدهای چرب شاخصی برای اندازه‌گیری فساد چربی می‌باشد که افزایش آن پس از مرگ ماهی و در طول مدت نگهداری، نشان‌دهندهٔ فساد هیدرولیتیک چربی است (Chen & Huang, 2008). در مطالعهٔ حاضر میزان اسیدهای چرب آزاد در تمامی تیمارها طی زمان نگهداری افزایش معنی‌داری یافت. در طول دورهٔ نگهداری کمترین میزان اسیدهای چرب آزاد را تیمار ۳ درصد نشان داد که می‌تواند به‌دلیل خاصیت ضداکسیداسیون عصارهٔ جلبک قهوه‌ای باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵). برخی از محققان نیز به اثربخش‌بودن ترکیبات ضداکسیداسیونی طبیعی (عصارهٔ آویشن، عصارهٔ جعفری، عصارهٔ پوسته جو) در کاهش میزان اسیدهای چرب آزاد اشاره نمودند (شعبان‌پور و همکاران، ۱۳۹۰؛ A-Pereira de Abreu *et al.*, 2011).

شاخص پراکسید

میزان پراکسید به‌عنوان شاخص اکسیداسیون چربی‌ها در نظر گرفته می‌شود و جهت اندازه‌گیری محصولات اولیهٔ اکسیداسیون یعنی هیدروپراکسیدها به‌کار می‌رود (Lin & Lin, 2005). براسا جدلو (۲)، میزان پراکسید تا ماه اول نگهداری در تمام تیمارها کاهش یافت ($P<۰/۰۵$)، که کاهش میزان پراکسید در تیمارها به‌دلیل تجزیهٔ پراکسیدها به ترکیبات ثانویه است (Rezaei & Hosseini, 2008). اما از ماه اول تا پایان دورهٔ نگهداری میزان پراکسید در تمامی تیمارها روند صعودی معنی‌داری ($P<۰/۰۵$)، را نشان می‌دهد. طبق نتایج به‌دست‌آمده در تیمارهای دارای عصارهٔ جلبک قهوه‌ای نسبت به تیمار شاهد روند افزایش شاخص پراکسید با سرعت کمتری مشاهده شد. کمترین افزایش میزان پراکسید در طی دورهٔ نگهداری در تیمار ۳ درصد مشاهده شد که می‌تواند به‌دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصارهٔ جلبک قهوه‌ای باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵).

شاخص تیوباربیتوریک اسید

به‌منظور ارزیابی درجهٔ اکسیداسیون چربی در ماهیان، از شاخص تیوباربیتوریک اسید استفادهٔ زیادی می‌شود که این شاخص میزان محصولات ثانویهٔ اکسیداسیون به‌ویژه مالون‌آلدهید را نشان می‌دهد (Erkan *et al.*, 2006; Cakli *et al.*, 2006; Mendes & Gonsalvez, 2008). ازنظر زمان، طبق نتایج جدول (۲) میزان تیوباربیوتوریک اسید برای تمام تیمارها در طی زمان نگهداری افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد، که با نتایج گزارش Masnium و همکاران (۲۰۰۵) و Chaijan و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. همان‌طورکه در جدول (۲) پیداست میزان تیوباربیتوریک اسید برای تمامی تیمارها در ماه صفر پایین است که مشابه نتایج در مطالعه‌های Rezaei و Hosseini (۲۰۰۸) و Ozogul و همکاران (۲۰۰۵) روی مارماهی بود، اما با افزایش مدت زمان نگهداری و در انتهای دوره در بعضی تیمارها مثل تیمار شاهد به بالای ۴ میلی مالون‌آلدهید رسید. مقادیر تیوباربیوتوریک اسید گزارش‌شده در این مطالعه با مقادیر اندازه‌گیری‌شده در قزل‌آلای رنگین‌کمان (Chytiri *et al.*, 2004)، قزل‌آلای دریاچه‌ای[1] و ماکرل[2] (Weilmeire & Regenstein, 2004) و باس دریایی[3] (Masnium *et al.*, 2005) هم‌خوانی داشته، اما بیشتر از مقادیر گزارش‌شده در ماهیان باس دریایی[4] (Papadopoulos *et al.*, 2003) و شمشیرماهی[5] (Pantazi *et al.*, 2008) بود که می‌تواند به‌دلیل واکنش مالون‌آلدهید با ترکیباتی دیگر مانند آمین‌ها، نوکلئوتیدها، اسیدهای چرب، پروتئین‌ها، فسفولیپیدها و دیگر آلدهیدهای حاصل از اکسیداسیون باشند. طبق نتایج به‌دست‌آمده در طول دورهٔ نگهداری کم‌بودن مقادیر تیوباربیوتوریک اسید در تیمارهای حاوی عصارهٔ جلبک قهوه‌ای نسبت به تیمار شاهد را می‌توان به‌دلیل اثر ضداکسیداسیونی عصارهٔ جلبک و ممانعت پوشش از نفوذ اکسیژن دانست (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵؛ Chidanandaiah *et al.*, 2007؛ Luo *et al.*, 2008). همچنین در طول دورهٔ نگهداری کمترین میزان تیوباربیوتوریک اسید را تیمار حاوی ۳ درصد عصارهٔ جلبک قهوه‌ای نشان داد که به‌دلیل اثر ضداکسیداسیونی بالای عصارهٔ جلبک می‌باشد. Jeya و همکاران (۲۰۰۵) محدودهٔ ۲-۱ میلی‌گرم مالون‌آلدهید بر کیلوگرم چربی را به‌عنوان حد قابل‌قبول مقادیر تیوباربیوتوریک اسید در ماهیان معرفی کردند. براساس نتایج به‌دست‌آمده، مقادیر تیوباربیتوریک اسید تمام تیمارها از ماه دوم نگهداری از حد قابل‌قبول پیشنهادی بیشتر بود.

رنگ‌سنجی

یکی از پارامترهایی که بر میزان بازارپسندی محصولات روکش‌دار مؤثر است، رنگ نهایی این محصولات می‌باشد. فرایند سرخ‌کردن باعث کاهش مقدار روشنایی ناگت‌های ماهی شد. طی فرایند سرخ‌کردن محصولات لعاب‌دهی‌شده و سوخاری‌شده واکنش‌های شیمیایی مختلفی ازقبیل دناتوره‌شدن پروتئین‌ها، ژلاتینه‌شدن نشاسته و واکنش قهوه‌ای‌شدن لعاب و پوشش آرد سوخاری رخ می‌دهد

[1] *Salvelinus namaycush*
[2] *Scomber scombrus*
[3] *Lates calcalifer*
[4] *Dicentrarchus labrax*
[5] *Xiphias gladius*

که کلیهٔ این واکنش‌ها، باعث ایجاد تغییرات پیچیده در رنگ می‌گردند (Das *et al*., 2008). باتوجه‌به جدول (۳)، طی ۳ ماه نگهداری مقدار روشنایی در تمام فیلهٔ ناگت‌های سرخ‌شدهٔ مقدماتی و نهایی کاهش یافت. به‌دلیل واکنش میلارد که طی مرحلهٔ سرخ‌کردن رخ می‌دهد، روکش حاوی آرد گندم، آرد گلوتن یا نشاسته رنگ تیره‌تری را دربردارند (Chen *et al*., 2009). Sahin و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که افزایش میزان جذب روغن توسط ناگت مرغ طی سرخ‌کردن نهایی باعث کدرشدن رنگ روکش می‌گردد. تیمار حاوی ۱ درصد عصارهٔ جلبک قهوه‌ای رنگ روشن‌تری نسبت به سایر تیمارها داشت، زیرا میزان رطوبت با میزان روشنایی رابطهٔ مستقیمی دارد (شعبانپور و همکاران، ۱۳۹۰؛ اجاق و همکاران، ۱۳۹۲؛ Albert *et al*., 2009). ترکیبات موجود در عصارهٔ جلبک می‌تواند با رطوبت پیوند برقرار کرده و از دهیدارته‌شدن ممعانت نموده و واکنش میلارد کمتری را طی سرخ‌کردن باعث می‌شود (Akdeniz *et al*., 2006). همچنین تیمار ۳ درصد کمترین میزان روشنایی را نشان داد که ممکن است به‌دلیل افزایش واکنش قهوه‌ای‌شدن غیرآنزیمی میلارد باشد زیرا غوطه‌وری فیلهٔ ناگت با غلظت بالای این محصول مانع از انتقال رطوبت داخلی به روکش خارجی می‌شود.

بافت‌سنجی

بافت یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفی گوشت ماهی است و در صنایع فراوری آبزیان اهمیت زیادی دارد (Jain *et al*., 2007). طبق نتایج به‌دست‌آمده در جدول (۵) سختی فیلهٔ ناگت‌ها در تمام تیمارها با گذشت زمان کم شد. این نتایج با بررسی‌های Alasalvar و همکاران (۲۰۰۱) که روی فینگرهای تولیدی از سوریمی ماهی سیم دریا و Altunakar و همکاران (۲۰۰۶) روی ناگت مرغ هم‌خوانی داشت. کاهش در میزان سختی فیلهٔ ناگت‌ها احتمالاً به‌دلیل کاهش رطوبت، دناتوره‌شدن پروتئین، ضعیف‌شدن آندومیسیوم به‌عنوان قسمتی از بافت پیوندی و نیز به‌دلیل فروپاشی پروتئین‌های خط Z میوفیبریل (Masnium *et al*., 2005) و به‌دلیل افزایش بار میکروبی فیله‌ها می‌باشد (Kilinc *et al*., 2009). در پایان دورهٔ نگهداری تیمار دارای ۳ درصد عصارهٔ جلبک بالاترین میزان سختی را داشت که به‌دلیل غلظت بالای عصارهٔ جلبک، رطوبت پایین نسبت به سایر تیمارها، فعالیت ضداکسیداسیونی قوی در برابر دناتوره‌شدن پروتئین و اثر محافظتی عصاره روی بافت پیوندی و درنتیجه بالابودن میزان سختی در این تیمار نسبت به سایر تیمارها می‌باشد (Masnium *et al*., 2005; Altunakar *et al*., 2006).

براساس جداول (۶) و (۷) خصوصیات بافتی اندازه‌گیری‌شدهٔ دیگر ازقبیل قابلیت جویدن و قابلیت ارتجاعی (الاستیسیته) در تمام تیمارها با افزایش زمان نگهداری یک روند نزولی را طی کردند که این نتایج با نتایج Toloui و همکاران (۲۰۱۳) که گزارش نمودند ترکیبات ضداکسیداسیونی (کیتوزان و توکوفرول‌ها) در بهبود خصوصیات بافتی تأثیر دارد، مطابقت داشت. در کل مطالعه‌های کمی درمورد اثر ماکروجلبک‌ها درمورد خصوصیات بافتی فراورده‌های گوشتی توسط آنالیز دستگاهی وجود دارد.

ارزیابی حسی

ابتدای دورهٔ ارزیابی حسی تمام تیمارها ازنظر طعم دارای شرایط عالی بودند و اختلاف معنی‌داری میان تیمارها وجود نداشت اما در انتهای دوره و با گذشت زمان فیلهٔ ناگت‌ها طعم نامطلوبی را گرفتند که در انتهای دوره بهترین وضعیت مربوط به تیمار دارای ۳ درصد عصارهٔ جلبک بود، همچنین میان تیمارها با درصدهای مختلف جلبک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، بسته به قرارگرفتن در معرض نور، دما و شرایط نگهداری، کاهش قندها همراه با لیپیدهای اکسیدشده می‌توانند خواص مواد غذایی مانند طعم، بو و بافت را درگیر کنند (Piras *et al*., 2007). درمورد بافت نیز روند به‌این‌صورت بود که در ابتدای دوره تمام تیمارها دارای بافت نرم بوده اما در انتهای دوره وضعیت بافت در تیمار شاهد محکم و سفت بود، که بهترین وضعیت بافت مربوط به تیمارهای دارای درصدهای متفاوت عصارهٔ جلبک بوده و همان‌طورکه در جدول (۸) مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای ۱، ۲ و ۳ درصد دیده نشد، کاهش کیفیت بافت به‌دلیل تغییر ماهیت پروتئین‌ها و کاهش ظرفیت

نگهداری آب می‌باشد (Rodriguez *et al*., 2008). گذشت زمان باعث تغییر رنگ در کلیهٔ تیمارها شد اما در انتهای دوره تیمار دارای ۲ و ۳ درصد عصارهٔ جلبک کیفیت بهتری نسبت به سایر تیمارها داشتند و اختلاف این دو تیمار (۲ و ۳ درصد) معنی‌دار نبود. شاخص بو نیز وضعیتی شبیه به رنگ داشت و در این مورد هم تیمار دارای ۲ و ۳ درصد عصارهٔ جلبک وضعیت بهتری نسبت به سایر تیمارها داشتند و اختلاف میان این دو تیمار (۲ و ۳ درصد) نیز معنی‌دار نبود. پذیرش کمتر بو در اواخر دورهٔ نگهداری در تیمارها می‌تواند ناشی از فعالیت میکروبی و فساد شیمیایی به‌ویژه اکسیداسیون چربی و بازهای نیتروژن فرار می‌باشد (Rodriguez *et al*., 2008). Kostaki و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که فیله‌های ماهی باس دریایی حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (اسیداسکوربیک) دارای وضعیت بو و مزهٔ بهتری نسبت به تیمار شاهد طی نگهداری بودند. درمورد پذیرش کلی بهترین وضعیت در انتهای دوره مربوط به تیمار ۳ درصد بود که اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بین تیمارها با درصدهای مختلف عصارهٔ جلبک وجود نداشت. مطالعه‌های Tokur و همکاران (۲۰۰۶) بر ارزیابی حسی فینگرهای تولیدی از مینس و سوریمی ماهی کپور آیینه‌ای، عدم وجود اختلاف معنی‌دار را در شاخص‌های رنگ با بو، طعم و پذیرش کلی میان فینگرهای ماهی حاصله گزارش کرد که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت. روند تغییر وضعیت صفات ارزیابی حسی در تیمارها طی مدت نگهداری هماهنگ و همسو با تغییرات اکسیداسیون در تیمارهای مورد آزمایش می‌باشد. که می‌توان گفت به‌دلیل این باشد که اکسیداسیون چربی منجربه تخریب و اُفت کیفیت حسی و کاهش مقدار مواد مغذی ازجمله کاهش اسیدهای چرب چندغیراشباع ضروری (PUFA[1]) و تولید محصولات ثانویهٔ اکسیداسیون می‌باشد. ازطرفی افزایش هیدرولیز چربی و تجمع FFA منجربه‌کاهش برخی شاخص‌های مقبولیت محصول می‌شود زیرا اثبات‌شده که FFA روی ثبات پروتئین‌ها تأثیر دارد و موجب تخریب بافت ازطریق واکنش‌دادن با پروتئین می‌شود که اکسیدشدن پروتئین‌ها در این وضعیت به‌علت افزایش دسترسی پروتئین به اکسیژن و دیگر مولکول‌های پراکسید، سریع‌تر از چربی‌هایی که جزء چربی‌ها با وزن مولکولی بالا هستند (مثل تری‌گلیسریدها و فسفولیپیدها) (Rodriguez *et al*., 2008). بهبود خصوصیات حسی در تیمارهای ۱، ۲ و ۳ درصد می‌تواند به‌دلیل عصارهٔ جلبک قهوه‌ای باشد که به‌عنوان یک ضداکسیداسیون قوی عمل می‌کند و اکسیداسیون لیپیدها را کاهش می‌دهد (Kester & Fennema, 1986) و درنتیجه می‌تواند طعم، بافت، رنگ و مقبولیت کلی را بهبود بخشد، می‌باشد (Chidanandaiah *et al*., 2007).

نتیجه‌گیری

باتوجه‌به نتایج تحقیق حاضر می‌توان بیان داشت که کاربرد عصارهٔ جلبک در فیلهٔ ناگت اثر مثبتی داشته، به‌طوری‌که تیمارهای دارای عصارهٔ جلبک نسبت به تیمار شاهد ماندگاری بیشتری دارند. مقادیر TBA، FFA و PV به‌عنوان شاخص‌های شیمیایی کنترل کیفیت ماهی در نمونه‌های دارای عصارهٔ جلبک کمتر از نمونهٔ شاهد بود که بهترین عملکرد را تیمار دارای ۳ درصد عصارهٔ جلبک از خود نشان داد، همچنین نتایج بازده، چروکیدگی، رطوبت، چربی، ارزیابی حسی، بافت و رنگ‌سنجی بیانگر این مطلب است که تیمارهای دارای عصارهٔ جلبک وضعیت بهتری نسبت به تیمار شاهد داشتند. باتوجه‌به شاخص‌های مهم در ارزیابی کیفی و میکروبی فراورده با افزودن عصاره، بیش از ۱ ماه به دورهٔ نگهداری محصول اضافه شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که عصارهٔ جلبک قهوه‌ای با غلظت ۳ درصد سبب حفظ کیفیت فیلهٔ ناگت ماهی و تغییرات حسی محسوس در فراوردهٔ موردنظر شد.

سپاسگزاری

از حمایت‌های بی‌دریغ صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (Iran National Science Foundation) کمال تشکر و قدردانی را دارد.

[1] Polyunsaturated Fatty Acids

منابع

اجاق، م.، کاظمی‌نیا، س.، جمشیدی، ا. و شعبان‌پور، ب. (۱۳۹۲). اثر دماهای مختلف سرخ‌کردن مقدماتی در روغن کانولا بر کیفیت و مقدار جذب روغن در قسمت‌های مختلف ناگت ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*). مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۲، ۴۳-۵۹.

پروانه، و. (۱۳۷۷). کنترل کیفی و آزمایش های شیمیایی مواد غذایی (صفحات: ۳۳۲). انتشارات دانشگاه تهران،

پیمانی، ج.، قرایی، الف.، غفاری، م. و طاهری، ع. (۱۳۹۳). بررسی اثرات ضدباکتریایی و ضدقارچی جلبک (*Gracilaria arcuata*) از سواحل چابهار. مجله دانشگاه علوم پزشکی قم، ۸، ۶۹-۷۵.

شعبان‌پور، ب.، ذوالفقاری، م.، فلاح‌زاده، س. و علی‌پور، غ.ح. (۱۳۹۰). اثر عصارهٔ آویشن شیرازی (*Zataria multifora* Boiss) بر مدت ماندگاری فیلهٔ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchoryncus mykiss*) شور و بسته‌بندی‌شده در خلأ در شرایط یخچالی: ارزیابی میکروبی، شیمیایی و حسی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۱، ۱۱-۱.

محمدی، ع.، شعبانپور، ب. و کردجزی، م. (۱۳۹۵). ارزیابی فعالیت ضداکسیدانی و ضدباکتریایی جلبک قهوه‌ای (*Iyengaria stellata*) جمع‌آوری‌شده از سواحل خلیج فارس. نشریه فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان، ۳: ۱-۱۵.

Akdeniz, N., Sahin, S., & Sumnu, G. (2006). Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices. *Journal of Food Engineering, 75*(4), 522-526. doi:https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.04.035

Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Oksuz A., Garthwaite, T., Alexis, M.N., & Grigorakis, K. (2001). Freshness assessment of cultured sea bream (*sparus aurata*) by chemical, physical and sensory methods. *Food Chemistry, 72*(1), 33-40. doi:https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00196-5

Albert, A., Perez-Munuera, I., Quiles, A., Salvador, A., Fiszman, S.M., & Hernando, I. (2009). Adhesion in fried battered nuggets: performance of different hydrocolloids as predust using three cooking procedurers. *Food Hydrocolloids, 23*(5), 1443-1448. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.11.015

Albert, A., Varela, P., Salvador, A., & Fiszman, S.M. (2009). Improvement of crunchiness of battered fish nuggets. *Journal of Eruopean Food Research Technology, 228*(6), 923-930. doi:https://doi.org/10.1007/s00217-008-1005-9

Altunakar, B., Sahin, S., & Sumnu, G. (2006). Effect of hydrocolloids on apparent viscosity of batters and quality of chichen nuggets. *Chemical Engineering Communication, 193*(6), 675-682. doi:https://doi.org/10.1080/00986440500194069

Bouga, M., & Combet, E. (2015). Emergence of seaweed and seaweed-containing food in the UK: focus on labeling, Iodine content, toxicity and nutrition. *Journal of Foods, 4*(2), 240-253. doi:https://doi.org/10.3390/foods4020240

Cakli, S., Kilinc, B., Cadun, A., Dincer, T., & Tolasa, S. (2006). Effect of gutting and ungutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bream (*sparus aurata*) a sea bass (*dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Journal of Food Science and Nutrition, 46*(7), 519-527. doi:https://doi.org/10.1080/10408390500343209

Chaijan, M., Benjakul, S., & Visessanguan, W. (2006). Changes of lipids in sardine (*sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. *Food Chemistry, 99*(1), 83-91. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.022

Chen, H., & Huang, Y. (2008). Rheological properties of HPMC enhanced surimi analyzed by small and larg-strain tests-II: effect of water content and ingredients. *Food Hydrocolloids, 22*(2), 313-322. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.12.006

Chen, S.D., Chen, H.H., Chao, Y.C., & Lin, R.S. (2009). Effect of batter formula on qualities of deep-fat and microwave fried fish nuggets. *Journal of Food Engineering, 95*(2), 359-364. doi:https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.05.016

Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I.N., & Kontominas, M.G. (2004). Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Journal of Food Microbiology, 21*(2), 157-165. doi:https://doi.org/10.1016/S0740-0020(03)00059-5

Cox, S., Abu-Ghannam N., & Gupta, S. (2010). An assessment of the antioxidant and antimicrobial activity of six species of edible Irish seaweeds. *International Food Research Journal, 17*, 205-220. doi:https://doi.org/10.21427/D7HC92

Das, A.K., Anjaneyulu, A.S.R., Gadekar, Y.P., Singh, R.P., & Pragati, H. (2008). Effect of full-fat soy paste and textured soy granules on quality and shelf-life of goat meat nuggets in frozen storage. *Meat Science, 80*(3), 607-614. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.02.011

De Abreu, D.A.P., Maroto, J., Rodriguez, K.V., & Cruz, J.M. (2012). Antioxidant from barley husks impregnated in films of low-density polyethylene and their effect over lipid deterioration of frozen cod (*gadus mohua*). *Journal of the Science of Food and Agriculture, 92*(2), 427-432. doi:https://doi.org/10.1002/jsfa.4595

Erkan, N., Ozden, O., Alakavuk, D.u., Yildirim, S.y., & Lnugur M. (2006). Spoilage and shelf life of sardines (*sardina plichardus*) packed in modified atomospher. *Journal of European Food Research Technology, 222*, 667-673. doi:https://doi.org/10.1007/s00217-005-0194-8

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 Chemistery, 115*(1), 66-70. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.060

Igan, J.O., King, J.A., Pearson, A.M., & Gray, I.I. (1979). Influence of heme pigments, nitrite and nonheme iron on development of warmed-over flavore (WOF) in cooked meat. *Journal of Agriculture and Food Chemistry, 27*(4), 838-842. doi:https://doi.org/10.1021/jf60224a052

Jain, D., Pathare, P., & Manikantan, M. (2007). Evalution of texture parameters of *rohu* fish (*Labeo rohita*) during iced storage. *Journal of Food Engineering, 81*(2), 336-340. doi:https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.11.006

Jeya, S.R., Jeyasekaram, G., & Vijayalakshmi, S.K. (2005). Effect of vacuum packaging on the quality characteristics of seer fish (*scomberomorus commersonii*) chuks during refrigerated storage. *Journal of Food Science and Technology, 42*(5), 438-443.

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. *Journal of Food Muscle, 20*(3), 275-292. doi:https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2009.00147.x

Kester, J.J., & Fennema, O.R. (1986). Edible films and coatings: a review. *Journal of Food Technology, 43*, 2839-2845.

Kilinc, B., Cakil, s., Cadun, A., & Sen, B. (2009). Effect of phosphate dip treatments on chemical, microbiological, color, textural, and sensory changes of rainbow trout (*onchoryncus mykiss*) fillets during refrigerated storage. *Journal of Food Product Technology, 18*(1-2), 108-119. doi:https://doi.org/10.1080/10498850802581807

Killincceker, O., & Hepsag, F. (2012). Edible coating effects of fried potato balls. *Journal of Food and Bioprocess Technology, 5*(4):1349-1354. doi:https://doi.org/10.1007/s11947-011-0554-2

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. *Journal of Food Microbiology, 26*(5), 475-482. doi:https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.02.008

Kuda, T., Taniguchi, E., Nishizawa, M., & Araki, Y. (2002). Fate of water- soluble polysaccharides in dried *Chorda filum a* brown alga during water washing. *Journal of Food Composition and Analysis, 15*(1), 3-9. doi:https://doi.org/10.1006/jfca.2001.1037

Lim, S.N., Cheung, P.C.K., Ooi, V.E.C., & Ang, P.O. (2002). Evalution of antioxidative activity of extract from a brown seaweed, *sargassum siliquastrum*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry, 50*(13), 3862-3866. doi:https://doi.org/10.1021/jf020096b

Lin, C.C., & Lin, C.S. (2005). Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts. *Food Control, 16*(2), 169-175. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.01.007

Lu, F., Liu, D., Ye, X., Wei, Y., & Liu, F. (29009). Alginate-calcium coating incorporating nisin and EDTA maintains the quality of fresh northern snakehead (*channa argus*) fillets stored at 4°C. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 89*(5):848-854. doi:https://doi.org/10.1002/jsfa.3523

Luo, Y., Shen, H., Pan, D., & Bu, G. (2008). Gel properties of surimi from silver carp (*hypophthalmichthys molitrix*) as affected by heat treatment and soy protein isolate. *Journal of Food hydrocolloids, 22*(8), 1513-1519. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.10.003

Maftoonazad, N., Ramaswamy, H.S., & Marcotte, M. (2008). Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International Journal of Food Science and Technology, 43*(6), 951-957. doi:https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01444.x

Maskat, M.Y., Yip, H.H., & Mahali, H.M. (2005). The performance of a methyl cellulose-treated coating during the frying of a poultry product. *International Journal of Food Science and Technology, 40*(8), 811-816. doi:https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.00982.x

Masniyom, P., Benjakul, S., & Visessanguan, W. (2005). Combination effect of phosphate and modified atmosphere on quality and shelf-fish extension of refrigerated seabass slices. *LWT-Food Science and Technology, 38*(7), 745-756. doi:https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.09.006

Mendes, R., & Goncalvez, A. (2008). Effect of soluble CO2 stabilisation and vacuum packaging in the shelf life of farmed sea bream and sea bass fillets. *Nternational Journal of Food Science and Technology, 43*(9), 1678-1687. doi:https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01737.x

Modi, V.K., Sachindra, N.M., Nagegowda, P. Mehendrakar, N.S., & Rao, D.N. (2007). Quality changes during the storage of dehydrated chicken kebab mix. *International Journal of Food Science and Technology, 42*(7), 827-835. doi:https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01291.x

Mohammadi, A., Shabanpour, B., & Kordagzi, M. (2016). Evaluation of antioxidant and antibacterial activity of algae (iyengaria stellata) collected from the gulf coast. *Journal of Aquatic Physiology and Biotechnology. 3,* 1-15. (in Persian)

Ojagh, S.M., Kazeminia, S., Jamshidi, A., & Shabanpour, B. (2013). Effect of different temperatures of preliminary frying in canola oil on the quality and amount of oil absorption in different parts of the nugget of silver carp (hypophthalmichthys molitrix). *Journal of Exploitation and Aquaculture, 2*, 43-59. (in Persian)

Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, Sh., & Hosseini, S.M.H. (2010). Effect of chitosan coating enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry, 120*(1), 193-198. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.10.006

Ozogul, Y., Ozyurt, G., Ozogul, F., Kuley, E., & Polat, A. (2005). Freshness assessment of European (*anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. *Food Chemistry, 92*(4), 745-751. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.035

Pantazi, D., Papavergou, A., Pournis, N., Kontominas, M.G., & Savvaidis, I.N. (2008). Shelf-life of chilled fresh mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*) stored under varius packaging condition: Microbiological, biochemical and sensory attributes. *Food Microbiology, 25*(1), 136-143. doi:https://doi.org/10.1016/j.fm.2007.06.006

Papadopoulos, V., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaidis, I.N., & Kontominas, M.G. (2003). Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bass (*dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Food Microbiology, 20*(4), 411-420. doi:https://doi.org/10.1016/S0740-0020(02)00148-X

Park, P.J., Shahidi, F., & Jeon, Y, J. (2004). Antioxidant activities of enzymatic extracts from an edible seaweed *sargassum horneri* using ESR spectrometry. *Journal of Food Lipids, 11*(1), 15-27. doi:https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2004.tb00257.x

Parvaneh, V. (1998). *Quality control and chemical testing of food*. (pp. 332):Tehran University Press. (in Persian)

Peymani, J., Gharaei, A., Ghafari, M., & Taheri, A. (2014). Investigation of antibacterial and antifungal effects of (gracilaria arcuata) from chabahar beaches. *Journal of Qom University of Medical Sciences, 8*, 69-75. (in Persian)

Piras, C., Scano, P., Locci, E., Sanna, R., & Marincola, F.C. (2014). Analysing the effects of frozen storage and processing on the metabolite profile of raw mullet roes using ^{1}H NMR spectroscopy. *Food Chemistry, 159*, 71-79. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.160

Remya, S., Basu, S., Venkateshwarlu, G., & Mohan, C.O. (2015). Quality of shrimp analogue product as affected by addition of modified potato starch. *Journal of Food Science and Technology, 52*(7), 4432-4440. doi:https://doi.org/10.1007/s13197-014-1494-4

Rezaei, M., & Hosseini, S.F. (2008). Quality assesssment of farmed rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*) during chilled storage. *Journal of Food Science, 73*(6), 93-96. doi:https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00792.x

Rodriguez, A., Carriles N.M., Cruz, J., & Aubourg, P. (20080. Changes in the flesh of cooked farmed salmon (*oncorhynchus kisutch*) with previous storage in slurry ice (-1.5°C). *LWT-Food Science and Technology, 41*(9), 1726-1732. doi:https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.10.002

Sahin, S., Sumnu, G., & Altunakar, B. (2005). Effects of batters containing different gum types on the quality of deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of Food Science and Agriculture, 85*(14), 2375-2379. doi:https://doi.org/10.1002/jsfa.2258

Shabanpour, B., Zolfaghari, M., Fallahzadeh, S., & Alipour, G.H. (2011). Effect of zataria multifora boiss extract on shelf-life of rainbow trout (onchoryncus mykiss) fillet in conditions of salty and vacuum: microbial, chemical and sensory evaluation. *Journal of Food Science and Technology, 1*, 1-11. (in Persian)

Tokur, B., Ozkutuk, S., Atici, E., Ozyurt, G., & Ozyurt, C. (2006). Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18°C). *Food Chemistry, 99*(2), 335-341. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.044

Tolouie, H., Mohtadi Niab, J., Shakibi, A., & Jalaiani, H. (2013). Effects of chitosan enriched with a-tocopherol coating on trout quality and shelf-life during refrigerated storage. *Reef Resources Assessment and Management Technical Paper, 38*, 497-509.

Varela, P., & Fiszman, S.M. (2011). Hydrocolloids in fried food: a review. *Food Hyrocolloids, 25*(8), 1801-1812. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.01.016

Weilmeir, D.M., & Regenstein, J.M. (2004). Antioxidant properties of phosphates and other additives during the storage of raw mackerel and lake trout. *Journal of Food Science, 69*(2), 102-108. doi:https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb15498.x

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. *Journal of Muscle Foods, 19*(4), 333-351. doi:https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2008.00113.x

Ziaiifar, A.M., Achir, N., Courtois, F., Trezzani, I., & Trystram, G. (2008). Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. *Journal of Food Science and Technology, 43*(8), 1410-1423. doi:https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01664.x

The Effect of Antioxidant Properties of Brown Algae (*Iyengaria Stellata)* Extract on the Shelf-life and Sensory Properties of Rainbow Trout *(Oncorhynchus Mykiss)*Fillet Nugget during Frozen Storage (-18 °C)

Omid Asadi Farsani[1], Moazameh Kordjazi[2*], Bahareh Shabanpour[3], Seyed Mahdi Ojagh[4], Aniseh Jamshidi[1]

1- Ph.D student of Seafood Processing, Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2- Assistant Professor of Seafood Processing, Department of Fisheries and Enviromental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
* Corresponding author (kordjazi.m@gmail.com)
3- Professor of Seafood Processing, Department of Fisheries and Enviromental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4- Associate Professor of Seafood Processing, Department of Fisheries and Enviromental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Abstract

Due to the high levels of unsaturated fatty acids in fish muscle and increased demand for ready to eat food like nugget, the effect of antioxidant properties of brown algae *Iyengaria stellata* extract on the shelf-life and sensory properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet nugget during frozen storage were evaluated. The treatments consisted of: first treatment, control (fillet nugget without immersion in algae extract solution), the second treatment (fillet nugget with immersion in 1% algae extract), the third treatment (fillet nugget with immersion in 2% algae extract) and the fourth treatment (fillet nugget with immersion in 3% algae extract). Some chemical and physical experiments during the maintenance months (0, 1, 2 and 3) were carried out at temperature of -18 °C. According to the result, the yield and moisture during storage in all treatments decreased. However, in all treatments during storage, lipid and shrinkage reduced significantly, while the peroxide value (PV), free fatty acids (FFA) and thiobarbituric acid (TBA) showed a significant increase (P<0.05). At the end of the storage time, 1% treatment had the highest yield,cohesiveness, lights index (L), yellow index (b) and the lowest of the shrinkage, springiness, adhesiveness, lipidand 3% treatment had the highest hardness, adhesiveness, adhesiveness force, chewiness and red index (a) and the lowest moisture, peroxide value (PV), free fatty acids (FFA), thiobarbituric acid (TBA) and adhesiveness force. Therefore, applying the *Iyengaria stellata* extract showedreduction in the rate of chemical degradation and improved sensory condition of rainbow trout fillet nugget during frozen storage.

Keywords: Antioxidant, Fillet Nugget, *Iyengaria Stellata*, Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*)