JOMB
Journal of Marin Biology
J Marin Bio, 2026; 18(1): 40-50 Doi
https://jmb.ahvaz.iau.ir

Journal of Marin Biology

Islamic Azad university
Ahvaz Branch

Original Article

The effect of Alcoholic *Gracilaria Salicornia* extract on the Stability and chemical *Salmon trout* Burger (*Oncorhynchus Mykiss*) during storage at refrigerator temperature (4 ^{oc})

Nasim Mahallati[1], Nargess Mooraki[2*], Zhaleh KhoshKhoo[2]

1. Department of Food Science and Technology, NT. C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Fisheries Science, NT. C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Article history:

Received: 3 February 2026
Revised: 19 May 2026
Accepted: 29 May 2026
ePublished: 29 May 2026

***Corresponding author:** Nargess Mooraki, Department of Fisheries Science, NT. C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

E-mail: nargessmooraki@iau.ac.ir

Abstract

Fish and its products, due to their high nutritional value, high moisture content, and highly unstable unsaturated fatty acids, require methods to maintain quality, and the use of antioxidant and preservative properties of plant and natural extracts in increasing the shelf life of fishery products is considered a very important advantage and can be considered a very suitable alternative to chemical preservatives. The use of the preservative properties of the alcoholic extract of the algae *Gracilaria salicornia* species, which was found to have antioxidant properties equal to 43.55% of DPPH radical scavenging activity, was one of the objectives of this research. In this study, the alcoholic extract of algae after extraction and purification was used in the salmon burger formula with two concentrations of 1 and 3%. After processing and packaging, the samples were stored in a refrigerator at 4 degrees Celsius and were subjected to chemical evaluation (Fatty acid profile changes, TVB-N) and sensory evaluation using the 9-point hedonic method with 90 evaluators at intervals of 0, 3, 6 and 9 days after production. After collecting data and performing statistical analysis using SPSS-17 software, and comparing the means using one-way analysis of variance. The final results showed that the treatment using 3% of the alcoholic extract of algae received the highest score in terms of sensory characteristics, which was significantly confirmed by the results of the measurement of total volatile nitrogenous bases ($p<0.05$). The total content of omega-3 fatty acids was reported to be higher than omega-6. The most important fatty acids identified were palmitic, vaccenic, and linoleic, with saturated fatty acids dominating over unsaturated fatty acids.

Keywords: Fish burger, Fatty acid profile, *Gracilaria salicorinia* algae.

Please cite this article as follows: Mahallati N., Mooraki N., KhoshKhoo Z. The Effect of Alcoholic *Gracilaria salicornia* Extract on the Stability and Chemical Quality of Salmon Trout Burger (*Oncorhynchus mykiss*) During Storage at Refrigerator Temperature (4 °C). J Mar Bio. 2026; 18(1): 40–50. DOI:

Copyright © 2026 Journal of Marin Biology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (*http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/*) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحات: ۴۰-۵۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir

مقاله اصلی

تأثیر عصاره الکلی جلبک *Gracilaria Salicornia* در میزان پایداری و ماندگاری ترکیبات شیمیایی برگر قزل‌آلا (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری در دمای یخچال

نسیم محلاتی[۱]، نرگس مورکی[۲*]، ژاله خوشخو[۲]

۱. گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. گروه شیلات، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

ماهی و فرآورده‌های آن به دلیل داشتن مواد مغذی، رطوبت بالا و نوع اسیدهای چرب غیراشباع که از ناپایداری زیادی برخوردار می‌باشند نیازمند بکارگیری روش‌هایی جهت حفظ کیفیت بوده و استفاده از خاصیت آنتی‌اکسیدانی و نگهدارندگی عصاره‌های گیاهی و طبیعی در افزایش زمان ماندگاری فرآورده‌های شیلاتی از امتیازات بسیار مهم محسوب شده و می‌تواند جایگزین بسیار مناسبی برای نگهدارنده‌های شیمیایی محسوب گردند. استفاده از خاصیت نگهدارندگی عصاره الکلی جلبک گونه *Gracilaria salicornia* که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی برابر با ۴۳/۵۵ درصد فعالیت جمع‌آوری رادیکال DPPH به دست آمد، از اهداف این تحقیق بوده است. در این تحقیق از عصاره الکلی جلبک پس از استخراج و خالص‌سازی در فرمول برگر ماهی قزل‌آلا با دو غلظت ۱ و ۳ درصد استفاده شد. پس از عمل‌آوری و بسته‌بندی، نمونه‌ها در دمای یخچال ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری و در فواصل زمانی روزهای صفر، ۳، ۶ و ۹ پس از تولید مورد ارزیابی شیمیایی (تغییرات پروفایل اسید چرب، TVB-N) و حسی به روش هدونیک ۹ نقطه با ۹۰ ارزیاب قرار گرفتند و پس جمع‌آوری داده‌ها و انجام آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 17 و مقایسه میانگین‌های به وسیله تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده گردید. نتایج نهایی نشان داد تیمار با بکارگیری ۳ درصد از عصاره الکلی جلبک از نقطه نظر ویژگی‌های حسی بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داد که توسط نتایج سنجش مجموع بازهای نیتروژن‌دار فرار قابل به طور معنی‌داری قابل تأیید است ($p<0.05$). محتوی کلی اسیدهای چرب امگا- سه نسبت به امگا-شش بیشتر گزارش گردید. مهمترین اسیدهای چرب شناسایی شده پالمیتیک، واکسینیک، لینولئیک بودند که اشباع بر غیراشباع غالب بود.

واژگان کلیدی: برگر ماهی، پروفایل اسیدهای چرب، *Gracilaria Salicorinia*، خاصیت آنتی‌اکسیدانی.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۱۱/۱۴
تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۵/۲/۲۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۵/۳/۸
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۵/۳/۸

تمامی حقوق برای دانشگاه آزاد اهواز محفوظ است.

* نویسنده مسئول: نرگس مورکی، گروه شیلات، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

ایمیل:
nargessmooraki@iau.ac.ir

استناد: محلاتی، نسیم؛ مورکی، نرگس؛ خوشخو، ژاله. تأثیر عصاره الکلی جلبک (*Gracilaria salicornia*) بر میزان پایداری و ماندگاری ترکیبات شیمیایی برگر قزل‌آلا (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری در دمای یخچال. مجله زیست شناسی دریا، بهار ۱۴۰۵؛ ۱۸(۱): ۴۰-۵۰

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحات: ۴۰-۵۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir

مقدمه

برگرهای غذاهای دریایی تهیه شده از ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) گزینه‌ای بسیار مغذی و غنی از چربی برای مصرف‌کنندگانی است که به سلامت خود اهمیت می‌دهند. با این حال، غلظت بالای اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه در ماهی قزل‌آلا، این محصولات را در برابر اکسیداسیون سریع چربی و فساد میکروبی در طول نگهداری بسیار آسیب‌پذیر می‌کند. این تخریب منجر به طعم نامطلوب، از دست دادن رنگ و کاهش ماندگاری می‌شود و چالش مهمی را برای صنعت مواد غذایی ایجاد می‌کند. در حالی که به طور سنتی از مواد نگهدارنده مصنوعی شامل بوتیل هیدروکسی آنیزول، بوتیل هیدروکسی تلوئن، سوربات، اسید بنزوئیک، بنزوات سدیم، نیتریت، سولفیت‌ها برای متوقف کردن این فرآیند استفاده می‌شود (Rathod et al., 2021)، استفاده بیش از حد از این آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی برای جلوگیری از اکسیداسیون لیپیدها و فساد میکروبی منجر به مشکلات مختلف سلامتی مانند استرس اکسیداتیو، آسیب DNA، سمیت سلولی و سرطان‌زایی در انسان می‌شود (Xu et al., 2021)، علاوه بر این، این مواد سمیت طولانی‌مدتی از خود نشان می‌دهند که نتیجه‌ی اختلال در غدد درون‌ریز است (Lahreche et al., 2022). از این‌رو تقاضای فزاینده مصرف‌کنندگان برای محصولات با برچسب پاک، باعث تغییر به سمت جایگزین‌های طبیعی و گیاهی شده است. به همین دلیل، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به عنوان جایگزین برای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، به ویژه به این دلیل که آنها به طور کلی به عنوان ایمن شناخته می‌شوند، بسیار مهم است (Pateiro et al., 2018). آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در عصاره‌های جلبک دریایی، ماندگاری ماهی را افزایش می‌دهند و توجه قابل توجهی از سوی محققان را به خود جلب کرده‌اند که عمدتاً به دلیل ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی آن‌ها است (Shahrier et al., 2023; Deepitha et al., 2021).

جلبک‌های دریایی به عنوان منبع قابل توجهی از ترکیبات زیست‌فعال قوی که قادر به جایگزینی افزودنی‌های مصنوعی هستند، در دو دهه اخیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در این میان رودوفیتا بزرگترین گروه جلبک‌های دریایی هستند که در منطقه جزر و مدی سواحل به وفور یافت می‌شود. این جلبک‌ها حاوی آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد ضدمیکروبی و رنگدانه‌های رنگی آنتی‌اکسیدانی مختلفی مانند کلروفیل a و کلروفیل d، کاروتنوئیدها و فیکوبیلی‌پروتئین‌ها است که خواص دارویی و نگهدارنده زیادی دارند (Carpena et al. 2023). گراسیلاریا گونه‌ی جلبک دریایی قرمز است که در مناطق ساحلی خلیج‌فارس به وفور یافت می‌شود و منبع غنی از آلکالوئیدها، ترپنوئیدها، استروئیدها، فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی است (Insani et al. 2022). ترکیبات فنلی مختلفی مانند اسید وانیلیک، اسید گالیک، اسید سینامیک، اسید پارا-کوماریک، اسید هیدروکسی بنزوئیک، فلوروگلوسینول و کاتکول در عصاره‌های گراسیلاریا یافت می‌شوند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان می‌دهند و از عوارض قلبی عروقی جلوگیری می‌کنند (Sumayya et al. 2020). همچنین (Fouladvand et al. 2011) فعالیت ضد لیشمانیایی *Gracilaria corticata* جمع‌آوری شده از خلیج‌فارس را گزارش کردند. علاوه بر این، جنبه‌های مختلف ترکیبات زیست فعال *Gracilaria corticata* مانند فعالیت ضد میکروبی علیه پاتوژن های انسانی (Govindasamy et al., 2011)، ضد چاقی (Kannan et al., 2014a)، آنتی‌اکسیدان (Guaratini et al., 2012, Kannan et al., 2014b)، ضد التهابی (Shu et al., 2013)، ضد مخمر (Sasidharan et al., 2011) و ضد تومر (Murugan and Iyer, 2012) مورد مطالعه قرار گرفتند. مطالعات (Sasadara and Wirawan, 2021) نشان داد که عصاره‌های اتانولی گونه *Gracilaria* sp. دارای محتوای فنلی و فلاونوئیدی بالاتری هستند و فعالیت مهار رادیکال مؤثری را نشان می‌دهند. به طور کلی، این ترکیبات زیست فعال می‌توانند با اهدای الکترون به رادیکال‌های آزاد، فرآیند اکسیداسیون در ماهی را مهار کنند که از تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) جلوگیری می‌کند (Hidayati et al. 2023). علاوه بر این، ترکیبات زیست فعال اثرات باکتری‌کشی قابل توجهی در برابر باکتری‌های مختلف گرم مثبت و گرم منفی عامل فساد ماهی داشتند (Husni and Wijaya 2013).

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به طور خاص غنی از اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه است که باعث می‌شود برگرهای فرآوری شده قزل‌آلا در طول نگهداری در یخچال، در برابر اکسیداسیون سریع لیپید، ترشیدگی و فساد میکروبی بسیار آسیب‌پذیر باشند. گزارش (Deepitha et al., 2021) مشخص کرد که عصاره‌های آبی جلبک دریایی (*Padina tetrastromatica*) ماندگاری فیله‌های ماهی پنگاس را در طول نگهداری در یخچال

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحات: ۴۰-۵۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir

افزایش می‌دهند. به طور مشابه، (Shahrier et al., 2023) بررسی کردند که عصاره‌های اتانولی (۲٪، w/v) جلبک‌های *P. tetrastromatica*، *Sargassum natans* و *Sargassum. fluitans* ماندگاری فیله‌های تیلاپیا در یخچال را افزایش می‌دهند. علاوه بر این، قابلیت نگهداری فیله‌های تیلاپیا قرمز در یخچال با غوطه‌ور شدن فیله‌ها در عصاره‌های *Gracilaria* sp. (۲٪، w/v) افزایش یافت (Husni and Wijaya 2013). عصاره‌های ماکروجلبک‌ها و ریزجلبک‌ها مانند *Caulerpa sertularioides*، *Sargasum angustifolium* و *Spirulina* سرشار از پلی‌فنول‌ها، کاروتنوئیدها و پلی‌ساکاریدهای قوی هستند که خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی برتر را فراهم می‌کنند، این ترکیبات طبیعی هنگامی که مستقیماً در فرمولاسیون برگر ادغام می‌شوند یا در پوشش‌های خوراکی فعال استفاده می‌شوند، با به حداقل رساندن تشکیل پراکسیدهای اولیه و مواد واکنش‌دهنده اسید تیوباربیتوریک ثانویه (TBARS)، اکسیداسیون لیپید را به طور قابل توجهی به تأخیر می‌اندازند. علاوه بر این، عصاره‌های جلبک به طور موثری تکثیر کل باکتری‌های فاسدکننده مزوفیل و سایکروفیل را سرکوب می‌کنند و تجمع کل نیتروژن فرار (TVB-N) را کند می‌کنند. این عمل ترکیبی زیست‌نگهدارنده، سطح pH بهینه را حفظ می‌کند، ظرفیت نگهداری آب را افزایش می‌دهد، پارامترهای حسی مانند بافت و قرمزی (مقادیر a) را تثبیت می‌کند و در نهایت یک محصول دریایی با برچسب تمیزتر و ماندگاری طولانی‌تر ارائه می‌دهد (Hamidkhani et al., 2025; Sarlak et al., 2023; Abdolahi-Cheleh bary et al., 2022; Fayaz et al., 2021; Abri and Mooraki, 2020).

از این رو هدف از انجام این تحقیق تهیه برگر از گوشت ماهی قزل‌آلا و افزودن عصاره الکلی جلبک *Gracilaria salicornia* به آن با هدف افزایش طول دوره ماندگاری فرآورده برگر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus Mykiss*) از نقطه نظر پروفایل اسیدهای چرب و همچنین ایجاد بو و طعم مناسب و بررسی محصول هنگام نگهداری در دمای یخچال بررسی گردید..

مواد و روش‌ها

تهیه و جمع‌آوری نمونه‌ها

جلبک قرمز *Gracilaria salicornia* که پیش‌تر از اعماق تا ۶ متری سواحل جنوبی خلیج‌فارس در استان بوشهر جمع‌آوری شده بود، از شرکت ذخایر جلبک فارس تهیه شد. به‌منظور جلوگیری از تغییرات احتمالی در ساختار شیمیایی ترکیبات مؤثر موجود در جلبک، نمونه‌ها بلافاصله پس از جمع‌آوری، در شرایط مناسب و به‌دور از نور، در آون با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند.

برای تهیه عصاره ابتدا در دو ارلن بصورت جداگانه مقدار ۵۰ گرم از جلبک را با ۲۰۰ میلی‌لیتر اتر دوپترول مخلوط شد، ارلن‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق و در شرایط تاریک نگهداری شدند. پس از گذشت ۲۴ ساعت نخست، محتویات ارلن‌ها به مدت ۲۰ دقیقه با استفاده از شیکر به‌خوبی مخلوط شد. سپس مخلوط حاصل با کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف گردید. در نهایت، عصاره به‌دست‌آمده از مایع صاف‌شده، توسط دستگاه روتاری در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و تحت خلأ تغلیظ شد (Payghami et al., 2014).

۲۰ کیلوگرم ماهی قزل‌آلا پرورشی بصورت تازه و بلافاصله پس از صید با یخ‌پوشی کامل در داخل یونولیت به سالن دریافت مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان انتقال یافته، توزین، شستشو، سر و دم زنی، پس از تخلیه امعا و احشا فیله گردیده و در ادامه مجدداً شستشو، با استفاده از دستگاه جداسازی گوشت ماهی از استخوان انجام گرفت و گوشت چرخ کرده بر اساس پروانه ساخت تولید برگر با ۷۵ درصد گوشت چرخ کرده ماهی و ترکیبات افزودنی شامل پودر نان ۱۱٪، پیاز ۹٪، پودر سیر ۰/۱٪، رب گوجه ۰/۲٪، آبلیمو ۰/۹۵٪، نمک ۱/۱٪، ادویه (شامل فلفل سفید، شکر، هل، جوز، زیره، تخم گشنیز) ۰/۶٪، پودر سفیده تخم‌مرغ ۰/۲٪، سبزی ۱٪ و سویا ۵٪ مخلوط گردید و در این مرحله هر بچ از خمیر تولید شده پس از انتقال به یک مخزن استیل توسط دستگاه بالابر به دستگاه قالب زن هدایت و خمیر پس از عبور از قالب و شکل‌گیری بر روی نوار نقاله قرار گرفته و به مرحله سرخ‌کن، خنک‌سازی، بسته‌بندی و در دمای یخچال (۱ ± ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری گردید. برای افزودن عصاره، مقدار مشخصی از عصاره در مقدار معینی آب مقطر (نسبت وزنی آب به گوشت چرخ‌کرده: ۱ به ۱۰) حل شد و با ۱۰۰ گرم گوشت نمونه کاملاً همگن شد؛ در گروه کنترل فقط آب مقطر به نمونه‌ها اضافه شد. فرآیند فوق تحت شرایط GMP (تولید خوب) انجام شد، یعنی تولید در شرایط بهداشتی با آنالیز خطر و نقاط کنترل بحرانی (HACCP). در این تحقیق تیمارها به شرح زیر انتخاب گردید: تیمار ۱. برگر ماهی بدون استفاده از عصاره (تیمار شاهد). تیمار

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحات: ۴۰-۵۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir

۲. استفاده از ۱٪ عصاره جلبک در برگر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. تیمار ۳. استفاده از ۳٪ عصاره در برگر تولید شده از ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. نمونه‌برداری جهت تعیین عمرماندگاری محصول از فاز صفر بصورت کاملاً تصادفی، ۳ روز یکبار در روزهای اول، سوم، ششم و نهم پس از تولید انجام گردید.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی (AA) عصاره‌های جلبک بر اساس فعالیت مهاری رادیکال آزاد DPPH (۲،۲-دی‌فنیل-۱-پیکریل هیدازیل) ارزیابی شد. درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از جلبک‌ها به طور جداگانه تعیین شد. فعالیت مهار رادیکال DPPH با واکنش ۱۰۰ میکرولیتر نمونه با ۱۰۰ میکرولیتر محلول ۱۲۵ میکرومولار DPPH در یک پلیت ۹۶ چاهکی ارزیابی شد. واکنش به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و در غیاب نور انکوبه شد و جذب در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. ترولوکس (۰-۵۰ میکرومولار) به عنوان استاندارد در نظر گرفته شد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به صورت درصد جمع‌آوری رادیکل‌های آزاد (%RAS) بیان شد.

$$\text{Free radical neutralization (\%)} = (\text{Blank absorption} - \text{Sample absorption}) / \text{Blank absorption} \times 100$$

برای تعیین پروفایل اسیدهای چرب نمونه‌های گوشت چرخ شده بلافاصله پس از تهیه و توزین در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد منجمد شد. اسیدهای چرب نمونه با روش جانز و همکاران (۱۹۷۹) استخراج شدند. اسیدهای چرب استری شدند (Morrison and Smith, 1964) و محلول برای تزریق به کروماتوگراف گازی آماده شد. جداسازی متیل استرهای اسیدهای چرب با استفاده از کروماتوگراف گازی (Agilent Technologies, 6890) با آشکارساز انتخابی جرمی (۶۹۷۳ N) انجام شد. ستون مویین HP-5 (۵٪ دی فنیل ۹۵٪ دی متیل سیلوکسان کوپلیمر) با ۳۰ متر طول، ۳۲۰ میکرومتر قطر داخلی و ضخامت لایه ۱ میکرومتر و همچنین گاز حامل هلیوم (با خلوص ۹۹/۹۹۹٪) به کار رفت. ۰/۵ میکرولیتر از عصاره حاوی متیل استر اسیدهای چرب با استفاده از حالت اسپلیت با نسبت تقسیم ۵۰:۱ به انژکتور تزریق شد. دمای انژکتور ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، دمای آشکارساز ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آون از ۷۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد و ۳۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه برنامه‌ریزی شد، در حالی که دمای نهایی به مدت ۷ دقیقه نگه داشته شد. برای اطمینان از شناسایی تمام اجزا، دمای نهایی در آزمایش‌های تکرار شده به مدت ۲۰ دقیقه نگه داشته شد. متیل استر اسیدهای چرب جداشده و با کروماتوگرام‌های استانداردهای اسیدهای چرب تجاری تهیه شده از متیل استر اسیدهای چرب اشباع سیگما آلدریچ (C12-C24) از نظر ترکیب شناسایی شدند. پیک‌های کمتر از ۰/۲٪ از کل مساحت در نتایج پروفایل‌ها لحاظ نشدند.

سنجش محتوی کل بازهای نیتروژن‌دار فرار (TVB-N) مطابق با روش ذکر شده در AOAC 135 (۱۹۹۰) انجام شد. سطح کل بازهای نیتروژن فرار (TVB-N) با استفاده از روش Kjeldahl (شرکت آریا تجارت اکسیر، تهران، ایران) تعیین شدند.

تجزیه و تحلیل حسی با ۹۰ چشنده آموزش ندیده که به طور تصادفی انتخاب شده بودند، انجام شد. طعم برگرها بدون اطلاع از ترکیب نمونه، با محصولات غذایی آبزی مطابقت داشت. کیفیت نمونه‌ها بر اساس نمرات ارزیابی ارائه شده توسط اعضای هیئت داوران ارزیابی شد. از اعضای هیئت داوران خواسته شد تا برای اطمینان از عدم وجود طعم، مزه و بوی نامطبوع، یک آزمایش حسی طبق مقیاس هدونیک نه امتیازی انجام شود. اندازه‌گیری رنگ به صورت بصری ارزیابی شد تا رنگ طبیعی (خامه طبیعی) خمیر برگر (رنگ-ظاهر) و همچنین بافت برگرها از نظر میزان تردی، نرمی و سفتی مطابق با ترجیح اعضای هیئت داوران بررسی شود. ارزیابی با استفاده از مقیاس هدونیک ساختاریافته ۹ امتیازی انجام شد. امتیاز ۱۰-عالی، ۹-بسیار خوب، ۸-خوب، ۶-۷-متوسط، ۵>-از دست دادن خاصیت/غیرقابل قبول (Shirazy et al., 2025). تمام مراحل ذکر شده در نسخه خطی مطابق با دستورالعمل‌ها و سیاست‌های نهادی ما در مورد اخلاق تحقیق انجام شده است. طرح تحقیق و تمام پروتکل‌های آزمایشی توسط استانداردهای اخلاقی کمیته پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال تأیید شد.

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده و رسم نمودارها به ترتیب از نرم‌افزارهای SSPS (ver.17) و Excel 2010 استفاده شد. برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرونوف استفاده شد و برای مقایسه میانگین‌ها در تیمار شاهد و دو تیمار با بکار گیری ۱ و ۳

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحات: ۴۰-۵۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir

درصد عصاره جلبک، آنالیز تحلیل واریانس یکطرفه و برای آزمون‌های حسی از روش آماری غیر پارامتریک کروسکال والیس در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد و مقایسه بین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ($P< 0.05$) انجام گرفت.

نتایج

نتیجه آنالیز خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره الکلی جلبک *Gracilaria Salicornia* به روش DPPH در جدول ۱ مشاهده می‌گردد. با توجه به نتیجه، عصاره جلبک دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالایی هست بصورتی‌که هر میلی‌لیتر از عصاره، خاصیت آنتی‌اکسیدانی برابر با ۴۳/۵۵٪ را نشان می‌دهد.

جدول ۱. اندازه‌گیری میزان آنتی‌اکسیدانی عصاره الکلی جلبک *Gracilaria Salicornia*

نمونه	RAS%
عصاره الکلی	۴۳/۵۵ ± ۰/۰۳

ترکیبات اسیدهای چرب *Gracilaria Salicornia* در جداول ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است؛ که مجموعاً شامل هجده اسید چرب که از این تعداد نه اسید چرب اشباع و پنج اسید چرب تک غیراشباع و چهار اسید چرب چندغیراشباع بود. در گروه اسیدهای چرب اشباع، پالمیتیک، مریستیک و آراشیدیک اسید به ترتیب در هر سه گروه آزمایشی شاهد و نمونه‌های برگر تیمار شده با یک و سه درصد عصاره جلبکی بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. در گروه اسیدهای چرب تک غیراشباع، واکسینیک، پالمیتولنیک و ایکوزالوئیک اسید به ترتیب در هر سه گروه آزمایشی شاهد و نمونه‌های برگر تیمار شده با یک و سه درصد عصاره جلبکی بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند؛ و درنهایت در گروه اسیدهای چرب چند غیراشباع، لینولئیک و آلفا- لینولنیک اسید به ترتیب در هر سه گروه آزمایشی شاهد و نمونه‌های برگر تیمار شده با یک و سه درصد عصاره جلبکی بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. همچنین محتوی کلی اسیدهای چرب امگا-سه نسبت به امگا-شش بیشتر گزارش گردید. مهمترین اسیدهای چرب شناسایی شده پالمیتیک، واکسینیک، لینولئیک بودند که اشباع بر غیراشباع غالب بود.

جدول ۲. اسیدهای چرب اشباع در نمونه‌های برگر ماهی قزل‌آلا

اسید چرب اشباع (گرم/۱۰۰ گرم)	گروه شاهد	تیمار برگر حاوی ۱٪ عصاره الکلی	تیمار برگر حاوی ۳٪ عصاره الکلی
لوریک اسید	۰/۱۴ ± ۰/۰۰۱^{a}	۰/۱۳ ± ۰/۰۰۷^{a}	۰/۱۳ ± ۰/۰۱^{a}
تری‌دسیلیک اسید	۰/۰۸ ± ۰/۰۴^{b}	۰/۱۲ ± ۰/۰۱۱^{b}	۰/۱۴ ± ۰/۰۱^{a}
مریستیک	۲/۴۵ ± ۰/۰۴^{b}	۳/۲۴ ± ۰/۰۴^{a}	۳/۳۵ ± ۰/۰۷^{a}
پنتادسیلیک اسید	۰/۲۷ ± ۰/۰۴^{b}	۰/۳۳ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۳۴ ± ۰/۰۱^{a}
پالمتیک	۱۵/۳۷ ± ۰/۰۱^{a}	۱۶/۷۸ ± ۰/۰۱^{a}	۱۷/۵۷ ± ۰/۰۲^{a}
مارگاریک اسید	۰/۲۶ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۰۶ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۲۴ ± ۰/۰۱^{a}
استئاریک اسید	۰/۴۳ ± ۰/۰۰۷^{b}	۲/۵۲ ± ۰/۰۰۷^{a}	۲/۸۵ ± ۰/۰۱^{a}
آراشیدیک اسید	۱/۱۵ ± ۰/۰۱^{a}	۱/۰۵ ± ۰/۰۱^{a}	۱/۲ ± ۰/۰۱^{a}
لیگنوسریک اسید	۰/۰۸ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۰۹ ± ۰/۰۰۷^{b}	۰/۴۹ ± ۰/۰۱^{a}

*: حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در هر ردیف ($p<0.05$).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحات: ۴۰-۵۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir

جدول ۳. اسیدهای چرب تک غیراشباع در نمونه‌های برگر ماهی قزل‌آلا

اسید چرب تک غیراشباع (گرم/۱۰۰ گرم)	گروه شاهد	تیمار برگر حاوی ۱٪ عصاره الکلی	تیمار برگر حاوی ۳٪ عصاره الکلی
مریستولئیک اسید	۰/۰۲ ± /۰۳۵^{b}	۰/۴۶ ± ۰/۰۳۵^{a}	۰/۲۷ ± ۰/۰۳۵^{b}
پالمیتولئیک اسید	۵/۸ ± ۰/۴۲^{b}	۶/۴۴ ± ۰/۰۹^{a}	۶/۵۲ ± ۰/۰۵^{a}
واکسنیک اسید	۲۱/۱۹ ± ۰/۰۶^{a}	۲۲/۱۲ ± ۰/۰۸^{a}	۲۲/۱۴ ± ۰/۱۸^{a}
ایکوزالوئیک اسید	۱/۴۸ ± ۰/۲۱^{b}	۱/۸۱ ± ۰/۰۰۷^{a}	۱/۸۴ ± ۰/۰۲۱^{a}
اروسیک اسید	۰/۰۵ ± ۰/۰۱۴^{a}	۰/۰۶ ± ۰/۰۰۷^{a}	۰/۰۷ ± ۰/۰۰۷^{a}

*: حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در هر ردیف ($p<0.05$).

جدول ٤. اسیدهای چرب چند غیراشباع در نمونه‌های برگر ماهی قزل‌آلا

اسید چرب چند غیراشباع (گرم/۱۰۰ گرم)	گروه شاهد	تیمار برگر حاوی ۱٪ عصاره الکلی	تیمار برگر حاوی ۳٪ عصاره الکلی
لینولئیک	۶/۵۵ ± ۰/۰۱۴c	۷/۰۵ ± ۰/۰۳۵b	۹/۲۷ ± ۰/۰۰۷a
اسید α-لینولنیک	۲/۲۵ ± ۰/۰۱۴a	۲/۳۶ ± ۰/۰۱۴a	۲/۳۸ ± ۰/۰۰۷a
آرشیدونیک	۰/۴۸ ± ۰/۰۶b	۰/۵۳ ± ۰/۰۲۱b	۰/۶۱ ± ۰/۰۱۴a
ایکوپنتانوئیک	۰/۱۳ ± ۰/۰۱۴b	۰/۱۴ ± ۰/۰۰۷b	۰/۱۸ ± ۰/۰۱۴a
ω-3	۵/۹۶ ± ۰/۰۱۴b	۶/۰۶ ± ۰/۰۱۴b	۶/۸۹ ± ۰/۰۲۱a
ω-6	۲۲/۲۳ ± ۰/۱۲b	۲۲/۴۹ ± ۰/۰۱۱b	۲۳/۵۲ ± ۰/۰۱a

*: حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در هر ردیف ($p<0.05$).

اندازه‌گیری محتوی ازت فرار یکی از شاخص‌های فساد شیمیایی محسوب شده و در گروه‌های آزمایشی مورد بررسی، بهترین ماندگاری از نقطه نظر این شاخص مربوط به تیمار دوم با ۳ درصد عصاره جلبک بوده، بطوریکه پس از ۹ روز نگهداری در دمای یخچال در محدوده استاندارد حفظ شده ولی گروه شاهد از روز ششم تولید در مقادیر بالاتر گزارش شد (جدول ۵)، همچنین داده‌های گروه شاهد و دو تیمار حاوی درصدهای ۱ و ۳ عصاره الکلی پس از ۳ روز تا پایان زمان ماندگاری دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($p<0.05$).

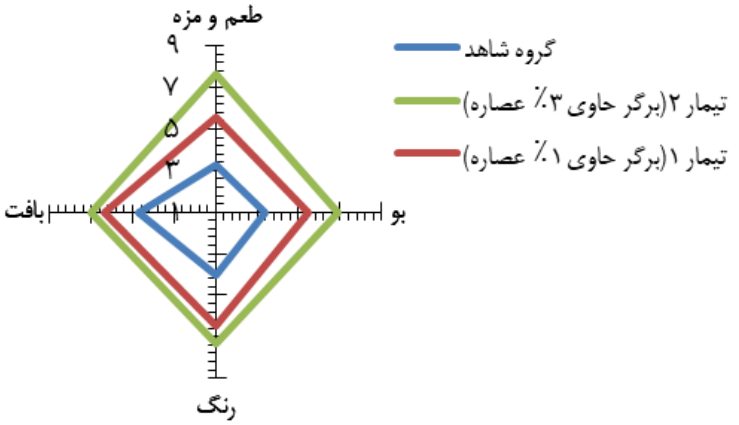
جدول ۵. محتوی مجموع بازهای نیتروژن‌دار فرار (mg/100gr) در نمونه‌های برگر ماهی قزل‌آلا

گروه آزمایشی/روز	شاهد	تیمار برگر حاوی ۱٪ عصاره الکلی	تیمار برگر حاوی ۳٪ عصاره الکلی
روز ۰	۹/۱ ± ۰/۰۸ Ca	۹/۸ ± ۰/۰۹ Ca	۹/۱ ± ۰/۱۲ Ba
روز ۳	۱۴/۷ ± ۰/۱۲Ca	۱۱/۹ ± ۰/۱۴ Bb	۱۰/۵ ± ۰/۱۵ Bc
روز ٦	۲۱/۶ ± ۰/۱۶ Ba	۲۰/۳ ± ۰/۰۷ Aa	۱۶/۱ ± ۰/۱۲ Ab
روز ۹	۲۷/۳ ± ۰/۱۲ Aa	۲۳/۱ ± ۰/۱۶ Aa	۱۸/۹ ± ۰/۱۱ Ab

*: حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در هر ردیف و حروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در هر ستون ($p<0.05$).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحات: ۴۰-۵۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir



شکل ۱. بررسی مقایسه‌ای ویژگی‌های حسی نمونه‌های برگر ماهی قزل‌آلا

بررسی مقایسه‌ای ویژگی‌های حسی نمونه‌های برگر ماهی قزل‌آلا با شاخص‌های طعم و مزه، بو، رنگ و بافت در شکل ۱ نشان داده شده است. نمونه برگر حاوی ۳ درصد عصاره الکلی جلبک بهترین ذائقه پسندی را داشت.

بحث و نتیجه‌گیری

جهت بررسی غیرمستقیم وضعیت ثبات چربی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شرایط نگهداری در یخچال می‌توان بررسی و بیان تغییرات ترکیب اسیدهای چرب ماهی پرداخت، در این بین توجه به نقش آنتی‌اکسیدان‌های به کار رفته نیز مهم است چون ثبات چربی وابسته به حضور و عدم حضور آنتی‌اکسیدان‌ها است. همچنین میزان اکسیداسیون چربی در فرآورده‌های گوشتی بستگی به نسبت اسیدهای چرب غیراشباع از کل اسیدهای چرب و وجود آنتی‌اکسیدان‌ها دارد (Chen et al., 2008). در این تحقیق، برگرهای تیمار شده با ۳٪ عصاره الکلی جلبک سرعت افزایش اسیدهای چرب آزاد کمتری نسبت به فیله‌های تیمار شده با ۱٪ عصاره را نشان دادند و این می‌تواند به دلیل مهار تشکیل رادیکال‌های آزاد توسط ۳٪ عصاره و تعامل با گونه‌های فعال اکسیژن برای به تأخیر انداختن فرآیند خوداکسیداسیون توسط باشد (Ibrahim et al., 2022). نتیجه این مطالعه مشابه یافته‌های Kundu و همکاران (۲۰۲۴) است که مشاهده کردند فیله‌های تیمار شده با ۲٪ عصاره برگ استویا به طور قابل توجهی ($p<0.05$) در مقایسه با فیله‌های تیمار شده با ۳٪ عصاره برگ استویا در شرایط یخچال، مانع تشکیل FFA می‌شوند. به طور مشابه، Khadem و همکاران (۲۰۲۰) دریافتند که عصاره‌های Capparis spinosa (۰/۵٪) در کاهش هیدرولیز لیپیدهای فیله‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان هنگام نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد مؤثرتر بودند. تأثیر عصاره آبی چای سبز هنگام نگهداری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در یخچال نیز مورد بررسی قرار گرفته است (Mohammadzadeh and Rezaei, 2011) و نتایج نشان داد که تغییرات در ترکیب و میزان اسیدهای چرب تیمارهای حاوی عصاره چای سبز پس از گذشت یک هفته معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$) اما در تیمار شاهد این تغییرات معنی‌دار بوده است ($p<۰/۰۵$).

نسبت n-3/n-6 به‌منزله یک شاخص زیست دارویی (بیومدیکال) استفاده می‌شود. اسیدهای چرب مهم گروه n-3 شامل اسید لینولنیک (C18:3)، ایکوزاپنتانوئیک (C20:5) و اسیدهای چرب مهم گروه n-6 شامل اسید لینولئیک (C18:2)، آرشیدونیک اسید (C20: 4) هستند (Belitz and Grosch, 1999). در این تحقیق نتایج حاصل از بررسی این اسیدهای چرب نشان داد کمترین میزان اسیدهای چرب گروه n-3 و n-6 در تیمار شاهد و برگر حاوی ۱ و ۳٪ از عصاره جلبک به ترتیب دارای بیشترین میزان بود؛ و بیشترین تغییرات در تیمار شاهد مشاهده گردید. برگر حاوی ۳٪ عصاره جلبکی دارای بالاترین میزان اسیدهای چرب چند غیراشباعی پس از دوره نگهداری بود. بطوریکه بیشترین سطوح اسیدهای چرب چند زنجیره غیراشباع PUFA شامل اسید لینولئیک ۰/۰۰۷ ± ۹/۲۷، اسید لینولنیک ۰/۰۰۷ ± ۲/۳۸ و ایکوزاپنتانوئیک اسید ۰/۰۱۴ ± ۰/۱۸

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحات: ۴۰-۵۰
https://jmb.ahvaz.iau.ir

در تیمار حاوی ۳ درصد عصاره جلبک مشاهده شد. که با تیمار شاهد دارای تفاوت معنی‌دار بود ($p<0/05$). مشاهده تغییر در ترکیب اسیدهای چرب نشان‌دهنده نوعی تبدیل اسیدهای چرب بلند زنجیره غیراشباع به اسیدهای چرب کوتاه زنجیره‌تر است.

در این مطالعه میزان TVB-N در فاز صفر حدوداً معادل ۹/۸ بود که نشان‌دهنده تازگی ماهی مورد استفاده در تولید محصول است. این میزان بعد از گذشت ۹ روز از زمان تولید محصول و نگهداری آن در تیمار شاهد به عدد (۰/۲۳ ± ۲۷/۳) و در تیمار حاوی ۱٪ عصاره جلبک (۰/۰۵ ± ۱/۲۳) و در تیمار ۳٪ عصاره جلبک (۰/۰۳ ± ۱۸/۹) رسید. با توجه به حد مجاز TVB-N برای فرآورده‌های گوشتی ۳۰ میلی‌گرم در صد گرم گوشت است. البته حد مجاز این فاکتور براساس استاندارد تدوین شده برای فیش برگر نیمه‌پخته با پوشش ۲۰ میلی‌گرم در صدگرم فیش برگر تعیین شده است. این اعداد نشان‌دهنده این است که محصول تیمار شده با ۳٪ عصاره جلبک در پایان مدت نگهداری (روز ۹) همچنان کیفیت خود را بخوبی حفظ نموده و قابل مصرف است. این شاخص در مجموع شامل تری متیل آمین (حاصل از فساد باکتریایی)، دی متیل آمین (حاصل از خود هضمی آنزیمی طی نگهداری محصول)، آمونیاک (تولید شده توسط آمین زدایی آمینواسیدها و نوکلئوتیدها) و سایر ترکیبات فرار آمینی در ارتباط با فساد فرآورده‌های دریایی است. همچنین مقدار TVB-N نشان‌دهنده نوع فساد (باکتریایی و یا اتولیتیک) نبوده ولی استفاده از این شاخص در اندازه گیری کیفیت ماهیانی که برای تولید پودر استفاده می شوند و نیز سخت پوستانی مانند میگو و لابستر می تواند سودمند باشد.

ارزیابی حسی به‌عنوان یکی از شاخص‌های سنجش کیفیت ماهیان در طی دوره نگهداری استفاده می‌شود. علی‌رغم تلاش‌های زیادی که برای توسعه استانداردهای آزمایشگاهی برای ماهی انجام گرفته است، هنوز بهترین روش ارزیابی درجه تازگی، ارزیابی ارگانولپتیکی است. ارزیابی شاخص‌های ارگانولپتیک در کنار آزمایشات شیمیایی (به‌عنوان روش مکمل) برای تعیین میزان فساد و عمر ماندگاری ماهی و محصولات آن لازم و ضروری است. ادامه فعالیت‌های اکسیداسیونی و هیدرولیز چربی ماهی‌ها باعث بروز تغییرات ناخواسته‌ای در دوره نگهداری و در نتیجه کاهش کیفیت محصول می‌گردد. یک علامت واضح فساد ایجاد رنگ، بو، طعم نامطلوب، تولید گاز و تغییر در بافت است. توسعه این شرایط فساد، به علت ترکیبی از فعالیت اتولیتیک شیمیایی و میکروبیولوژیکی است. البته فساد عمده در گوشت ماهی و فرآورده‌های آن به علت رشد باکتریایی است. تغییر در رنگ، بو، طعم و مزه و بافت می‌تواند بدلیل رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها باشد.

علت از دست دادن ویژگی‌های رنگ، بافت و مزه با پیشرفت زمان نگهداری در دمای یخچال می‌تواند ترکیبات حاصل از اکسیداسیون اسیدهای چرب باشد. هیدروپراکسیدهای تشکیل شده می‌توانند به آلدئیدها و کتون‌ها شکسته شوند. تولید آلدئیدها وکتون‌ها باعث ایجاد طعم تندی می‌شود؛ که حتی در مقادیر بسیار کم نیز قابل تشخیص است (Tokur, 2007). محصولات حاصل از اکسیداسیون چربی‌ها می‌توانند طعم و رنگ نامطلوب در فرآورده شود. طعم و رنگ دو فاکتور کیفی خیلی مهم محصولات گوشتی و فرآورده‌های آبزیان هستند که بر پذیرش مصرف کننده و مدت ماندگاری محصول اثرگذار می‌باشند (Yu et al., 2002).

طعم مجموعه‌ای از خصوصیات است که عمدتاً به‌وسیله‌ی دو حس چشایی و بویایی احساس شده به مغز منتقل می‌شود. در واقع احساس حاصل از گذاشتن ماده‌ای در دهان و درک مزه و بوی آن است. طعم از خصوصیات حسی فرآورده‌های غذایی محسوب شده و در پذیرش فرآورده توسط مصرف کننده بسیار مؤثر است؛ زیرا هرچقدر یک ماده‌ی غذایی از نظر ارزش غذایی در سطح بالایی قرار داشته باشد، تنها در صورت داشتن طعم مطلوب مورد پذیرش مصرف کننده قرار می‌گیرد.

با توجه به انجام آزمایشات کیفی شامل ارزش تغذیه‌ای، شاخص‌های ماندگاری و از همه مهمتر شاخص‌های حسی (طعم و مزه، رنگ، بو و بافت) تیمار با بکارگیری ۳٪ عصاره جلبک گونه *Gracilaria Salicornia* بهتر از سایر تیمارها ارزیابی گردید. در نهایت می‌توان ادعا نمود که برگر تولید شده از ماهی قزل‌آلا و بررسی خواص حسی و کیفی محصول با افزودن عصاره جلبکی از کیفیت قابل قبولی برخوردار بوده و قابل عرضه به بازار به صورت انبوه است. از آنجائی که این بررسی در دمای یخچال و تا پایان روز ۹ نگهداری، تمام فاکتورهای ارزیابی عمر ماندگاری محصول تیمار شده با ۳٪ عصاره جلبکی فاصله زیادی با حد مجاز استاندارد آن دارند می‌توان ادعا نمود که عمر ماندگار محصول تولید شده بیش از ۹ روز در دمای یخچال خواهد بود که این امر مستلزم دنبال نمودن آزمایشات تا پایان عمر ماندگاری محصول خواهد بود. جهت استفاده از نتایج این تحقیق

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

که در حد نمونه‌سازی انجام شده است در سطح وسیع‌تر و بصورت پایلوت نیمه‌صنعتی در کنار تولیدات فعلی در کارخانجات فرآورده‌های شیلاتی انجام گردد و در صورت امکان از نتایج این تحقیق برای سایر فرآورده‌های مشابه نیز انجام گیرد.

References

1. **Abdolahi-Cheleh bary, Z., Latifi, Y., Mooraki, N. and Khoshkhoo, Z., 2022.** Huso huso fillet preservation with coating contained Spirulina algae extract at 4 ±1°C. Journal of Food Science and Technology (Iran), 18(121), 335-348. doi:10.52547/fsct.18.121.30
2. **Abri, S. and Mooraki, N., 2020.** Effect of Methanolic Extract from the Multicellular Alga Caulerpa sertularioides on Qualitative and Sensory Properties of Rainbow Trout Minced Meat at 4±° C. Archives of Pharmacy Practice, 11(1-2020), 105-113.
3. **AOAC International, 1990.** Official Methods of Analysis. 15th ed. Arlington, VA: AOAC International.
4. **Belitz, H. D. and Grosch, W., 1999.** Lipids. In Food Chemistry. Springer Verlag, Heidelberg, Germany, pp. 184-185.
5. **Carpena, M., Garcia-Perez, P., Garcia-Oliveira, P., 2023.** Biological Properties and Potential of Compounds Extracted From Red Seaweeds. Phytochemistry Reviews, 22, 1509–1540. doi:10.1007/s11101-022-09826-z
6. **Chen, Y., Nguyen, J., Semmens, K. and Beamer, S., 2008.** Chemical changes in omega-3-enhanced farmed rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets during abusive-temperature storage. Food Control, 19, 599-608.
7. **Deepitha, R. P., Xavier, K. M., Layana, P., Nayak, B. B. and Balange, A. K., 2021.** Quality Improvement of Pangasius Fillets Using Aqueous Seaweed (Padina tetrastromatica) Extract. LWT - Food Science and Technology, 137, 110418. doi:10.1016/j.lwt.2020.110418
8. **Fayaz, Y., Honarvar, M. and Moorki, N., 2021.** Optimization of Extraction of Antioxidant and Phenolic Compounds of Caulerpa sertularioides by Microwave-Assisted Extraction Process. Journal of Food Technology and Nutrition, 18(270), 5-20. Available at: https://sanad.iau.ir/en/Journal/jftn/Article/832377
9. **Fouladvand, M., Barazesh, A., Farokhzad, F., Malekizadeh, H. and Sartavi, K., 2011.** Evaluation of in vitro anti-Leishmanial activity of some brown, green and red algae from the Persian Gulf. European Review for Medical and Pharmacological Sciences, 15(6), 597-600.
10. **Govindasamy, C., Narayani, S., Arulpriya, M., Ruban, P., Anantharaj, K. and Srinivasan, R., 2011.** In vitro antimicrobial activities of seaweed extracts against human pathogens. Journal of Pharmacy Research, 4(7), 2076-2077.
11. **Guaratini, T., Lopes, N. P., Marinho-Soriano, E., Colepicolo, P. and Pinto, E., 2012.** Antioxidant activity and chemical composition of the non-polar fraction of Gracilaria. Brazilian Journal of Pharmacognosy, 22, 724-729.
12. **Hamidkhani, N., Mooraki, N., Sedaghati, M. and Haghgo, M. T., 2025.** Efficacy Evaluation of Jania rubens Extract Against Four Pathogenic Strains Associated with Foodborne Disease in Iran. EcoScribe Publishers Company Limited, 2(1), 20-40. Available at: https://jfines.org/index.php/jfines/article/view/12
13. **Hidayati, J. R., Karlina, I., Ningsih, D. P. N., Wijaya, A. and Bahry, M. S., 2023.** Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Tropical Red Algae Gracilaria sp. From Bintan Island, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1148, 012004. doi:10.1088/1755-1315/1148/1/012004
14. **Husni, A. and Wijaya, H., 2013.** The Use of Gracilaria sp. Extract on Refrigerated Red Tilapia Fillet. Journal of Biological Sciences, 13, 640-644. doi:10.3923/jbs.2013.640.644
15. **Ibrahim, F. A. A., Soultan, A. A. and Bellail, A. A., 2022.** The Efficacy of Rosmarinus officinalis Extract in Keeping Quality of Cold Fish Fillet. International Journal of Scientific and Research Publications, 12(5), 370-377. doi:10.29322/IJSRP.12.05.2022.p12545

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

16. **Insani, A. N., Hafiludin, A. B. and Chandra, S., 2022.** Utilization of Gracilaria sp. From Pamekasan Waters as Antioxidant. Juvenile, 3, 16-25. doi:10.21107/juvenil.v3i1.14783

17. **Johns, R. B., Nichols, P. D. and Perry, G. J., 1979.** Fatty acid composition of ten marine algae from Australian waters. Phytochemistry, 18, 799-802.

18. **Kannan, M., Dheeba, B., Nageshwari, K. and Venkatesan, S., 2014.** Antibacterial and antiobesity activities of marine algae Gracilaria corticata and Spirulina platensis. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 6(6), 420-424.

19. **Kannan, M., Pushparaj, A., Dheeba, B., Nageshwari, K. and Kannan, K., 2014.** Phytochemical screening and antioxidant activity of marine algae Gracilaria corticata and Spirulina platensis. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 6(11), 312-318.

20. **Khadem, P., Motalebi, A. A., Rokni, N. and Razavilar, V., 2020.** Effects of Capparis spinosa Root Extract and Modified Atmosphere Packaging on the Shelf Life of Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss) Fillets by Measuring of Antioxidant and Antimicrobial Parameters. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 19(1), 272-285. doi:10.22092/ijfs.2019.119158

21. **Kundu, A., Chakma, A., Dulal, M. A., Rasul, M. G., Mondal, M. N. and Shah, A. K. M. A., 2024.** Effects of Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) Leaf Extracts on the Quality and Shelf Life of Refrigerated Catla (Gibelion catla) Fillets. Journal of Agriculture and Food Research, 10, 101058.

22. **Lahreche, T., Durmuş, M., Kosker, A. R. et al., 2022.** Effects of Different Plant (Marjoram and Olive Leaf) Extracts on Quality Characteristics of Red and Ordinary Muscles of Vacuum-Packaged Tuna-Like Fillets. Applied Food Research, 2(1), 100034.

23. **Mohammadzadeh, B. and Rezaei, M., 2011.** Effective of green tea extract on lipid quality of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) during ice storage. J Fisheries, 64(1), 85-93.

24. **Morrison, W. R. and Smith, L. M., 1964.** Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoridemethanol. Journal of Lipid Research, 5, 600-608.

25. **Murugan, K. and Iyer, V. V., 2012.** Antioxidant and antiproliferative activities of marine algae, Gracilaria edulis and Enteromorpha lingulata, from Chennai coast. International Journal of Cancer Research, 8, 15-26.

26. **Pateiro, M., Barba, F. J., Domínguez, R. et al., 2018.** Essential Oils as Natural Additives to Prevent Oxidation Reactions in Meat and Meat Products: A Review. Food Research International, 113, 156-166.

27. **Payghami, N., Jamili, S., Rustaiyan, A., Saeidnia, S., Nikan, M. and Gohari, A. R., 2014.** Alpha-amylase inhibitory activity and sterol composition of the marine algae, Sargassum glaucescans. Pharmacognosy Research, 7(4), 314.

28. **Rathod, N. B., Ranveer, R. C., Benjakul, S. et al., 2021.** Recent Developments of Natural Antimicrobials and Antioxidants on Fish and Fishery Food Products. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 20(4), 4182-4210.

29. **Sarlak, B., Sedaghati, M. and Mooraki, N., 2023.** Production and characterization of dairy dessert enrichment with Sargassum angustifolium algae. Food and Health, 6(2), 24-30.

30. **Sasadara, M. M. V. and Wirawan, I. G. P., 2021.** Effect of Extraction Solvent on Total Phenolic Content, Total Flavonoid Content, and Antioxidant Activity of Bulung Sangu (Gracilaria sp.) Seaweed. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 712, 12005.

31. **Sasidharan, S., Darahand, I. and Jain, K., 2011.** In vitro and in situ anti-yeast activity of Gracilaria changii methanol extract against Candida albicans. European Review for Medical and Pharmacological Sciences, 15(9), 1020-1026.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

32. **Shahrier, M. J., Rasul, M. G., Afrin, F., Islam, M. R. and Shah, A. K. M. A., 2023.** Extension of Shelf Life of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) Fillets Using Seaweed Extracts During Refrigerated Storage. Food Science & Nutrition, 11, 7430-7440.

33. **Shirazy, M., Mooraki, N. and Honarvar, M., 2025.** Assessing the product attributes of Iranian localized frozen dumpling dough incorporated with fish paste. Discover Food, 5, 22.

34. **Shu, M. H., Appleton, D., Zandi, K. and Abubakar, S., 2013.** Anti-inflammatory, gastroprotective and anti-ulcerogenic effects of red algae Gracilaria changii (Gracilariales, Rhodophyta) extract. BMC Complementary and Alternative Medicine, 13, 61-69.

35. **Sumayya, S. S., Lubaina, A. S. and Murugan, K., 2020.** Phytochemical, HPLC and FTIR Analysis of Methanolic Extract From Gracilaria dura (C Agardh) J Agardh. Journal of Drug Delivery & Therapeutics, 10(3), 114-118.

36. **Tokur, B., 2007.** The effect of different cooking methods on proximate composition and lipid quality of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). International Journal of Food Science and Technology, 42, 874-879.

37. **Xu, X., Liu, A., Hu, S., 2021.** Synthetic Phenolic Antioxidants: Metabolism, Hazards and Mechanism of Action. Food Chemistry, 15(353), 129488.

38. **Yu, L., Scanlin, L., Wilson, J. and Schmidt, G., 2002.** Rosemary extract as inhibitors of lipid oxidation and color change in cooked Turkey products during refrigerated storage. J. Food Sc., 67, 582-585.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]