University of Hormozgan

Journal of Aquatic Ecology

ISSN Print: 2322-2751 ISSN Online: 2980-9355

Homepage: https://jae.hormozgan.ac.ir

Chemical composition, amino acids and fatty acids profile of the mix of brown macroalgae, from Chabahar coasts

Paria Akbary✉

Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 15 November 2023
Accepted :14 November 2024
Published online:13 December 2024

✉ Corresponding Author:
paria.akbary@gmail.com

Keywords:
Brown macroalgae,
Essential amino acids,
unsaturated fatty acids,
Protein,
Lipid

ABSTRACT

The aquaculture industry faces significant challenges in securing high-quality, stable, and cost-effective food sources. In recent years, extensive research has focused on utilizing various algae species as a protein source in aquatic diets. This study aims to evaluate the chemical composition, amino acid profile, and fatty acid profile of a blend of brown macroalgae: *Padina australis*, *Sargassum ilicifolium*, and *Stoechospermum marginatum*. The algae were collected from the tidal areas of Chabahar coast, washed, dried, mixed in a 1:1:1 ratio, and powdered for analysis. The chemical composition was determined using the AOAC method, fatty acids were analyzed by chromatography, and amino acids were assessed via HPLC. The results revealed that the macroalgae mixture contained 8.43% protein, 1.30% fat, 21.26% ash, and 68.01% moisture. The predominant saturated fatty acids were palmitic acid (17.11 ± 0.31%), myristic acid (11.43 ± 0.15%), and stearic acid (6.62 ± 0.32%). The ratio of non-essential to essential amino acids was 1.05. Oleic acid (17.21 ± 7.21%) was the most prevalent monounsaturated fatty acid, while the major long-chain polyunsaturated fatty acids (PUFAs) included arachidonic acid (11.24 ± 7.03%), linoleic acid (9.12 ± 3.21%), and eicosapentaenoic acid (8.13 ± 0.68%). The total essential and non-essential amino acids were 6.78 and 7.15 mg AA g^{-1} sample, respectively, with aspartic acid (1.88 ± 0.05 mg AA g^{-1}) and glutamic acid (1.98 ± 0.05 mg AA g^{-1}) being the most abundant non-essential amino acids. Overall, these findings suggest that the blend of *P. australis*, *S. ilicifolium*, and *S. marginatum* represents a promising ingredient for aquatic nutrition, particularly due to its rich content of essential amino acids and long-chain unsaturated fatty acids.

CC BY NC

Publisher: University of Hormozgan.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The use of seaweeds in aquaculture has gained increasing recognition due to their rich nutrient content, including antioxidants, essential fatty acids (omega-3 and omega-6), essential amino acids, vitamins, minerals, carbohydrates, and beta-carotene. The Persian Gulf and the Sea of Oman are abundant sources of microscopic algae, offering valuable resources for sustainable aquaculture. Successful aquaculture relies on maintaining the health of aquatic organisms, optimizing cultivation conditions for maximum growth, and reducing production costs. To achieve these objectives, researchers and cultivators are exploring innovative solutions. This study aims to assess the chemical composition, fatty acid profile, and amino acid content of a blend of brown macroalgae (*Padina australis*, *Sargassum ilicifolium*, and *Stoechospermum marginatum*) for their potential use in aquaculture nutrition.

Materials and Methods

Macroalgae *P. australis*, *S. ilicifolium*, and *S. marginatum* were collected in December 2021 from the coasts of Chabahar (Great Sea and Tis) during low tide. After transportation to the laboratory, the algae were thoroughly washed with freshwater to remove dirt and epiphytic organisms. They were then dried at room temperature (25°C) in a shaded area, away from direct sunlight. For extraction, the dried macroalgae were ground into fine pieces using an electric grinder. A mixture of 200 grams of powder, consisting of equal parts from the three species (1:1:1), was prepared and stored at -4°C for future use. Chemical analysis of the composition, fatty acid profile, and amino acid content of the macroalgae mixture was conducted following the standard AOAC method, with fatty acids analyzed using gas chromatography and amino acids assessed by HPLC.

Results

The results showed that the protein, fat, ash, and moisture content of the macroalgae premix were 8.43%, 1.30%, 21.26%, and 68.01%, respectively, with moisture being the predominant component. The major saturated fatty acids in the macroalgae premix were palmitic acid (17.11 ± 0.31%), myristic acid (11.43 ± 0.15%), and stearic acid (6.62 ± 0.32%). The ratio of non-essential to essential amino acids was 1.05. Among the monounsaturated fatty acids, oleic acid (17.21 ± 7.21%) was the most abundant, while the predominant long-chain polyunsaturated fatty acids (PUFAs) were arachidonic acid (11.24 ± 7.03%), linoleic acid (9.12 ± 3.21%), and eicosapentaenoic acid (8.13 ± 0.68%). The total amount of essential and non-essential amino acids was 6.78 mg and 7.15 mg per gram of sample, respectively. Aspartic acid (1.88 ± 0.05 mg AA/g sample) and glutamic acid (1.98 ± 0.05 mg AA/g sample) were the most prevalent non-essential amino acids.

Conclusion

The results of this research suggest that a mixture of macroalgae Padina australis, Sargassum ilicifolium, and Stoechospermum marginatum is a recommended nutritional source for aquatic organisms, owing to its high content of predominant long-chain unsaturated fatty acids and essential amino acids.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

بوم‌شناسی آبزیان
شاپا چاپی: ۲۷۵۱-۲۳۲۲ شاپا الکترونیکی: ۹۳۵۵-۲۹۸۰
https://jae.hormozgan.ac.ir

ترکیب شیمیایی، پروفایل اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای سواحلچابهار

پریا اکبری ✉

دانشگاه دریانوری و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم دریایی، گروه شیلات

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۹/۲۳

✉ نویسنده مسئول: paria.akbary@gmail.com

کلیدواژه‌ها:
ماکروجلبک‌های قهوه‌ای،
اسیدهای آمینه ضروری،
اسیدهای چرب غیراشباع،
پروتئین،
چربی

چکیده

تحقیق حاضر به‌منظور ارزیابی ترکیب شیمیایی، پروفایل اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *Padinaaustralis*، *Sargassumilicifolium* و *Stoechospermummarginatum* انجام گرفت. در این مطالعه، ماکروجلبک‌ها از مناطق جزر ومدی سواحل چابهار جمع‌آوری و شستشو داده شدند و پس از خشک کردن به نسبت ۱:۱:۱ با هم ترکیب و به صورت پودر در آمدند. ترکیب شیمیایی به روش AOAC، اسید های چرب با دستگاه کروماتوگرافی و اسیدهای آمینه با دستگاه HPLC اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت به‌ترتیب ۸/۴۳، ۱/۳۰، ۲۱/۲۶ و ۶۸/۰۱ درصد به‌دست آمد. اسیدهای چرب اشباع‌شده غالب در پرمیکس ماکروجلبک‌های مورد آزمایش به‌ترتیب اسید پالمیتیک (۱۷/۱۱±۰/۳۱ درصد)، مریستیک اسید (۱۱/۴۳±۰/۱۵درصد) و اسید استئاریک (۶/۶۲±۰/۳۲ درصد) بود. نسبت بین اسیدهای آمینه غیرضروری به اسیدهای آمینه ضروری ۱/۰۵ بود. در بین اسیدهای چرب تک‌زنجیره غیراشباع، اولئیک اسید (۱۷/۲۱±۷/۲۱ درصد) و از بین اسیدهای چرب بلندزنجیره اشباع‌نشده (PUFA)، به‌ترتیب آراشیدونیک اسید (۱۱/۲۴±۷/۰۳ درصد)، لینولئیک اسید (۹/۱۲±۳/۲۱ درصد) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (۸/۱۳±۰/۶۸ درصد) غالب بود. مجموع اسید آمینه‌های ضروری و غیرضروری به‌ترتیب ۶/۷۸ و ۷/۱۵ میلی‌گرم اسید آمینه بر گرم نمونه بود. اسید آسپارتیک (۱/۸۸±۰/۰۵میلی‌گرم اسید آمینه بر گرم نمونه) و گلوتامیک اسید (۱/۹۸±۰/۰۵ میلی‌گرم اسید آمینه بر گرم نمونه) جز اسید آمینه غیر ضروری غالب بود. در کل، بر اساس نتایج این تحقیق، استفاده از مخلوط ماکروجلبک‌های *P.australis*، *S.ilicifolium* و *S.marginatum* به‌دلیل وجود اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیره غالب و اسیدهای آمینه ضروری در تغذیه آبزیان توصیه می‌گردد.

ناشر: دانشگاه هرمزگان.

CC BY NC

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

مقدمه

ماکروجلبک‌های دریایی از اصلی‌ترین تولیدکنندگان اولیه دریاها در مناطق بین جزر و مدی هستند. ماکروجلبک‌ها به‌دلیل اهمیت اقتصادی و کاربردهای فراوان خود از جمله داشتن پلی‌ساکاریدها، تولید آگار، کاراگینان، پروتئین‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها، اسیدهای چرب ضروری (امگا۳ و۶)، اسیدهای آمینه ضروری،استروئیدها، مواد معدنی، ویتامین‌ها و فیبرها، یکی از منابع زیستی و طبیعی هستند که امروزه درصنایع علوم پزشکی، کشاورزی، تغذیه و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند(Rajapakse and Kim, 2011; Arumugama*et al.*, 2017). استفاده از آن‌ها در رژیم غذایی آبزیان منجر به بهبود کارایی تغذیه آبزیان، هضم، کیفیت آب و تقویت سیستم ایمنی ماهیان می‌گردد (Tabarsa*et al.*, 2012Banerjee *et al.*, 2010;).

سطح پروتئین و اسیدآمینه‌های ضروری برای ماکروجلبک‌ها بسیار متفاوت است و قابلیت هضم پروتئین ممکن است توسط پلی‌ساکاریدهای خاص گونه‌ها و ترکیبات فنلی تحت تاثیر قرار بگیرند. بنابراین عمومیت دادن درمورد سودمندی کل ماکروجلبک‌ها به‌عنوان منبع پروتئین امکان پذیر نیست. بسیاری از گونه‌ها دارای پروتئین‌های با قابلیت هضم بسیار کمی هستند (Øverland *et al.*, 2019). پروتئین ماکروجلبک‌ها دارای همه اسیدهای آمینه از جمله گلیسین، آرژینین، آلانین و گلوتامیک اسید می‌باشند. میزان اسیدهای آمینه ضروری ماکروجلبک‌ها با میزان نیاز پروتئینی اعلام شده توسط سازمان فائو و بهداشت جهانی قابل مقایسه است آسپارتیک اسید و گلوتامیک اسید فراوان‌ترین اسیدهای آمینه بوده و حدود ۲۲ تا ۴۴ درصد کل اسیدهای آمینه را تشکیل می‌دهند (Øverland *et al.*, 2019).

میزان کل چربی ماکروجلبک‌ها از ۰/۳ تا ۴/۳ گرم در هر ۱۰۰ گرم وزن خشک است و در بیشتر جلبک‌های دریایی پالمیتیک اسید(C۱۶:۰) فراوان‌ترین اسیدچرب اشباع است. بالاترین میزان پالمیتیک اسید در جلبک سبز یافت می‌شود که ۵۳-۴۱ درصد کل اسیدهای چرب آن را تشکیل می‌دهد و جلبک قهوه‌ای و قرمز به ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند (Silva *etal.*, 2013). هرچند میزان لیپیدها در جلبک‌ها پایین است اما آن‌ها منبع خوبی ازاسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه(PUFA) n-۳ و n-۶ هستند. اسیدهای چرب امگاه- ۳ پیش ماده مهمی در سنتز ایکوزانوئیدها هستند که در حقیقت واسطه‌های مهمی در واکنش‌های التهابی و تنظیم پاسخ ایمنی بدن می‌باشند. هنگامی‌که جیره غذایی کمبود اسیدچرب امگا ۳ ضروری را داشته باشد فعالیت‌های ضد باکتریایی سلول‌های ماکروفاژ کاهش می‌یابد در صورتی‌که ماکروفاژهای ماهی که اسیدلینولنیک دریافت می‌کنند قدرت باکتری‌کشی بالاتری دارند.. همچنین مشخص گردید که اسید آراشیدونیک به‌دلیل آن‌که به‌عنوان ماده پیشرو در تولید ایکوزانویید مطرح است می‌تواند باعث رشد و رنگدانه‌بندی ماهیان دریایی شود (Ab Lah *et al.*, 2017; Øverland *et al.*, 2019). یکی ازمزایای مهم ماکروجلبک‌ها، به‌ویژه ماکروجلبک‌های قهوه‌ای، حضور بالای اسیدهای چرب PUFA به‌خصوص PUFAهای سریn-3 وn-۶ می‌باشد گزارش شده است که نسبت پایین n-۶/n-۳ دارای اثرات جلوگیری‌کننده در مقابل بیماری‌های قلبی- عروقی، سرطان و بیماری‌های التهابی و ایمنی می باشد (Silva *et al.*, 2013; Simopoulos, 2002).

مطالعات متعددی در زمینه بررسی ترکیبات شیمیایی، اسیدهای آمینه، و اسیدهای چرب برخی گونه‌های ماکروجلبک‌ها به‌عنوان مثال، Macrocystis pyrifera (Castro-González *et al.*, 2000)، *Sargassum sp* (Casas-Valdez *et al.*,2006)، Gracilaria *salicornia*(Tabarsa*et al.*, 2012) و *P. australis* (Akbary *et al.*, 2021) صورت گرفته است به‌عنوان مثال، Akbary و همکاران (۲۰۲۱) میزان ایکوزاپنتانوئیک اسید و دوکوزاهگزانوئیک اسید در ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *P. australis* و*Stoechospermum marginatum* بیشتر ازجلبک قرمز *Stoechospermum marginatum*گزارش نمودند (Akbary *et al.*, 2021). محتوای پروتئین خام، لیپید خام، خاکستر و فیبر در وعده‌های غذایی متشکل از جلبک دریایی Macrocystis pyrifera به‌ترتیب دامنه‌ای از ۵ تا ۱۴، از ۵ تا ۲، از ۳۱ تا ۴۵ و از ۵ تا ۹درصد داشت (Castro-González *et al.*, 2000).

از آن‌جایی‌که پراکنش جلبک‌های ماکروسکوپی در سواحل خلیج فارس و دریای عمان زیاد است لذا مطالعه حاضر، با هدف ارزش غذایی ترکیب تقریبی، اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب پرمیکس ماکروجلبک‌های قهوه‌ای*P. australis*، *S.*

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

*ilicifolium*و*Stoechospermummarginatum* منطقه چابهاربرای ترویج این محصول غذایی منطقه‌ای در جیره غذایی انسان و حیوان می‌باشد که می‌تواندچشم‌انداز خوبی در توسعه سلامت عمومی مصرف‌کنندگان و سودآوری تجاری ماکروجلبک‌های این منطقه داشته باشد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری دستی ماکروجلبک‌های *P.australis*، *S.ilicifolium*و*S.marginatum*در آذرماه ۱۴۰۰ از سواحلچابهار(دریابزرگوت‌ی‌س) هنگامجزرصورت گرفت وپسازحملبهآزمایشگاه،باآب شیرینچندینبارشستشو شدند تا کاملاً گلولای وموجودات Epiphyteآن‌ها از بین رفت. سپسدر دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) بهدورازنورمستقیم خورشیدخشک شدند.به‌منظورعصاره‌گیری،ابتدا ماکروجلبک‌های خشک‌شده،توسطآسیابرقیبهقطعاتریز تبدیل شدند. سپس مقدار ۲۰۰ گرم پودر مخلوط حاصل از سه گونه ماکروجلبک (۱:۱:۱) تهیه شد وتازماناستفادهبعدی دردمای ۴- درجهسانت‌ی‌گرادنگهداری شد (Akbary *et al*.,۲۰۲۰).

تجزیه شیمیایی ترکیب شیمیایی مخلوط ماکروجلبک مورد آزمایش، بر اساس روش استاندارد AOAC (۲۰۰۰) انجام گرفت. پروتئین کل لاشه با روش دستگاه کجلدال، چربی با روش سوکسله و حلال اتر، رطوبت از طریق قرار دادن نمونه در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، توزین نمونه بعد از خنک‌شدن و خاکستر از طریق سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۶ ساعت محاسبه شد (AOAC, 2000).

ابتدا از مقدار ۲۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم از نمونه مخلوط ماکروجلبک‌ها طبق روش Nazari و همکاران (۲۰۱۳) اسید چرب متیل استر استخراج گردید. سپس از بخش رویی محلول (شامل هگزان) جداسازی شده و برای تعیین پروفایل اسید چرب به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق گردید. برای جداسازی و شناسایی انواع اسیدهای چرب، از دستگاه کروماتوگرافی مدل Unicam۴۶۰۰ (مستقر در شرکت میزان سنجش پاسارگاد تهران) استفاده شد. و زمان بازداری مربوط به هر اسید چرب با منحنی مربوط به اسیدهای چرب استاندارد و زمان بازداری مقایسه شد و به این ترتیب، نوع و میزان اسید چرب (بر حسب درصد کل اسیدهای چرب) تعیین گردید (Pal *et al*. 2013).

جهت سنجش ترکیب اسیدهای آمینه از روش Lindroth و Mopper (۱۹۷۹) با کمی تغییر استفاده گردید. ابتدا ۰/۱ گرم پودر مخلوط ماکروجلبک‌های خشک شده در دستگاه فریز درایر (Operon-۷۰۱۲، کشور کره جنوبی) به لوله هضم اضافه و ۷/۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۶ نرمال به آن اضافه شد پس از مرحله هضم، برای مرحله اشتقاق، ۱۰ میکرولیتر بافر استات به لوله هضم حاوی اسید آمینه خشک شده اضافه شده و بعد از مخلوط کردن مجدداً ۴۹۰ میکرولیتر بافر استات به مخلوط اضافه شده و به مدت ۵ دقیقه انکوباسیون گردید و سپس بافر بورات و ۱۰۰ میکرولیتر محلول OPA (o- phthaldialdehyde) اضافه‌شده و پس از ۲ دقیقه انکوباسیون، ۵۰ میکرولیتر اسید کلریدریک ۰/۷۵ مولار به ترکیب اضافه شده تا واکنش متوقف شد و نهایتاً ۲۰ میکرولیتر از ترکیب نهایی با سرنگ مخصوص به دستگاه HPLC (۱۲۹۰ infinity کشور انگلیس) به مشخصات ستون (RP ۱۸ ۴×۱۰۰mm OPA specific column) و دمای ستون ۳۰ درجه سانتی‌گراد تزریق گردید (Akbary *et al*., 2021).

نتایج

در جدول ۱میزان ترکیب شیمیایی مخلوط ماکروجلبک‌ها ارائه شده است. میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت به‌ترتیب ۸/۴۳، ۱/۳۰، ۲۱/۲۶ و ۶۸/۰۱ درصد گزارش شد.

جدول۱. ترکیب شیمیایی پرمیکس ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *P.australis*،*S.ilicifolium*و*S.marginatum*

ترکیب شیمیایی (درصد)	رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	ماده خشک (درصد)
	۶۸/۰۱±۰/۹۳	۸/۴۳±۰/۲۴	۱/۳۰±۰/۰۵	۲۱/۲۶±۴/۱

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

در جدول۲ ترکیب اسیدهای چرب (کل درصد اسیدهای چرب) مخلوط ماکروجلبک‌های مورد آزمایش نشان داده شده است. اسیدهای چرب اشباع‌شده غالب در پرمیکس ماکروجلبک‌های مورد آزمایش به‌ترتیب اسید پالمیتیک (۱۷/۱۱±۰/۳۱ درصد)، مریستیک‌اسید (۱۱/۴۳±۰/۱۵درصد) و اسید استئاریک (۶/۶۲±۰/۳۲ درصد) بود. در بین اسیدهای چرب تک‌زنجیره غیراشباع، اولئیک‌اسید (۱۷/۲۱±۷/۲۱ درصد) و از بین اسیدهای چرب بلندزنجیره اشباع‌نشده (PUFA)، به‌ترتیب آراشیدونیک‌اسید (۰۳/۲۴±۷/۱۱ درصد)، لینولئیک‌اسید (۹/۱۲±۳/۲۱ درصد) و ایکوزاپنتانوئیک‌اسید (۸/۱۳±۰/۶۸ درصد) غالب بود.

جدول ۲. ترکیب اسیدهای چرب (درصد کل اسیدهای چرب) مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *P.australis*، *S.ilicifolium* و *S.marginatum*

اسیدهای چرب	(درصد کل اسید چرب)
C۱۲:۰	۰/۸۳ ± ۰/۰۲
C۱۴:۰	۱۱/۴۳ ± ۰/۱۵
C۱۶:۰	۱۷/۱۱ ± ۰/۳۱
C۱۸:۰	۶/۶۲ ± ۰/۳۲
C۲۰:۰	۳/۱۱ ± ۰/۱۱
SFA*	۳۹/۱۰ ± ۱۲/۰۵
C۱۴:۱n−۵	۰/۷۶ ± ۰/۳۱
C۱۶:۱n−۷	۳/۳۱ ± ۰/۵۴
C۱۸:۱n−۷	۱/۶۷ ± ۰/۴۳−
C۱۸:۱n-۹	۱۷/۲۱ ± ۷/۲۱
MUFA **	۲۲/۹۵ ± ۹/۱۳
C۱۸:۲n-۶	۰۹/۱۲ ± ۳/۲۱
C۱۸:۳n-۳	۴/۸۳ ± ۰/۹۱
C۲۰:۴n-۶	۱۱/۲۴ ± ۷/۰۳
C۲۰:۵n-۳	۸/۱۳ ± ۰/۶۸
C۲۲:۶n-۳	۲/۷۸ ± ۰/۲۱
PUFA***	۳۶/۱۰ ± ۵/۸۷

مقادیر (خطای معیار± میانگین ، ۳ تکرار ار هر تیمار). *SFA اسید چرب‌اشباع**MUFA اسید چرب تک زنجیره غیراشباع ***PUFA اسید چرب چندزنجیره غیراشباع

در جدول ۳ ترکیب اسیدهای آمینه کل مخلوط ماکروجلبک‌های مورد مطالعه ارائه شده است. مجموع اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری به‌ترتیب ۶/۷۸ و ۷/۱۵ میلی‌گرم اسید آمینه بر گرم نمونه بود. اسیدآسپارتیک (۱/۸۸±۰/۰۵میلی‌گرم اسید آمینه بر گرم نمونه) و گلوتامیک‌اسید (۱/۹۸±۰/۰۵ میلی‌گرم اسید آمینه بر گرم نمونه) جز اسید آمینه غیرضروری غالب بود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

جدول ۳.ترکیب اسیدهای آمینه (میلی‌گرم اسیدآمینه/گرم نمونه) کل مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *P.astraulis*، *S.ilicifolium*و*S.marginatum*

اسیدهای آمینه ضروری (EAA)	میلی‌گرم اسید آمینه/ گرم نمونه
آرژنین	۰/۸۷ ± ۰/۰۲
هیستیدین	۰/۹۰ ± ۰/۰۵
ایزولوسین	۰/۷۸ ± ۰/۰۱
لوسین	۰/۸۰ ± ۰/۰۵
لیزین	۰/۹۸ ± ۰/۰۱
متیونین	۰/۷۳ ± ۰/۰۱
فنیل آلانین	۰/۸۵ ± ۰/۰۵
والین	۰/۸۷ ± ۰/۰۵
اسید آمینه غیرضروری (NEAA)	
آلانین	۰/۸۵ ± ۰/۰۱
گلوتامیک اسید	۱/۹۸ ± ۰/۰۵
آسپارتیک اسید	۱/۸۸ ± ۰/۰۵
گلیسین	۰/۷۳ ± ۰/۰۲
سرین	۰/۹۵ ± ۰/۰۵
تیروزین	۰/۷۶ ± ۰/۰۲
مجموع اسیدهای آمینه	۱۳/۹۳ ± ۳/۶۲
مجموع اسیدهای آمینه ضروری	۶/۷۸ ± ۰/۷۸
مجموع اسیدهای آمینه غیرضروری	۷/۱۵ ± ۰/۴۳

مقادیر خطای معیار ± میانگین، حاصل ۳ تکرار ار هر تیمار است

بحث

این تحقیق با هدف ارزیابی ارزش غذایی مخلوط سه گونه ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *P. australis*،*S.ilicifolium*و*S.marginatum* صورت گرفت. میزان پروتئین خام در پرمیکس مورد مطالعه، ۸/۴۳ درصد به‌دست آمد. در یک مطالعه مشابه، Burtin (۲۰۰۳) گزارش کردند که میزان پروتئین در ماکروجلبک‌های قهوه‌ای (۵ تا ۱۵ درصد وزن خشک) در مقایسه با ماکروجلبک‌های قرمز و سبز (۱۰ تا ۳۰ درصد وزن خشک) کمتر است. این نتایج در دامنه ۵ تا ۱۵ درصد وزن خشک پروتئین مطالعات Burtin (۲۰۰۳) بر روی ماکروجلبک‌های قهوه‌ای و همچنین در محدوده بیان شده (۵–۴۷ درصد وزن خشک) در مطالعه Černá (۲۰۱۱) قرار داشت. USDA (۲۰۱۰) نشان داد که ماکروجلبک قهوه‌ای Undariaspp حاوی ۳ درصد پروتئین خام بود. برای ماکروجلبک سارگاسوم (*S. angustifolium*) و ماکروجلبک سیستوسیرا (*Cystoseiraindica*) به‌ترتیب ۴/۸ و۴ ۲/۱۵ درصد وزن خشک گزارش شد (Kabiri *et al*., 2015). دلیل این اختلاف در مقادیر پروتئین می‌تواند متاثر از موارد متعددی چون تفاوت گونه‌ها، شرایط محیطی، زیستگاه، بلوغ، فصل نمونه‌گیری، روش‌های آماده‌سازی ماکروجلبک‌ها و روش آنالیز باشد (Santoso *etal*., 2010; Khadijah *et al*., 2021). همچنین می‌توان گفت که غنای کمی و کیفی پروتئین برخی از گونه‌های شناخته‌شده ماکروجلبک‌ها با برخی منابع پروتئینی گیاهی و حیوانی معمول قابل مقایسه است. برخی از آن‌ها دارای پروتئین‌های با قابلیت هضم بالاتری نسبت به منابع گیاهی می‌باشند و قابلیت هضم پروتئین ماکروجلبک‌ها، تحت تاثیر گونه، فصل و میزان مواد ضدتغذیه‌ای مانند فنولیک‌ها و پلی‌ساکاریدها است. فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک ممکن است به‌دلیل واکنش اسیدهای آمینه با ترکیب فنلی اکسیدشده کاهش یابد (Černá, 2011). در بین پروتئین‌ها و پپتیدهای آن‌ها، می‌توان ترکیبات زیست‌فعالی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

را یافت که دارای اثرات درمانی و مفیدی برای انسان است (Fleurence*et al.*, 2012). همچنین با توجه به نقش پروتئین ماکروجلبک‌ها در سلامت، به‌دلیل تقویت سیستم گوارشی و نیز تحریک سیستم ایمنی از طریق غیرمستقیم ارتقاء پاسخ میکروبی، می‌توان از آن‌ها جهت افزایش بهره‌وری و ارزش تغذیه‌ای برخی محصولات غذایی استفاده نمود (Wells *et al.*, 2017). لیپیدها، علاوه بر ذخیره انرژی دارای نقش‌های متعددی در موجودات می‌باشند. اگرچه محتوای‌لیپیدی ماکروجلبک‌های قهوه‌ای با منابع معمول لیپیدی قابل مقایسه‌نیست (Ratana –Arporn and Chirapart, 2006). اما آن‌ها از نظر کیفی دارای‌ترکیباتنسبتاًزیست‌فعال بسیار ارزشمندی‌می‌باشند (Miyashita *et al.*, 2013). در این پژوهش میزان لیپید ۰/۰۵±۱/۳ درصد به‌دست آمد. با توجه به یافته‌های Burtin و همکاران (۲۰۰۳) ماکروجلبک‌های قهوه‌ای دارای‌چربی محدودی (۱–۵ درصد وزن خشک) هستند. در مطالعات انجام شده بر روی Sargassum spp (Jaswir*et al.*, 2012)، S. polycystum (Perumal *et al.*, 2019) و S.ilicifolium (Rohani-Ghadikolaei*et al.*, 2012) به‌ترتیب ۱/۶۶، ۷/۶ و ۳ درصد گزارش گردید.همچنینSusanto و همکاران (۲۰۱۶) میزان چربی خام در ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *S. horneri*، *S. siliquastrum*، *C. hakodatensis*، *P. australis* و *S.* crassifolium به‌ترتیب ۶۶/۵۸، ۷۳/۷۰، ۷۸/۶۹، ۵۰/۱۵ و ۳۶/۷۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک گزارش کردند که بر اساس گزارش آن‌ها، میزانچربی خام معمولاً کمتر از ۷ درصد وزن خشک بود. می‌توان گفت که مقادیر چربی خام ماکروجلبک‌ها، بسته به عوامل محیطی و جوی موثر بر رشد جلبک (Nomura *et al.*, 2013)، زمان جمع‌آوری (Perumal *et al.*, 2019) اقلیم و جغرافیایی محل رشد جلبک دریایی (Miyashita *et al.*,2013)، ممکن است تغییر نمایند. لذا این میزان چربی در پرمیکس تحقیق حاضر با توجه به موقعیتجغرافیایی چابهار و نمونه‌گیری در آذرماه به دور از انتظار ن‌یست. در صورتی‌که افزایش محتوای چربی مدنظر باشد باید شرایط پرورش را به سمت فصل سرما سوق داد. همچنین، بر اساس مطالعه Nelson و همکاران (۲۰۰۲)، مقدار کل چربی ماکروجلبک قهوه‌ای (Egregiameziesii) ۱۶–۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک بود که با افزایش دما سطح چربی در فصل تابستان کاهش یافت. Sarjana و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی ترکیب شیمیایی جلبک *P.australis* در فصل تابستان نشان دادند که محتوی رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی و کربوهیدرات۹۰/۵۶، ۲/۱۱، ۱/۰۲، ۰/۴ و ۵/۹۰ گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر جلبک بود و در بین سه ترکیب مغذی، خاکستر بالاترین میزان را در مقایسه با پروتئین و چربی داشت که با تحقیق حاضر همخوانی نداشت. Rohani-Ghadikolae و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که بیشترین میزان خاکستر خام (۲۹/۹ درصد وزن خشک) در ماکروجلبک سارگاسوم (*S. ilicifolium*) و کمترین میزان (۱۲/۴ درصد وزن خشک) در ماکروجلبک اولوا (*Ulvalactuca*) مشاهده شد که با تحقیق حاض همخوانی داشت. Øverland و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی ترکیب بیوشیمیایی برخی گونه‌های خاص ماکروجلبک‌های قهوه‌ای (*Laminaria*، *Saccharina*، *Fucus*، *Alaria*، *Pelvetia*، *Ascophyllium* و *Undariaspp*) نشان دادند که مقادیر خاکستر ۱۵۰–۴۵۰ گرم بر کیلوگرم در گونه‌های خاص ماکروجلبک‌های قهوه‌ای متغیر بود می‌توان گفت که ترکیب شیمیایی ماکروجلبک‌ها بسته به زیستگاه، پراکندگی جغرافیایی، گونه، وضعیت فیزیولوژیکی و شرایط محیطی متفاوت است. همچنین محتوای خاکستر جلبک دریایی بسته به گونه و دوره فصلی متفاوت است (Santos *et al.*, 2019; Khadijah *et al.*, 2021). در تحقیق حاضر میزان رطوبت مشاهده شده در پرمیکس ۶۸/۰۱ درصد بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که جزء اصلی مخلوط ماکروجلبک‌های مورد آزمایش، رطوبت بود. محتوای پروتئین خام، لیپید خام، خاکستر و رطوبت در وعده‌های غذایی متشکل از جلبک دریایی Macrocystis pyrifera به‌ترتیب ۶/۱، ۰/۷، ۳۱/۱و ۶۰/۴ درصد بود (Castro-González *et al.*, 2000) که رطوبت جزاصلی جلبک *M. pyrifera* بود که با تحقیق حاضر همخوانی داشت. همچنین میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر به‌ترتیب در *U. clathrata* به‌ترتیب ۹۰، ۲/۲، ۰/۲ و ۴/۵ درصد بود. Rohani-Ghadikolaeو همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که میزان زطوبت در ماکروجلبک *C. sinuosa*، *U. lactuca* و *E. intestinalis* به‌ترتیب ۱۱/۵، ۶/۸ و ۸/۵ درصد وزن خشک بود. دلیل تفاوت مشاهده‌شده در میزان رطوبت ممکن است نشان دهد که نمونه‌های پودری جلبک قابلیت جذب متفاوتی دارند که می‌تواند معیار مناسبی جهت تعیین ماندگاری وعده غذای جلبک دریایی فرآوری شده باشد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

با توجه به این‌که ماکروجلبک‌های دریایی منبع غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع به‌شمار می‌روند و دارای اثرات فیزیولوژیکی متعدد و خواص درمانی بسیار بوده و نقش به‌سزایی در سلامت انسان و سایر آبزیان ایفاء می‌نماید، در این تحقیق، ۱۳ ترکیب اسید چرب در پرمیکس حاوی سه گونه ماکروجلبک‌های قهوه‌ای شناسایی شد و نتایج نشان داد که میزان اسیدهای چرب SFA در پرمیکس ۳۹/۱۰ درصد بود که بیشترین میزان را نسبت به اسیدهای چرب MUFA و PUFA در پرمیکس نشان داد. همچنین میزان اسیدهای چرب PUFA در پرمیکس ۳۶/۱۰ درصد بود. میزان MUFA و PUFA در پرمیکس مورد مطالعه نسبت به گزارش Silva و همکاران (۲۰۱۳) بر روی ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *C. spongiosus*، *C. nodicauli*، *C. tamoriscifolia*، *C. usneoides*، *Fucus spiralis*، *Halopterisfilicina*، *P. pavonica*، *S. polyschides*، *S. vulgare* و *S. scoparium* بالاتر می‌باشد. همچنین میزان SFA، MUFA و PUFA در پرمیکس نسبت به گزارش Tabarsa و همکاران (۲۰۱۲) برای ماکروجلبک‌های قهوه‌ای (*Dictyota dichotoma*، *P. pavonica* و *C. sinuosa*) بالاتر بود. در حالی‌که میزان PUFA در ماکروجلبک *C. sinuosa* بالاتر و میزان MUFA در ماکروجلبک *P. pavonica* کمتر از پرمیکس بود. می‌توان گفت مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع MUFA و PUFA بسته به فصل، شرایط دمایی، منشاء جغرافیایی و گونه ماکروجلبک می‌تواند متفاوت است. پرمیکس مورد مطالعه از نظر اسیدهای چرب ضروری از جمله میریستیک اسید (C۱۴:۰)، پالمیتیک اسید (C۱۶:۰)، اولئیک اسید (C۱۸:۱) و آراشیدونیک اسید (C۲۰:۴) غنی می‌باشند که در میان آن‌ها پالمیتیک اسید و اولئیک اسید دارای بالاترین غلظت می‌باشد Mohmmadi و همکاران (۲۰۱۶) بر روی ماکروجلبک قهوه‌ایNizimuddiniazanardinaگزارش کردند کهاین جلبک از نظر اسیدهای چرب ضروری از جمله میریستیک اسید (C۱۴:۰)، پالمیتیک اسید (C۱۶:۱)، اولئیک اسید (C۱۸:۰) و لینولئیک اسید (C۱۸:۲) غنی بود که در بین آن‌ها پالمیتیک اسید و اولئیک اسید بالاترین غلظت را دارا بود. Attaran Fariman و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی بر روی پروفیل اسیدهای چرب ماکروجلبک قهوه‌ای N.zanardinaنشان دادند که عمده‌ترین اسیدهای چرب به‌ترتیب پالمیتیک اسید، اولئیک اسید، آراشیدونیک اسید، مریستیک اسید و EPA بود. همچنین Akbary و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی بر روی دو گونه ماکروجلبک قهوه‌ای پادینا (*P. australis*) و سارگاسوم *S. marginatum*نشان دادند که رایج‌ترین SFA و MUFA به‌ترتیب اسید پالمیتیک و اسید اولئیک در ماکروجلبک‌های قهوه‌ای پادینا و سارگاسوم مشاهده شد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشتند. Silvaو همکاران (۲۰۱۳) با تحقیق بر روی ماکروجلبک‌های قهوه‌ای نشان دادند که در گونه‌های *C. tamoriscifolia*، *C. usneoides*، *F. spiralis*، *H. filicina*، *S. polyschides*، *S. vulgare* و *S. scoparium* (C۲۰:۵) EPA از سری اسیدهای چرب امگا۳بیشترین میزان اسیدهای چرب PUFA را به‌خود اختصاص داد. در حالی‌که در گونه‌های *C. nodicauli* و *P. pavonica* لینولئیک اسید (C۱۸:۲) از سری اسیدهای چرب امگا۶ و در گونه‌های *C. usneoides*، *S. vulgare* و *S. scoparium*DHA (C۲۲:۶) از سری اسیدهای چرب امگا۳ بیشترین میزان اسیدهای چرب PUFA را نشان دادند می‌توان گفت که پرمیکس ماکروجلبک‌های قهوه‌ای اگرچه مقادیر نسبتاً اندکی چربی دارند ولی منبع خوبی از اسیدهای چرب امگا۳می‌باشند اسیدهای چرب DHA و EPA به‌دلیل پیشگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی و آلزایمر در انسان در صنعت دارویی و به عنوان مکمل غذایی به‌منظور افزایش سلامتی و عملکرد تغذیه‌ای در صنعت آبزیان پیشنهاد می‌گردد (Silva *et al.*, 2013). در مطالعه Nasimi و همکاران (۲۰۱۱) بیشترین میزان اسید چرب MUFA در ماکروجلبک‌های قهوه‌ای C.myrica و قرمز Laurencia snyderiaeرا اولئیک اسید گزارش کردندو مجموع درصد اسیدهای چرب SFAبیشتر مجموع اسیدهای چرب MUFA و PUFA در این گونه ماکروجلبک‌ها بود. Schmid و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که میزان EPA در چندین ماکروجلبک قهوه‌ای *Fucusvesiculosus*، *Laminariadigitata*، و*Pelvetia canaliculata*به‌مراتب بالاتر از برخی ماکروجلبک قرمز مانند *Gracilariagracilis*و *Chondruscrispus*بود. بسیاری از محققین بر این باور هستند که نسبت اسیدهای چرب در ماکروجلبک‌های قهوه‌ای، قرمز و سبز با هم متفاوت است و پروفایل اسیدهای چرب می‌تواند نشان‌گر بیوشیمیایی یا کموتاکسونومیک برای طبقه‌بندی ماکروجلبک‌ها محسوب شود (Pereira *et al.*, 2012; Susnto*et al.*, 2016).همچنین Silva و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که جلبک‌های قهوه‌ای حاوی اسیدهای چرب با زنجیره بلند از سری امگا۳ هستند و Sánchez-Machado و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که نسبت n-۶/n-۳ اسیدهای چربی که معمولاً در رژیم غذایی انسان یافت می‌شود

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

بایستی کمتر از ۱۰ باشد که با تحقیق حاضر همخوانی داشت. علاوه بر این نسبت اسیدهای چرب امگا۶ به امگا۳ در غذاهای مصرف انسانی برای سنتز پروستاگلاندین بسیار مهم است. متخصصان تغذیه و استانداردهای تغذیه‌ای نسبتی بین ۱:۱/۱۵ تا ۱:۲ را بین امگا۳ و امگا۶ پیشنهاد می‌کنند (Hamazaki and Okuyama, 2004). درحالی‌که این نسبت در رژیم‌های غذایی کشورهای غربی بین ۱۵:۱ تا ۱: ۱۶/۷می‌باشد (Simopoulos, 2002).. Akbary و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان دادند که نسبت ۳-n/ ۶-n برای سه گونه ماکروجلبک ۲/۸۳، ۱/۴۰ و ۱/۲۵ به‌ترتیب در *S. P*، *marginatum. australis* و *pygmaea.A*بود که کمتر از مقادیر تعریف شده بودند که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت. می‌توان گفت که گونه‌های جنوب شرقی ایران به‌طور خاص، چهار گونه جلبک قهوه‌ای مورد بررسی که به‌صورت پرمیکس استفاده شده است به‌عنوان منابع اسیدهای چرب مفید هستند که می‌توان از پرمیکس آن‌ها برای بهره‌برداری بیشتر از اسیدهای چرب و در تغذیه آبزیان استفاده کرد. مقایسه ترکیبات اسیدهای چرب ماکروجلبک‌ها از نقاط مختلف جهان نشان دادند که شرایط زیستگاه ممکن است بر روی خواص اسیدهای چرب آن‌ها تأثیر بگذارد، اما میزان این تفاوت‌ها ظاهراً در بین گونه‌های مختلف متفاوت است علاوه بر این، گونه های قهوه ای مزیت بیشتری برای استفاده تجاری به دلیل زیست توده بالاتر آن‌ها در بسیاری از اکوسیستم های دریایی، آن‌ها را به‌عنوان کاندیدای مواد خام برای تولید سوخت زیستی پایدار در یک تاسیسات آبزی‌پروری تبدیل کرده است (Susanto *et al.*,2016).از مقایسه نتایج مطالعه اخیر و عمده مطالعات مورد بحث می‌توان یافت که همانند گیاهان ساکن خشکی‌ها، محتوای تغذیه‌ای در ماکروجلبک‌ها هم می‌تواند میان گونه‌ها، جنس‌ها، شاخه‌ها، فصل‌ها و نواحی مختلف تا حد زیادی متفاوت باشد (Lopes *et al*. 2011; Pereira *et al.* 2012; Silva *et al.* 2013). کنترل مکانیسم متابولیسم اسیدهای چرب در جلبک های دریایی هنوز به‌درستی مشخص نشده است. محتوای لیپید جلبک دریایی به‌طور کلی کمتر از گیاهان خشکی است. با این حال، محتوای PUFA درجلبک دریایی می تواند بسیار بیشتر از گیاهان خشکی باشد (حدود ۲۰ تا ۵۰ ماده خشک) (Tabarsa*et al.*, 2012).می‌توان گفت که عوامل مختلفی از جمله اختلافات گونه‌ای، شرایط اکولوژیکی، ویژگی‌های جغرافیایی، شوری آب، دمای آب، موقعیت قرارگیری ماکروجلبک‌ها در ستون آب، شدت تابش نور خورشید، وجود نوترینت‌ها در آب و آلودگی‌های ناشی از آلاینده‌ها می‌تواند بر روی ترکیبات موجود در ماکروجلبک تاثیرگذار باشد (Benoit *et al.*, 2009).

غنای کمی و کیفی پروتئین برخی از گونه‌های شناخته شده جلبک‌های دریایی با برخی منابع پروتئینی گیاهی و حیوانی معمول قابل مقایسه است (Matanjun*et al.*, 2009; Tibbetts *et al.*, 2016). برخی از آن‌ها دارای پروتئین‌های با قابلیت هضم بالاتری نسبت به منابع گیاهی می‌باشند (Černá, 2011). در بین پروتئین‌ها و پپتیدهای آن‌ها، می‌توان ترکیبات زیست‌فعالی را یافت که دارای اثرات درمانی و مفیدی برای انسان است (Fleurence*et al.*, 2012). در این پژوهش، پروتئین پرمیکس ماکروجلبک‌های قهوه‌ای دارای همه اسیدهای آمینه از جمله گلیسین، آرژنین، آلانین و گلوتامیک اسید بود که این میزان اسیدهای آمینه ضروری ماکروجلبک‌ها با میزان نیاز پروتئینی اعلام شده توسط سازمان فائو و بهداشت جهانی قابل مقایسه است (Øverland et al., 2019). همچنین بررسی ترکیب اسیدهای آمینه پرمیکس ماکروجلبک‌ها نشان داد که پروتئین گلوتامیک اسید در پرمیکس ۱ با میزان ۱/۹۸ بیشترین سهم را به‌خود اختصاص داده بودند. گلوتامیک اسید نقش مهمی درحفظ عملکرد صحیح مغز دارد (Černá, 2011). لذا با توجه به خواص سودمند این اسید آمینه و از طرفی میزان قابل قبول آن در پرمیکس ماکروجلبک‌های قهوه‌ای مورد مطالعه در سواحل چابهار، می‌توان از اثرات مفید این پرمیکس بهره جست. کمترین مقدار اسید آمینه را متیونین با میزان ۰/۷۳ را در پرمیکس مورد مطالعه به خود اختصاص دادند. همان‌طور که نتایج نشان دادند میزان اسید آمینه ضروری در پرمیکس مورد بررسی، بیشتر از اسیدهای آمینه غیرضروری بوده است. که با نتایج مطالعات kumar و (۲۰۰۷) Kaladharnl که میزان اسید آمینه ضروری را حدود ۴۸/۱ بیشتر از سایر اسیدهای آمینه به دست آوردند مطابقت داشت.Salossoو همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که *P. australis* جمع‌آوری‌شده در آب‌های خلیج کوپانگ (Kupang)حاوی ۱۵ اسید آمینه با بالاترین محتوای اسید آسپارتیک، ۱/۱۶ درصد و اسید گلوتامیک، ۱/۳۲ درصد و کمترین در هیستیدین، ۰/۱۲ درصد و متیونین، ۰/۲۰ درصد بود همچنین در *P. gymnospora* در تامیلدانو (Tamildanu) هند نیز بالاترین اسید آسپارتیک، ۱۲/۷ درصد و اسید گلوتامیک، ۱۳/۹ درصد و کمترین در هیستیدین، ۲/۷ درصد و متیونین، ۱/۵ درصد مشاهده شد می‌توان گفت که تغییرات محتوای پروتئین در ماکروجلبک‌ها می‌تواند

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

بر روی محتوای اسید آمینه آن تأثیر بگذارد. Ishakani و همکاران (۲۰۱۷)، مجموع اسیدهای آمینه ضروری ۴۴ درصد به دست آوردند. می‌توان گفت که در ماکروجلبک‌های قهوه‌ای، قرمز و سبز میزان اسیدهای آمینه غیرضروری مشابه است (Černá, 2011). هر چند در مطالعه آن‌ها اسیدهای آمینه ضروری ترئونین و تریپتوفان مشاهده نگردید. Galland-irmouli و همکاران (۱۹۹۹) در مطالعه خود بیان داشتند که پروتئین جلبک‌های دریایی به دلیل سهم حدود ۴۰ درصدی اسیدهای آمینه ضروری آن‌ها، از کیفیت بالایی برخوردار هستند.Matanjun و همکاران (۲۰۰۹) میزان اسیدهای آمینه ضروری ماکروجلبک سارگاسوم (*S. polycystum*) ۶۷ درصد گزارش کرد که تقریباً با میزان آن در سویا (۴۷ درصد) و کازئین (۵۸ درصد) شباهت دارد. Wongو(۲۰۰۰)Cheung گزارش کردند که جلبک‌های دریایی قرمز (*Hypnea japonica* و *H. charoides*) و جلبک‌های دریایی سبز (U. lactuca) همه اسیدهای آمینه ضروری به‌جز تریپتوفان را در خود دارند که این ۴۲ تا ۴۸ درصد کل محتوای اسید آمینه را تشکیل می‌دهد. بنابراین همه جلبک‌های دریایی قرمز و سبز قادرند به میزان کافی در تأمین کل اسیدهای‌آمینه ضروری با توجه به نظر سازمان غذا و دارو مشارکت کنند(Černá, 2011). می‌توان گفت که این سهم از اسیدهای آمینه ضروری در گونه‌های مختلف ماکروجلبک‌ها می‌تواند جایگزین مناسب تغذیه‌ای این اسیدهای آمینه و به ویژه وفور آن‌ها در مناطق ساحلی محلی زیست خود، برای مصارف انسانی و نیز حیوانی باشد (Macartain et *al.*, 2007). Machado و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی پروفیل اسیدهای آمینه آزاد و کل و محتوی پروتئین چهار گونه ماکروجلبک (*Porphyra dioica*، *P. umbilicalis*، *G.vermiculophylla* و *U. rigida*) در سیستم پرورش متراکم آبزیان نشان دادند که محتوی پروتئین در گونه‌های ماکروجلبک Porphyra در مقایسه با گونه‌های ماکروجلبک مورد آزمایش بیشتر بود. تمام ماکروجلبک‌های مورد آزمایش از نظر کیفیت پروتئین و پروفیل اسیدآمینه‌های ضزوری با میزان نیاز پروتئینی اعلام شده توسط سازمان فائو و بهداشت جهانی مطابقت داشتند. ماکروجلبک‌های قرمز (Porphyra و Gracilaria) سطح بالایی از آسپارتیک اسید، گلوتامیک اسید و آلانین را نشان دادند و متیونین و تریپتوفان کمترین میزان اسیدهای آمینه در همه گونه‌های ماکروجلبک مورد آزمایش گزارش شد. علاوه بر این، جلبک سارگاسوم (*S.boveanum*) سواحل بوشهر، حاوی مقادیر متفاوتی از اسیدهای آمینه نیمه ضروری و غیرضروری بود و از میزان بالای نسبت اسیدهای آمینه ضروری به غیرضروری، برخوردار بود و به دلیل غنای اسیدآمینه‌های ضروری نیمه ضروری، اسیدهای چرب مناسب و ترکیبات شیمیایی منحصر به فرد خود به عنوان غذای عملگرای بالقوه و یک بسته غذا–دارویی کامل مطرح شد (Khalifeh *et al.*, 2021)

در پژوهش حاضر، اسیدآمینه غیرضروری گلوتامیک اسید مقدار بالایی را در پرمیکس ماکروجلبک‌ها نشان داد Fleurenceوهمکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود مجموع اسید آمینه آسپارتیک و گلوتامیک را در ماکروجلبک‌های قهوه‌ای در دامنه رنجی ۲۲ تا ۴۴ درصد بیان نمود. Alwaleed (۲۰۱۹) میزان آن را ۶/۷۱ درصد و Ishakani و همکاران (۲۰۱۷) ۱۰/۱۸ درصد و kumar و Kaladharnl (۲۰۰۷) مقدار آن را ۱۷/۹۱ درصد به‌دست آوردند. دلیل اختلاف در میزان اسیدآمینه‌ها آن است که جلبک‌ها بسیار تحت تاثیر شرایط محیط زیست قرار می‌گیرند. به طوری‌که ترکیبات آن‌ها، حتی در یک گونه جلبک در مناطق و فصول مختلف با یکدیگر متفاوت خواهند بود (Devi et al., 2009). می‌توان گفت که پروتئین‌ها و پپتیدهای مشتق شده از جلبک‌های دریایی، طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های زیست فعال دارند که می‌توان از آن‌ها در محصولات دارویی و غذاداروها استفاده کرد (Harnedy and FitzGerald, 2011) و با تجزیه پروتئین‌های جلبک دریایی به کمک روش هیدرولیز، بسیاری از این فعالیت‌ها را توسعه داد.

نتیجه‌گیری

در پایان، نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از مخلوط ماکروجلبک‌های *Padinaaustralis*، *Sargassum ilicifolium* و*Stoechospermum marginatum* به‌دلیل وجود اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیره غالب و اسیدهای آمینه ضروری، در تغذیه آبزیان توصیه می‌گردد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری ریاست و پرسنل محترم مرکزتحقیقات شیلات آب‌های دور چابهار و کارشناس محترم آزمایشگاه نمونه آزموی تهران تشکر و قدردانی می گردد.

این اثر تحت حمایت از پژوهشگران و فنآوران کشور (INSF)بر گرفته ازطرح شماره ۴۰۰۰۰۰۷ انجام شده است. و غنایت مادی صندوق این طرح (۴۰۰۰۰۰۷) از صندوق حمایت از پژوهشگران صورت گرفت.

Tgis work is based upon research funded Iran National Science Foundation (INSF) under project No. 4000007

References:

Ab Lah, R., Smith, J., Savins, D., Dowell, A., Bucher, D. and Benkendorff K., 2017. Investigation of nutritional properties of three species of marine turban snails for human consumption. Food Science and Nutrients, 5(1), pp. 14-30. https://doi.org/10.1002/fsn3.360

Akbary, P., Gholamhosseini, A., Ali, M.M., Aminikhoei, Z., Tavabe, K.R. and Kuchaksaraei, B.S., 2020. Growth Yield, Fatty Acid Profile and Antioxidant Status of Litopenaeusvannamei Fed Iyengariastellata Supplemented Diet. Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A: Science, 45*(1), pp.* 111-119. https://doi.org/ 10.1007/s40995-020-01004-0

Akbary, P., Liao, L.M., Aminikhoei, Z., Hobbi, M. and Erfanifar, E., 2021. Sterol and fatty acid profiles of three macroalgal species collected from the Chabahar coasts, southeastern Iran. *Aquaculture International*, *9*, pp.155–165. https://doi.org/10.1007/s10499-020-00616-y

Alwaleed, E.A., 2019. Biochemical composition and nutraceutical perspectives red sea Seaweeds. *American Journal of Applied Sciences*, *16*(12), pp. 346-354. https://doi.org/10.3844/ajassp.2019.346.

AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 17th Edition, the Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

Arumugama, P., Murugan, M.; Kamalakannan, S. and Murugan, K., 2017. Determination of Various Bioactive Potential of Stoechospermum marginatum (C. Agardh) Kutzing in vitro. *Journal of Analytical and Pharmaceutical Research*,5(4), p. 00145. https://doi.org/10.15406/japlr.2017.05.00145

Attaran Fariman, G., JangizehiShastan, S. and Zahedi, M. M., 2014. Seasonal variations of total lipids, fatty acid composition, of *Nizimuddiniazanardini* from the seashore of Chabahar. *Journal of Aquatic Ecology*, *3* (4), pp. 20-10. https://doi.org/20.1001.1.23222751.1393.3.4.2.9 (In Persian)

Banerjee, K., Mitra, A. and Mondal, K., 2010. Cost-effective and eco-friendly shrimp feed from red seaweed *Catenellarepens* (Gigartinales: Rhodophyta). *Current Biotica*, *8*(1) pp. 23-43.

Benoit, S. C., Kemp, C. J., Elias, C. F., Abplanalp, W., Herman, J. P., Migrenne, S., Lefevre, A. L., Cruciani-Guglielmacci, C., Magnan, C., Yu, F., Niswender, K., Irani, B. G., Holland, W. L. and Clegg, D. J., 2009. Palmitic acid mediates hypothalamic insulin resistance by altering PKC-theta subcellular localization in rodents.The Journal of Clinical Investigation, 119(9),pp. 2577–2589. https://doi.org/10.1172/JCI36714

Burtin, P., 2003. Nutritional Value of seaweeds. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 2(4), pp.498-503. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387669-0.00002-8.

Černá, M., 2011. Seaweed proteins and amino acids as nutraceuticals.Advances in Food and Nutrition Research, 64, pp. 297–312. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387669-0.00024-7

Casas-Valdez, M., Portillo-Clark, G., Aguila-Ramírez, N., Rodríguez-Astudillo S., Sánchez-Rodríguez I. Y. and CarrilloDomínguez, S., 2006. Efectodelalga marina Sargassumspp. sobrelas variables productivas y laconcentración de colesterolen el camarón café, Farfantepenaeuscaliforniensis (Holmes, 1900). Revista de biología marina y oceanografía, 41(1), pp. 97-105. https://doi.org/10.4067/S0718-19572006000100012

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

Castro-González, M.I., Carrillo-Domínguez, S. and Pérez-Gil, F., 2000. Chemical composition of Macrocystis pyrifera(Giant Sargazo) collected in summer and winter and its possible use in animal feeding. Cienciasrinas, 20(1), pp.33-40. https://doi.org/10.7773/CM.V20I1.955

Devi, G.K., Thirumaran, G., Manivannan, K., Karunamoorthy, D. and Anantharaman, P., 2009. Element composition of certain seaweeds from gulf of mannar marine biosphere reserve; southeast coast of India. World Journal of Dairy and Food Sciences, 4(1), pp.46-55.

Fleurence, J., Morançais, M., Dumay, J., Decottignies, P., Turpin, V., Munier, M., Nuria, G., and Jaouen, P., 2012.What Are the prospects for using seaweed in human nutrition and for marine animals raised through aquaculture?. Trends in Food science and Technology, 27(1), pp. 57-61

Galland-Irmouli, A. V., Fleurence, J., Lamghari, R., Luçon, M., Rouxel, C., Barbaroux, O., Bronowicki, J. P., Villaume, C.A. and Guéant, J. L., 1999. Nutritional value of proteins from edible seaweed Palmariapalmata (dulse).The Journal of nutritional biochemistry, 10(6), pp. 353–359. https://doi.org/10.1016/s0955-2863(99)00014-5. https://doi.org/10.1016/s0955-2863(99)00014-5

Hamazaki, T. and Okuyama, H., 2004. The Japan Society for Lipid Nutrition recommends to reducethe intake of linoleic acid. Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acid Ratio: The ScientificEvidence. World Review of Nutrition and Dietetics. Basel, Karger, 92, pp. 109-132. https://doi.org/10.1159/000073796.

Harnedy, P.A. and FitzGerald, R. J., 2011. Bioactive proteins, peptides, and amino acids from macroalgae. Journal of Phycology, 47, pp. 218–232. https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2011.00969.x

Ishakani, A. H., Vadhe, K. H., Kadri, R. M. and Patel, M. R., 2017. Amino acid and fatty acid composition of seaweeds (Ulva Reticulata and Sargassum cinctum): A novel natural source of nutrition. Indian Journal of Pure and Applied Biosciences, 5(5), pp. 1210-1216. : http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.5233

Jaswir, I., Novirndri, D., Salleh, H. and Miyashita,K., 2012. Fucoxanthin extractions of brown seaweeds and analysis of their lipid fraction in methanol. Food Science and Technology Research, 18, pp. 251-257.

Kabiri Fard, M., Dashti Zadeh, M.. and Kamali, A. A., 2015. Determining the nutritional value of two seaweeds (Sargassum angustifolium and Gracilariacorticata) of Bushehr province for feeding ruminants. Livestock Sciences and Techniques, 4(14), pp. 3-16. https://doi.org/10.22092/aasrj.2015.103036. (In Persian).

Khadijah, K., Soekamto, N. H., Firdaus, F., Chalid, S.M.T. and Syah, Y.M., 2021. Chemical Composition, Phytochemical Constituent, and Toxicity of Methanol Extract of Brown Algae (Padina sp.) from Puntondo Coast, Takalar (Indonesia). Journalof Food Quality and Hazards Control, 8 (4), pp.178-85. https://doi.org/10.18502/jfqhc.8.4.8259

Khalifeh, T., Vazirizadeh, A., Mohebbi, G. H., Barmak, A. R. and Darabi, A. H., 2021. Determination of some nutraceutical compounds, amino acids and fatty acids present in the extracts of Sargasumboveanum algae obtained from the coastal waters of central Bushehr, Iran. Iranian South Medicine Journal, 24 (2), pp.134-159. https://doi.org/10.52547/ismj.24.2.134 (In Persian)

Kumar, V. and Kaladharanl, P., 2007. Amino acids in the seaweeds as an alternate source of protein for animal feed. Journalof the Marine Biological Association of India, 49(1),pp. 35-40.

Lindorth, P. and Mopper, K., 1979. High performanceliquid chromatographic determination ofsubpicomole amounts of amino acids byprecolumn fluorescence derivatization with ophthaldialdehyde. Analytical Chemistry, 51(11), pp.1664-1674. https://doi.org/10.1021/ac50047a019

Lopes, G., Sousa, C., Bernardo, J., Andrade, P. B., Valentão, P.,Ferreres, F. and Mouga,T., 2011. Sterol profiles in 18 macro algae of thePortuguese coast. Journal of Phycology, 47, pp. 1210-1218

Macartain, P., Gill, C. I., Brooks, M., Campbell, R. and Rowland, I. R., 2007. Nutritional value of edible seaweeds.Nutrition reviews,65(12),pp. 535–543. https://doi.org/10.1301/nr.2007.dec.535-543

Machado, M., Machado, S., Pimentel, F. B., Freitas, V., Alves, R. C. and Oliveira, M. B. P. P., 2020. Amino Acid Profile and protein quality assessment of macroalgae produced in an integrated multi-trophic aquaculture system.Foods (Basel, Switzerland),9(10), pp.1382-1397. https://doi.org/10.3390/foods9101382

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

Matanjun, P., Mohamed, S., Mustapha, N. M., and Muhammad, K., 2009. Nutrient content of tropical edible seaweeds, Eucheumacottoni, Caulerpalentillifera and Sargassum polycysum. Journal of Applied Phycology 21, pp. 75–80. https://doi.org/10.1007/s10811-008-9326-4.

Miyashita, K., Mikami, N. and Hosokawa, M., 2013. Chemical andnutritional characteristics of brown seaweed lipids: A review. Journal of Functional Foods, 5, pp. 1507–1517. https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.09.019

Mohammadi, E., Shabanpourh, B. and Kordjazi, M., 2016. Investigation of functional properties and fatty acid composition of brown macroalgae Nizimuddiniazanardini. Journal of Medicinal Plants Biotechnology,2(4), pp. 20-31. (In Persian)

Nasimi, M., Javaheri Babli, M. and Qutbuddin, N., 2011. Composition of fatty acids of brown macroalgae Cystoseiramyrica and red alga Laurenciasnyderiae in the tidal areas of the shores of Bushehr city. Journal of Aquaculture and Fisheries, 3 (11), pp. 41-50.(In Persian)

Nazari, S., Nazarnezhad, N.J. and Ebrahimzadeh, M.A., 2013. Evaluationof antioxidant properties andtotal phenolic and flavonoids content of Eucalyptus camaldulensis and Pinussylvestrisbark. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 28, pp. 522-533. https://doi.org/10.22092/ijwpr.2013.3460

Nelson, M. M., Phleger, C.F. and Nochols, P. D., 2002. Seasonal lipid composition inmacroalgae of the northeastern pacific ocean. Botanic Marine, 45(1), pp. 58-65. https://doi.org/10.1515/BOT.2002.007

Nomura, M., Kamogawa, H., Susanto, E., Kawagoe, C., Yasui, H., Saga, N., Hosokawa, M. and Miyashita, K., 2013. Seasonal variations of total lipids, fatty acid composition, and fucoxanthin contents of Sargassumhorneri (Turner) and Cystoseirahakodatensis (Yendo) from the northern seashore of Japan. Journal of Applied Phycology,25(4), pp.1159-69.https://doi.org.1007/s10811-012-9934-x

Pal, D., Khozin-Goildberg, I., Didi-Cohen, S., Solvehenko, A., Batushansky, A., Kaye, Y., Sikron, N., Samani, T., Fait, A. and Boussiba, S., 2013. Growth, lipid production and metabolic adjustments in the euryhaline eustigmatophyteNannochlorosisoceanica CCALA804 in response to osmotic down shift. Applied Microbiology and Biotechnology, 97(18), pp.8291-306. https://doi.org/10.1007/s00253-013-5092-6

Pereira, H., Barreira, L., Figueiredo, F., Custódio, L., Vizetto-Duarte, C., Polo, C., Eva Rešek, K., Engelen, A. and Varela, J., 2012. Polyunsaturated fatty acids of marine macroalgae:potential for nutritional and pharmaceutical applications.Marine Drugs, 10, pp. 1920-1935. https://doi.org/10.3390/md10091920

Perumal, B., Chitra, R., Maruthupandian, A. and Viji, M., 2019. Nutritional assessment and bioactive potential of Sargassum polycystum C. Agardh (Brown Seaweed). Indian Journal of Geo-Marine Sciences: IJMS, 48(4), pp. 492-498.

Øverland, M., Mydland, L.T. and Skrede, A., 2019 Marine macroalgae as sources of protein and bioactive compounds in feed for monogastric animals. Journal of Science Food Agriculture, 99(1), pp.13-24. https://doi.org/10.1002/jsfa.9143.

Rajapakse, N. and Kim, S. K., 2011. Nutritional and digestive health benefits of seaweed. Advances in Food and Nutrition Research, 64, pp. 17-28. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387669-0.00002-8.

Ratana-Arporn, P. and Chirapart, A., 2006. Nutritional evaluation of tropical green seaweedsCaulerpalentillifera and Ulva reticulata. KasetsartJournal:Natural Science, 40(6), pp. 75-83.

Rohani-Ghadikolaei, K., Abdulalian, E. and Ng, W.K., 2012. Evaluation of the proximate, fatty acid and mineral composition of representative green, brown and red seaweeds from the persian gulf of Iran as potential food and feed resources. Journal of Food Science and Technoloy, 49(6), pp. 774-80. https://doi.org/10.1007/s13197-010-0220-0

Salosso, Y., Aisiah, S., LumbanToruan, L.N. and Pasaribu, W., 2020. Nutrient Content, Active Compound and Antibacterial Activity of Padinaaustralis against Aeromonas hydropilla. Pharmacognosy Journal,12(4), pp.771-76. https://doi.org/10.5530/pj.2020.12.110

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

Sánchez-Machado, D.I., López-Cervantes, J., López-Hernández, J. and Paseiro-Losada, P., 2004. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. Food Chemstry, 85(3), pp.439–444. https://doi.org/10.1016/jfoodchem.2003.08.001

Santos, S., Félix, R., Pais, A., Rocha, S.M. and Silvestre, A., 2019. The quest for phenolic compounds from macroalgae: A review of extraction and identification methodologies. Biomolecules, 9(12), pp. 847-853. https://doi.org/10.3390/biom9120847

Santoso, J., Fitriani, D. and Wardiatno. Y., 2010. Phenol content andantioxidant activity of benthic macroalga Caulerpa racemosa(Forsskal) from HurunBay. Lampung Biota,.15(3), pp.369-378.

Sarjana, I., Indonesia, O., Departemen, D., 2014. Chemical composition and antioxidant activity of tropical brown algae Padinaaustralis from Pramuka Island, district of Seribuisland , Indonesia. Journl of IlmudanTeknologiKelautanTropis, 5(2), pp.287-97. https://doi.org/10.29244/jitkt.v5i2.7558

Schmid, M., Guihéneuf, F. andStengel, D., 2014. Fatty acid contents and profiles of 16 macroalgae collected from theIrish Coast at two seasons. Journal of Applied Phycology, 26, pp. 451–453. https://doi.org/10.1007/s10811-013-0132-2

Silva, G., Pereira, R.B., Valentão, P., Andrade, P.B. and Sousa, C., 2013. Distinct fatty acid profile of ten brown macroalgae. RevistaBrasileira de Farmacognosia, 23(4), pp. 608-613. https://doi.org/10.1590/S0102-695X2013005000048

Simopoulos,A.P., 2002.The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine and Pharmacotherapy, 56(8), pp. 365-379. https://doi.org/10.1016/s0753-3322(02)00253-6

Susanto, E., Fahmi, A. S., Abe, M., Hosokawa, M. and Miyashita,K., 2016. Lipids, fatty acids, and fucoxanthin content from temperate and tropical brown seaweeds. Aquatic Procida, 7, pp. 66–75. https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2016.07.009

Tabarsa, M., Rezaei, M.; Ramezanpour, Z. and Waaland, J. R., 2012. Chemical compositions of the marine algae Gracilaria salicornia (Rhodophyta) and Ulva lactuca (Chlorophyta) as a potential food source. Journal of the Science of Food and Agriculture, 92(12), pp. 2500-2506. https://doi.org/10.1002/jsfa.5659.

Tibbetts, S. M., Milley, J. E. andLall, S. P., 2016. Nutritional quality of some wild and cultivated seaweeds: nutrient composition, total phenolic content and in vitrodigestibility. Journal of Applied Phycology, 28(6), pp. 3575-85 https://doi.org/10.1007/s10811-016-0863-y

USDA., 2010. Composition of foods raw, processed, prepared. USDA national nutrient database for standard reference. release 23. U.S. Department of Agriculture, Beltsville

Wells, M. L., Potin, P., Craigie, J. S., Raven, J. A., Merchant, S. S., Helliwell, K. E., Smith, A. G., Camire, M. E. and Brawley, S. H., 2017. Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. Journal of Applied Phycology, 29(2), pp. 949–982. https://doi.org/10.1007/s10811-016-0974-5.

Wong, K.H. and Cheung, P.C.K., 2000. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds. Part I-proximate composition, amino acid profiles and some physic-chemical properties. Food Chemistry, 71(4), pp. 475-482. http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00175-8.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]