



Original Research Paper

Chemical composition, amino acid and fatty acid of the premix of brown macroalgae, *Padina australis*, *Sargassum ilicifolium*, and *Stoechospermum marginatum* from Chabahar coasts for use in aquatic nutrition

Paria Akbary ^{1*}, Raha Fadaei Raeni ², Mohammad Saeid Fereidouni ³, Sadj Meykolaei ¹, Ali Chakerzahi ¹

¹ Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar University of Maritime and Marine Sciences, Chabahar, Iran

² Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Natural Resources, Jiroft University, Jiroft, Iran

³ Department of Aquatic Health and Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran

Key Words

Padina australis
Sargassum ilicifolium
Stoechospermum marginatum
 Chemical composition
 Fatty acid
 Amino acid

Abstract

Introduction: Good food supply or quality, stable and reasonable price, is one of the main and important problems in the aquaculture industry. In recent years, much research has been done on the use of different species of algae as a source of protein in the aquatic diet. The present study was performed to evaluate the chemical composition, amino acid and premix fatty acid of the premix of brown macroalgae *Padina australis*, *Sargassum ilicifolium* and *Stoechospermum marginatum*.

Materials & Methods: In this study, after collecting macroalgae from the tidal areas of Chabahar coast, they were washed and after drying in a ratio of 1: 1: 1, they were combined and turned into powder. Chemical composition was measured by AOAC method, fatty acids by chromatography and amino acids by HPLC.

Results: The results showed that the amount of protein, fat, ash and moisture were 8.43, 1.30, 21.26 and 68.01%, respectively. The main component of the macroalgae premix tested was moisture. The predominant 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%) were respectively. The ratio between non-essential amino acids to essential amino acids was 1.05. Among monounsaturated fatty acids, oleic acid (17.21±7.21%) and among long-chain unsaturated fatty acids (PUFA), respectively, arachidonic acid (11.24±7.03%), linoleic Acid (9.12±3.21%) and eicosapentaenoic acid (8.13±0.68%) were predominant. The total essential and non-essential amino acids were 6.78 and 7.15 mg amino acids per gram of sample, respectively. Aspartic acid (1.88±0.05 mg amino acid per gram of sample) and glutamic acid (1.98± 0.05 mg amino acid per gram of sample) were the predominant non-essential amino acids.

Conclusion: In general, the results of this study showed that due to the presence of long-chain unsaturated fatty acids and the balance between non-essential and essential amino acids, the use of premix of *Padina australis*, *Sargassum ilicifolium* and *Stoechospermum marginatum* macroalgae is recommended in aquatic nutrition.

* Corresponding Author's email: nkesalkhe@gmail.com

Received: 6 February 2023; Reviewed: 14 March 2023; Revised: 15 May 2023; Accepted: 17 June 2023

(DOI): 10.70102/AEJ.2025.16.2.13

مقاله پژوهشی

ترکیب شیمیایی، اسید آمینه و اسید چرب پرمیکس ماکرو جلبک های قهوه ای *Padina australis*، *Sargassum ilicifolium* و *Stoechospermum marginatum* سواحل چابهار

پریا اکبری^{۱*}، رها فدایی راینی^۲، محمد سعید فریدونی^۳، صدف میکالی^۱، علی چاکر زهی^۱

^۱ گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

^۲ گروه شیلات، دانشکده شیلات و منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران

^۳ گروه بهداشت و بیماری های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

Padina australis
Sargassum ilicifolium
Stoechospermum marginatum
ترکیب شیمیایی
اسید چرب
اسید آمینه

مقدمه: تأمین غذایی یا کیفیت خوب، پایدار و قیمت مناسب، یکی از مشکلات اساسی و مهم در صنعت پرورش آبزیان است. در سال های اخیر تحقیقات زیادی در زمینه استفاده از گونه های مختلف جلبکی به عنوان یک منبع پروتئین در رژیم غذایی آبزیان انجام شده است. تحقیق حاضر به منظور ارزیابی ترکیب شیمیایی، اسید آمینه و اسید چرب پرمیکس ماکرو جلبک های قهوه ای *Padina australis*، *Sargassum ilicifolium* و *Stoechospermum marginatum* انجام گرفت.

مواد و روش ها: در این مطالعه، پس از جمع آوری ماکرو جلبک ها از مناطق جزر ومدی سواحل چابهار، شششتو داده شدند و پس از خشک کردن به نسبت ۱:۱:۱ با هم ترکیب و به صورت پودر در آمد. ترکیب شیمیایی به روش AOAC، اسیدهای چرب با دستگاه کروماتوگرافی و اسیدهای آمینه با دستگاه HPLC اندازه گیری شد.

نتایج: نتایج نشان داد که میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت به ترتیب ۸/۴۳، ۱/۳۰، ۲۱/۲۶ و ۶۸/۰۱ درصد گزارش شد. جزء اصلی پرمیکس ماکرو جلبک های مورد آزمایش، رطوبت بود اسیدهای چرب اشباع شده غالب در پرمیکس ماکرو جلبک های مورد آزمایش به ترتیب اسید پالمیتیک (۳۱/۰۳±۱۷/۱۱ درصد)، مرستیک اسید (۱۵/۰۱±۱۱/۴۳ درصد) و اسید استئاریک (۳۲/۰۳±۶/۶۲ درصد) بود. نسبت بین اسیدهای آمینه غیر ضروری به اسید آمینه ضروری ۱/۰۵ بود. در بین اسیدهای چرب تک زنجیره غیر اشباع، اولئیک اسید (۲۱/۲۱±۱۷/۲۱ درصد) و از بین اسیدهای چرب بلند زنجیره اشباع نشده (PUFA)، به ترتیب آراشیدونیک اسید (۰۳/۰۳±۱۱/۲۴ درصد)، لینولئیک اسید (۲۱/۲۱±۹/۱۲ درصد) و ایکوزاپنتانویک اسید (۶۸/۰۳±۸/۱۳ درصد) غالب بود. مجموع اسید آمینه ضروری و غیر ضروری به ترتیب ۶/۷۸ و ۷/۱۵ میلی گرم اسید آمینه بر گرم نمونه بود. اسید آسپارتیک (۰۵/۰۵±۱/۸۸ میلی گرم اسید آمینه بر گرم نمونه) و گلوتامیک اسید (۰۵/۰۵±۱/۹۸ میلی گرم اسید آمینه بر گرم نمونه) جز اسید آمینه غیر ضروری غالب بود.

بحث و نتیجه گیری: در کل، نتایج این تحقیق نشان داد که به دلیل وجود اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره غالب و تعادل بین اسیدهای آمینه غیر ضروری و ضروری، استفاده از پرمیکس ماکرو جلبک های *Padina australis*، *Sargassum ilicifolium* و *Stoechospermum marginatum* در تغذیه آبزیان توصیه می گردد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: paria.akbary@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱ بهمن ۱۴۰۱؛ تاریخ داوری: ۳ اسفند ۱۴۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۵ اردیبهشت ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۴ خرداد ۱۴۰۲

(DOI):10.70102/AEJ.2025.16.2.13

مقدمه

اخیراً استفاده از جلبک‌های دریایی در آبی‌پروری به علت داشتن مواد مغذی نظیر آنتی‌اکسیدان‌ها، اسیدهای چرب ضروری (امگا ۳ و ۶)، اسیدهای آمینه ضروری، ویتامین‌ها، مواد معدنی، کربوهیدرات‌ها و بتاکاروتن روبه‌گسترش است (۸، ۲۰). استفاده از آن‌ها در رژیم غذایی آبزیان نه تنها هزینه تغذیه را کاهش می‌دهد بلکه منجر به بهبود کارایی تغذیه آبزیان، هضم، و تقویت سیستم ایمنی ماهیان می‌گردد (۲۵) و با بهبود کارایی هضم، کیفیت آب را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (۹). سطح پروتئین و اسیدآمینه‌های ضروری در ماکروجلبک‌ها بسیار متفاوت می‌باشند و قابلیت گوارش پروتئین ممکن است توسط پلی‌ساکاریدهای خاص گونه‌ها و ترکیبات فنلی تحت تأثیر قرار گیرند. بنابراین، تعمیم در مورد سودمندی کل ماکروجلبک‌ها به عنوان منبع پروتئین امکان‌پذیر نیست، اما بسیاری از گونه‌ها پروتئین‌های قابلیت هضم بسیار کمی دارند تا به عنوان منابع پروتئین جایگزین در خوراک حیوانات شوند (۱۹). از آنجایی که بیش از ۵۰ درصد ترکیب شیمیایی بدن لارو ماهیان را پروتئین تشکیل می‌دهد، کمیت و کیفیت پروتئین جیره در رشد بهینه لاروها تأثیرگذار است. مهم‌ترین منبع انرژی در مراحل اولیه لاروی از طریق اسیدآمینه تامین می‌گردد (۸). بنابراین، عدم توازن اسیدهای آمینه در جیره غذایی منجر به افزایش اکسیداسیون اسیدهای آمینه و در نتیجه کاهش رشد و بازده تبدیل غذایی ماهی می‌گردد. بهترین روش برای جبران کمبود اسیدهای آمینه ضروری استفاده از ماکروجلبک‌های حاوی اسیدهای آمینه ضروری یا اضافه کردن این اسیدهای آمینه به غذای خشک شده است (۲۰). اسیدهای چرب پلی غیراشباع (Polyunsaturated fatty acids= PUFA)، به ویژه اسیدهای چرب شدیداً غیراشباع بلند زنجیره (Highly unsaturated fatty acids=HUFA) امگا ۳، برای مصرف کننده عناصر «غذای عملکردی» تلقی می‌شوند. مشاهده شده است که افزایش اسیدهای چرب شدیداً غیراشباع بلند زنجیره امگا ۳ در جیره غذایی سالمون پرورشی اقیانوس اطلس (*S. salar*)، با افزایش فعالیت بتا-اکسیداسیون در میتوکندری اثرات مفیدی در تولید یا پرورش ماهی‌های کم‌چرب تر (با ذخایر چربی کم‌تر) دارد (۲۶). اما در انسان‌ها مصرف غذاهای غنی از اسیدهای چرب شدیداً غیراشباع بلند زنجیره امگا ۳ می‌تواند اثرات بسیار خوبی به عنوان یک عامل ضدالتهابی داشته باشد که سلامت قلبی و توسعه عملکرد مغزی را بهبود می‌دهد (۱۷). با این وجود در سال‌های اخیر منشا خوراک استفاده شده برای پرورشی از مواد دریایی به مواد گیاهی تغییر یافته است که حاوی روغن‌ها هستند؛ در نتیجه این کار محتوای امگا سه موجود در این ماهی را کاهش داده است. برخی از بیش‌ترین محتوای لیپیدی را می‌توان در گروه جلبک‌های قهوه‌ای

مشاهده کرد. اسیدهای چرب امگا-۳ (W3) پیش ماده مهمی در سنتز ایکوزانوئیدها هستند که در حقیقت واسطه‌های مهمی در واکنش‌های التهابی و تنظیم پاسخ ایمنی بدن می‌باشند. هنگامی که جیره غذایی کمبود اسید چرب امگا ۳ ضروری را داشته باشد فعالیت‌های ضد باکتریایی سلول‌های ماکروفاژ کاهش می‌یابد در صورتی که ماکروفاژهای ماهی که اسیدلینولینیک دریافت می‌کنند قدرت باکتری‌کشی بالاتری دارند. هم‌چنین مشخص گردید که اسید آراشیدونیک به دلیل آن که به عنوان ماده پیشرو در تولید ایکوزانوئید مطرح است می‌تواند باعث رشد و رنگدانه‌بندی ماهیان دریایی شود (۳، ۱۹). مطالعات متعددی در زمینه بررسی ترکیبات شیمیایی، اسیدآمینه و اسیدهای چرب برخی گونه‌های ماکروجلبک‌ها به عنوان مثال *Macrocystis pyrifera* (۱۱)، *P. australis* (۲۵)، *Gracilaria salicornia* (۱۰)، *Sargassum* sp. و *Stoechospermum marginatum* (۵) صورت گرفته است هم‌چنین اثر مثبت ماکروجلبک‌های مختلف بر ترکیب شیمیایی بدن، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه گونه‌های مختلف میگو و ماهی صورت گرفته است (۱، ۴، ۶، ۱۲، ۱۳). به عنوان مثال، Akbari و همکاران، میزان ایکوزاپنتانویک اسید و دوکوزاهگزانویک اسید در ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *P. australis* و *Stoechospermum marginatum* بیش‌تر از جلبک قرمز *Stoechospermum marginatum* گزارش نمودند (۵). محتوای پروتئین خام، لیپید خام، خاکستر و فیبر در وعده‌های غذایی متشکل از جلبک دریایی *Macrocystis pyrifera* به ترتیب رنجی از ۵ تا ۱۴، از ۵ تا ۲، از ۳۱ تا ۴۵ و از ۵ تا ۹ درصد داشت (۱۱). اما تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با ارزیابی ارزش غذایی پرمیکس ماکروجلبک‌ها با هدف استفاده در تغذیه آبزیان صورت نگرفته است. از آنجایی که پراکنش جلبک‌های ماکروسکوپی در سواحل خلیج فارس و دریای عمان زیاد است و از طرف دیگر، آبی‌پروری پایدار و موفق در گرو حفظ سلامت موجود آبی و ایده‌آل سازی شرایط پرورشی برای کسب حداکثری رشد آبزیان و هم‌چنین کاهش هزینه‌های جانبی فرایند تولید می‌باشد از این‌رو محققان و پرورش دهندگان در پی یافتن راه کارهای نوین و بهتر برای تحقق هدف آبی‌پروری هستند. هدف از این تحقیق، ارزیابی ترکیب شیمیایی، اسیدچرب و اسید آمینه ناپلئوس پرمیکس ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *Padina australis*، *Sargassum ilicifolium* و *Stoechospermum marginatum* با هدف استفاده در تغذیه آبزیان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده‌سازی پرمیکس ماکروجلبک‌ها: جمع‌آوری دستی ماکروجلبک‌های *S. ilicifolium*، *P. australis* و *S. marginatum*

منحنی مربوط به اسیدهای چرب استاندارد و زمان بازداری مقایسه شد و بدین ترتیب، نوع و میزان اسید چرب (بر حسب درصد کل اسیدهای چرب) تعیین گردید (۱۸).

سنجش ترکیب اسید آمینه: جهت سنجش ترکیب اسیدهای آمینه از روش Lindroth و Mopper (۱۵) با کمی تغییر استفاده گردید. ابتدا ۰/۱ گرم آرتمی خشک شده از هر تکرار تیمار در دستگاه فریز درایر (۷۰-۱۲، Operon، کشور کره جنوبی) به لوله هضم اضافه و ۷/۵ میلی لیتر اسید کلریدریک ۶ نرمال به آن اضافه شد و پس از خارج کردن هوای داخل لوله با گاز نیتروژن، در داخل آون با دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت و سپس حجم اسید موجود در لوله تا حجم ۲۵ میلی لیتر با آب خالص رقیق گردید و با فیلترهای سر سرنگی ۰/۴۵ میکرونی محلول فیلتر شده و ۱۰ میکرولیتر از این محلول فیلتر شده در ظروف شیشه‌ای ریخته شد و تحت شرایط خلاء قرار گرفته و در نهایت در داخل یخچال قرار گرفت. 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 بورت و ۱۰۰ میکرولیتر محلول OPA (o-phthalaldehyde) اضافه شده 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 (۱۸ RP mm OPA specific column ۴×۱۰۰) و دمای ستون ۳۰ درجه سانتی گراد تزریق گردید.

نتایج

ترکیب شیمیایی: در جدول ۱ میزان ترکیب شیمیایی پرمیکس ماکروجلبک‌ها ارائه شده است. میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت به ترتیب ۸/۴۳، ۱/۳۰، ۲۱/۲۶ و ۶۸/۰۱ درصد گزارش شد. جزء اصلی پرمیکس ماکروجلبک‌های مورد آزمایش، رطوبت بود.

جدول ۱: ترکیب شیمیایی پرمیکس ماکروجلبک‌های قهوه‌ای

S. marginatum و *S. ilicifolium*، *P. australis*

ترکیب شیمیایی	رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	ماده خشک (درصد)
	۶۸/۰۱±۰/۹۳	۸/۴۳±۰/۲۴	۱/۳۰±۰/۰۵	۲۱/۲۶±۰/۴۱

ترکیب اسیدهای چرب: در جدول ۲ ترکیب اسیدهای چرب (کل درصد اسیدهای چرب) پرمیکس ماکروجلبک‌های مورد آزمایش

در آذر ماه ۱۴۰۰ از سواحل چابهار (دریابزرگ وتیس) هنگام جذر صورت گرفت و پس از حمل به آزمایشگاه، با آب شیرین چندین بار شستشو شدند تا کاملاً گل ولای و موجودات اپی فیت آن‌ها از بین رفت. سپس در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی گراد) به دور از نور مستقیم خورشید خشک شدند. به منظور عصاره‌گیری، ابتدا ماکروجلبک‌های خشک شده، توسط آسیاب برقی به قطعات ریز تبدیل شدند. سپس مقدار ۲۰۰ گرم پودر مخلوط حاصل از سه گونه ماکروجلبک (۱:۱:۱) تهیه شد و تا زمان استفاده بعدی در دمای ۴- درجه سانتی گراد نگهداری شد (۴).

سنجش ترکیب شیمیایی: تجزیه شیمیایی ترکیب شیمیایی پرمیکس ماکروجلبک مورد آزمایش، براساس روش استاندارد AOAC (۲۰۰۷) انجام گرفت. پروتئین کل لاشه با روش دستگاه کج‌دال، چربی با روش سوکسله و حلال اتر، رطوبت از طریق قرار دادن نمونه در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد، توزین نمونه بعد از خنک شدن و خاکستر از طریق سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۶ ساعت محاسبه شد.

سنجش ترکیب اسیدهای چرب: مقدار ۲۰۰-۱۰۰ میلی گرم از نمونه پرمیکس ماکروجلبک‌ها درون ظرف شیشه‌ای درب‌دار ریخته شد. سپس ۱ میلی لیتر از محلول حاوی H_2SO_4 ۲/۵ درصد و متانول ۹۸ درصد (۱/۴۰ v/v) به هر ظرف نمونه اضافه گردید و سپس به مدت ۱ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. پس از سرد شدن در دمای اتاق، ۵۰۰ میکرولیتر هگزان با ۱/۵ میلی لیتر NaCl ۹ درصد مخلوط گردید و به نمونه اضافه شده تا اسید چرب متیل استر استخراج گردد (۲۹). پس از سانتریفیوژ نمونه (۱۰ دقیقه با ۴۰۰۰ دور در دقیقه)، بخش رویی محلول (شامل هگزان) جداسازی شده و برای تعیین پروفایل اسید چرب به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق گردید (۹، ۲۹). برای جداسازی و شناسایی انواع اسیدهای چرب، از دستگاه کروماتوگرافی مدل Unicam ۴۶۰۰ (مستقر در شرکت میزان سنجش پاسارگاد تهران) استفاده شد. ستون این دستگاه از نوع $Bp \times 10$ به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۱ میلی متر بود آشکارساز دستگاه از نوع FID و گاز حاصل از دستگاه هلیوم بود. فشار گاز هیدروژن ۳۰ میلی لیتر بر ثانیه، اکسیژن ۳۰۰ میلی لیتر بر ثانیه، دمای آشکار ساز ۲۵۰-Detector درجه سانتی گراد، دمای Injector ۲۴۰ درجه سانتی گراد و دمای ستون ۲۰۰ درجه سانتی گراد تنظیم گردید. ۱ میکرولیتر از عصاره مورد نظر با سرنگ هاملتون به دستگاه تزریق گردید با عبور گازی هلیوم و حرارت تدریجی، استرهای متیله اسیدهای چرب که به صورت بخار درآمدند، یکی پس از دیگری از ستون خارج شدند و منحنی رسم شد و زمان بازداری مربوط به هر اسید چرب با

جدول ۳: ترکیب اسیدهای آمینه (میلی گرم اسید آمینه/ گرم نمونه)
کل پرمیکس ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای *P. australis*، *S. ilicifolium* و

<i>S. marginatum</i>	
اسید آمینه ضروری (EAA)	میلی گرم اسید آمینه / گرم نمونه
آرژنین	0.087 ± 0.02
هیستیدین	0.090 ± 0.05
ایزولوسین	0.078 ± 0.01
لوسین	0.080 ± 0.05
لیزین	0.098 ± 0.01
متیونین	0.073 ± 0.01
فنیل آلانین	0.085 ± 0.05
والین	0.087 ± 0.05
اسید آمینه غیر ضروری (NEAA)	
آلانین	0.085 ± 0.01
گلوتامیک اسید	0.098 ± 0.05
آسپارتیک اسید	0.088 ± 0.05
گلیسین	0.073 ± 0.02
سرین	0.095 ± 0.05
تیروزین	0.076 ± 0.02
مجموع اسیدهای آمینه	0.93 ± 0.62
مجموع اسیدهای آمینه ضروری	0.78 ± 0.78
مجموع اسیدهای آمینه غیر ضروری	0.15 ± 0.43

مقادیر خطای معیار $\pm$ میانگین، حاصل ۳ تکرار از هر تیمار است.

بحث

این تحقیق با هدف ارزیابی ارزش غذایی پرمیکس سه گونه ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای *Sargassum ilicifolium*، *Padina australis* و *Stoechospermum marginatum* صورت گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت به ترتیب ۸/۴۳، ۱/۳۰، ۲۱/۲۶ و ۶۸/۰۱ درصد گزارش شد. جزء اصلی پرمیکس ماکرو جلبک‌های مورد آزمایش، رطوبت بود. محتوای پروتئین خام، لیپید خام، خاکستر و رطوبت در وعده‌های غذایی متشکل از جلبک دریایی *Macrocystis pyrifera* به ترتیب ۶/۱، ۰/۷، ۳۱/۱ و ۶۰/۴ درصد بود (۱۱) که رطوبت جز اصلی این جلبک بود که با تحقیق حاضر هم خوانی داشت. همچنین میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر به ترتیب در *Ulva clathrata* به ترتیب ۹۰، ۲/۲، ۰/۲ و ۴/۵ درصد بود. می‌توان گفت که ترکیب شیمیایی ماکرو جلبک‌ها بسته به زیستگاه، پراکندگی جغرافیایی، گونه، وضعیت فیزیولوژیکی و شرایط محیطی متفاوت است. همچنین محتوای پروتئین جلبک دریایی بسته به گونه و دوره فصلی متفاوت است (۱۴، ۲۳) Sarjana و همکاران با بررسی ترکیب

نشان داده شده است. اسیدهای چرب اشباع شده غالب در پرمیکس ماکرو جلبک‌های مورد آزمایش به ترتیب اسید پالمیتیک ($0.31 \pm 0.17/11$) درصد، مریستیک اسید ($0.15 \pm 0.11/43$) درصد و اسید استئاریک ($0.32 \pm 0.6/62$) درصد بود. در بین اسیدهای چرب تک زنجیره غیر اشباع، اولئیک اسید ($0.71 \pm 0.17/21$) درصد و از بین اسیدهای چرب بلند زنجیره اشباع نشده (PUFA)، به ترتیب اسید آراشیدونیک ($0.3 \pm 0.1/24$) درصد، اسید لینولئیک ($0.21 \pm 0.9/12$) درصد و ایکوزاپنتائونیک اسید ($0.68 \pm 0.8/13$) درصد غالب بود.

جدول ۴: ترکیب اسیدهای چرب (درصد کل اسیدهای چرب)

<i>S. marginatum</i>	
اسید چرب (درصد کل)	اسید چرب
C12:0	0.03 ± 0.02
C14:0	0.15 ± 0.43
C16:0	0.31 ± 0.17
C18:0	0.32 ± 0.62
C20:0	0.11 ± 0.31
SFA*	0.5 ± 0.39
C14:1n-5	0.31 ± 0.76
C16:1n-7	0.54 ± 0.31
C18:1n-7	0.43 ± 0.67
C18:1n-9	0.21 ± 0.71
MUFA**	0.13 ± 0.22
C18:2n-6	0.21 ± 0.91
C18:3n-3	0.91 ± 0.83
C20:4n-6	0.3 ± 0.11
C20:5n-3	0.68 ± 0.13
C22:6n-3	0.21 ± 0.78
PUFA***	0.87 ± 0.36

مقادیر (خطای معیار $\pm$ میانگین، ۳ تکرار از هر تیمار). SFA* اسید چرب اشباع، MUFA** اسید چرب تک زنجیره غیر اشباع، PUFA*** اسید چرب چند زنجیره غیر اشباع

ترکیب اسید آمینه: در جدول ۳ ترکیب اسیدهای آمینه کل پرمیکس ماکرو جلبک‌های مورد مطالعه ارائه شده است. مجموع اسید آمینه ضروری و غیر ضروری به ترتیب ۶/۷۸ و ۷/۱۵ میلی گرم اسید آمینه بر گرم نمونه بود. اسید آسپارتیک ($0.05 \pm 0.88/1$) میلی گرم اسید آمینه بر گرم نمونه و گلوتامیک اسید ($0.05 \pm 0.98/1$) میلی گرم اسید آمینه بر گرم نمونه جز اسید آمینه غیر ضروری غالب بود.

جلبیکی، بیش تر اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری را دارا هستند (۱۷). نتایج این تحقیق نشان داد که پرمیکس حاصل از سه گونه ماکرو جلبک قهوه‌ای حاوی اسید آمینه‌های ضروری آرژنین، هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، لیزین، متیونین، فنیل آلانین و والین بود. هم چنین اسید آسپارتیک و گلوتامیک اسید دو اسید آمینه غیر ضروری اصلی در پرمیکس بود. Salosso و همکاران، نشان دادند که *P. australis* جمع آوری شده در آب‌های خلیج کوپانگ (Kupang) حاوی ۱۵ اسید آمینه با بالاترین محتوای اسید آسپارتیک، ۱/۱۶ درصد و اسید گلوتامیک، ۱/۳۲ درصد و کم ترین در هیستیدین ۰/۱۲، درصد و متیونین ۰/۲۰ درصد بود (۲۲) هم چنین در *P. gymnospora* در تامیلدانو (Tamil danu) هندی نیز بالاترین اسید آسپارتیک ۱۲/۷ درصد و اسید گلوتامیک ۱۳/۹ درصد و کم ترین در هیستیدین ۲/۷ درصد و متیونین ۱/۵ درصد مشاهده شد می‌توان گفت که تغییرات محتوای پروتئین در ماکرو جلبک‌ها می‌تواند بر روی محتوای اسید آمینه آن تأثیر بگذارد. در کل نتایج این تحقیق نشان داد که پرمیکس ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای *P. australis*، *S. ilicifolium* و *S. marginatum* سواحل چابهار ۸/۴۳ درصد پروتئین بود. اسید آسپارتیک ($1/88 \pm 0/05$ میلی گرم اسید آمینه بر گرم نمونه) و گلوتامیک اسید ($1/98 \pm 0/05$ میلی گرم اسید آمینه بر گرم نمونه) جز اسید آمینه غیر ضروری غالب بود. هم چنین در بین اسیدهای چرب تک زنجیره غیر اشباع، اولئیک اسید ($17/21 \pm 7/21$ درصد) و از بین اسیدهای چرب بلند زنجیره اشباع نشده (PUFA)، به ترتیب اسید آراشیدونیک ($11/24 \pm 7/03$ درصد)، لینولئیک اسید ($9/12 \pm 3/21$ درصد) و ایکوزاپنتانوئیک اسید ($8/13 \pm 0/68$ درصد) غالب بود. در کل، نتایج این تحقیق نشان داد که به دلیل وجود اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره غالب و تعادل بین اسیدهای آمینه غیر ضروری و ضروری، استفاده از پرمیکس ماکرو جلبک‌های *Padina australis*، *Sargassum ilicifolium* و *Stoechospermum marginatum* در تغذیه آبزیان توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری ریاست و پرسنل محترم مرکز تحقیقات سیلات آب‌های دور چابهار و کارشناس محترم آزمایشگاه نمونه آزموی تهران تشکر و قدردانی می‌گردد. این اثر تحت حمایت از پژوهشگران و فن‌آوران کشور (INSF) برگرفته از طرح شماره ۴۰۰۰۰۷ انجام شده است و غنایت مادی صندوق این طرح (۴۰۰۰۰۷) از صندوق حمایت از پژوهشگران صورت گرفت.

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

شیمیایی جلبک *P. australis* در فصل تابستان نشان دادند که محتوی رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی و کربوهیدرات ۹۰/۵۶، 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 (۲۴) که با تحقیق حاضر هم خوانی داشت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که از بین اسیدهای چرب بلند زنجیره اشباع نشده (PUFA)، آراشیدونیک اسید، لینولئیک اسید و ایکوزاپنتانوئیک اسید غالب بود. Akbary و همکاران، با مقایسه اسیدهای چرب سه ماکرو جلبک در سواحل چابهار *Padina australis*، *Stoechospermum marginatum* و *Ahnfeltiopsis pygmaea* نشان دادند که اسید ایکوزاپنتانوئیک و آراشیدونیک اسید در سه گونه غالب بود و بیش ترین میزان دو کوزاهگزانوئیک اسید در جلبک *P. australis* مشاهده شد و بیان نمودند که ترکیب اسید چرب و رنگ دانه جلبک‌های دریایی نیز بین گروه‌های مختلف فرق می‌کند، جلبک‌های دریایی قهوه‌ای و قرمز منبع غنی‌تری از ایکوزاپنتانوئیک اسید و دو کوزاهگزانوئیک اسید نسبت به جلبک‌های دریایی سبز هستند (۵) که با نتایج این تحقیق نیز هم خوانی دارد. هم چنین می‌توان گفت که اگرچه ماکرو جلبک‌ها محتوای لیپید بالایی مثل میکرو جلبک‌ها و گیاهان خشکی (مثل *Schizochytrium*، گل آفتاب گردان، تخم کتان و تخم شلغم روغنی) نداشته باشند اما کیفیت لیپید آن‌ها و در نتیجه افزایش ترکیب کلی اسیدهای چرب خوراک می‌تواند این ضعف را جبران کند. بسیاری از گونه‌های ماکرو جلبکی مقادیر بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره، به ویژه از نوع اسیدهای چرب امگا سه، مثل ایکوزاپنتانوئیک اسید (Eicosapentaenoic acid: EPA, 20:5n-3)، استناریدونیک اسید (Stearidonic acid: SDA, 18:4n-3)، آلفا-لینولئیک اسید (ALA: A- (linolenic acid, 18:3n-3) و آراشیدونیک اسید (ARA: Andarachidonic acid, 20:4n-6) دارند (۱۶). Sánchez-Machado و همکاران، گزارش کردند که نسبت به نسبت ۳-n/۶-n باید کم تر از ۱۰ چربی باشد (۲۱). نتایج این تحقیق نشان داد که نسبت ۳-n/۶-n ۱/۲۹ بود. Akbary و همکاران، نیز نشان دادند که نسبت ۳-n/۶-n برای سه گونه ماکرو جلبک ۲/۸۳، ۱/۴۰ و ۱/۲۵ به ترتیب در *P. australis*، *A. pygmaea* و *marginatum* بود که کم تر از مقادیر تعریف شده بودند (۵) که با نتایج این تحقیق هم خوانی داشت. می‌توان گفت که گونه‌های جنوب شرقی ایران به طور خاص، سه گونه جلبک قهوه‌ای مورد بررسی که به صورت پرمیکس استفاده شده است به عنوان منابع اسیدهای چرب مفید هستند که می‌توان از پرمیکس آن‌ها برای بهره‌برداری بیش تر از اسیدهای چرب و در تغذیه آبزیان استفاده کرد. ترکیب اسید آمینه موجود در بسیاری از ماکرو جلبک‌ها را می‌توان از نظر اسیدهای آمینه ضروری نسبتاً کامل در نظر گرفت. بسیاری از گونه‌های

منابع

13. Ju, Z.Y., Forster, I.P. and Dominy, W.G., 2009. Effects of supplementing two species of marine algae or their fractions to a formulated diet on growth, survival and composition of shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*. 292: 237-243.
14. 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). *ssu-jfghc*. 8(4): 178-185.
15. Lindorth, P. and Mopper, K., 1979. High performance liquid chromatographic determination of subpicomole amounts of amino acids by precolumn fluorescence derivatization with ophthalaldehyde. *Anal chem*. 51(11).
16. Miyashita, K., Mikami, N. and Hosokawa, M., 2013. Chemical and nutritional characteristics of brown seaweed lipids: A review. *J Func Foods*. 5: 1507-1517.
17. Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernandez, J. and Bozzo, C., 2006. Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemis*. 99(1): 98-104.
18. Pal, D., Khozin-Goldberg, 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 eustigmatophyte *Nannochloris oceanica* CCA1A804 in response to osmotic downshift. *Appl Microbiol Biotechnol*. 1-16.
19. Øverland, M., Mydland, L.T. and Skrede, A., 2018. Marine macroalgae as sources of protein and bioactive compounds in feed for monogastric animals. *J Sci Food Agric*. 99(1): 13-24.
20. Rajapakse, N. and Kim, S.K., 2011. Nutritional and digestive health benefits of seaweed. *Advances in Food and Nutrition Research*. 64: 17-28.
21. 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 Chem*. 85: 439-444.
22. Salosso, Y., Aisiah, S., Lumban Toruan, L.N. and Pasaribu, W., 2020. Nutrient Content, Active Compound and Antibacterial Activity of *Padina australis* against *Aeromonas hydrophilla*. *Pharmacogn J*. 12: 771-776.
23. Santoso, J., Fitriani, D. and Wardiatno, Y., 2010. Phenol content and antioxidant activity of benthic macroalga *Caulerpa racemosa* (Forsskal) from Hurun Bay. *Lampung Biota*. 15(3): 369-378.
24. Sarjana, I., Indonesia, O. and Departemen, D., 2014. Chemical composition and antioxidant activity of tropical brown algae *Padina australis* from Pramuka Island, district of Seribu island, Indonesia. *J Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5: 287-297.
25. Tabarsa, M., Rezaei, M., Ramezani, 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): 2500-2506.
1. Akbari, P. and Debashi, F., 2019. Evaluation of red seaweed *Jania adhaerens* J. V. Lamouroux extract as a feed additive in grey mullet, *Mugil cephalus*. *Journal of Animal Environment*. 11(2): 277-282. (In Persian)
2. Soltanian, M., Faghani Langrodi, H. and Mohammad Nejad, M., 2019. The effect of *Zingiber officinale* extract on growth factors, survival and carcass composition in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Animal Environment*. 12(4): 327-334. (In Persian)
3. Ab Lah, R., Smith, J., Savins, D., Dowell, A. and Bucher, D., 2017. Benkendorff K. Investigation of nutritional properties of three species of marine turban snails for human consumption. *Food Sci Nutr*. 5(1): 14-30.
4. Akbari, P., Gholamhosseini, A., Ali, M.M., Aminikhoie, Z., Tavabe, K.R. and Kuchaksaraei, B.S., 2020. Growth Yield, Fatty Acid Profile and Antioxidant Status of *Litopenaeus vannamei* Fed *Iyengaria stellata* Supplemented Diet. *Iran J Sci Technol, Trans A: Sci*. 45: 111-119.
5. Akbari, P., Liao, L.M., Aminikhoie, Z., Hobbi, M. and Erfanifar, E., 2021. Sterol and fatty acid profiles of three macroalgal species collected from the Chabahar coasts, southeastern Iran. *Aquacult Int*. 9: 155-165.
6. Anaya-Rosas, R., Rivas-Vega, M., Miranda-Baeza, A., Pinˆa-Valdez, P. and Nieves-Soto, M., 2019. Effects of a co-culture of marine algae and shrimp (*Litopenaeus vannamei*) on the growth, survival and immune response of shrimp infected with *Vibrio parahaemolyticus* and white spot virus (WSSV). *Fish Shellfish Immunol*. 87: 136-143.
7. AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th Edition, the Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
8. Arumugama, P., Murugan, M., Kamalakannan, S. and Murugan, K., 2017. Determination of Various Bioactive Potential of *Stoechospermum marginatum* (C. Agardh) Kützinger in vitro. *Journal of Analytical and Pharmaceutical Research*. 5(4): 145-152.
9. Banerjee, K., Mitra, A. and Mondal, K., 2010. Cost effective and eco-friendly shrimp feed from red seaweed *Catenella repens* (Gigartinales: Rhodophyta). *Current Biotica*. 8(1): 23-43.
10. Casas-Valdez, M., Portillo-Clark, G., Aguila-Ramírez, N., Rodríguez-Astudillo, S., Sánchez-Rodríguez, I.Y. and Carrillo Domínguez, S., 2006. Efecto del alga marina *Sargassum* spp. sobre las variables productivas y la concentración de colesterol en el camarón café, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900). *Rev Biol Mar Oceanogr*. 41(1): 97-105.
11. 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. *Ciencias Rinas*. 20(1): 33-40.
12. Choi, Y.H., Kim, K.W., Han, H.S., Nam, T.J. and Lee, B.J., 2014. Dietary *Hizikia fusiformis* glycoprotein induced IGF I and IGF-BP3 associated somatic growth, polyunsaturated fatty acid metabolism and immunity in juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Comp Biochem Physiol*. 167: 1-6.